ТАДЖИКСКИЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ШИРИНШОХ ШОТЕМУР

На правах рукописи

АХМАДОВ Бахромджон Раджабович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОВТОРНОГО ПОСЕВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В РЕСПУБЛИКЕ ТАДЖИКИСТАН

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Диссертация на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант:
доктор технических наук,
профессор Н.И. Джабборов

Душанбе – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……. 6

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ……..... 18

1.1. Климатические и почвенно-рельефные особенности Республики Таджикистан…… 18

1.2. Структура посевных площадей ……. 22

1.3. Обеспеченность хозяйств сельскохозяйственной техникой…… 23

1.4. Особенности технологии повторных посевов и применяемые сорта сельскохозяйственных культур…….. 26

1.5. Анализ исследований по обоснованию технологии возделывания сельскохозяйственных культур в повторных посевах в условиях орошения……... 35

1.6. Условия функционирования машинно-тракторных агрегатов в условиях орошаемого земледелия Таджикистана…….. 40

1.7. Исследования по обоснованию наиболее рациональных режимов работы машинно-тракторных агрегатов…… 42

1.8. Анализ исследований по обоснованию допускаемых параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов…… 49

1.9. Анализ методов и критериев оценки эффективности технологических процессов и функционирования МТА…….. 56

1.10. Осуществление контроля и оценка качества технологических процессов…… 69

1.11. Выводы по разделу 1……. 74

2. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР В ПОВТОРНЫХ ПОСЕВАХ ПУТЕМ ОБОСНОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ИХ РАБОТЫ……. 77

2.1. Пути улучшения технологии возделывания культур на повторных посевах…….. 78

2.2. Основы выбора критериев и формирования сбалансированной системы показателей для оценки эффективности технологий и технических средств…….…… 85

2.3. Методика расчета конструктивно-технологических параметров комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов…….. 94

2.4. Методика расчета оптимальных параметров и режимов работы МТА…… 101

2.5. Методика расчета допускаемых значений эксплуатационных показателей МТА…….. 113

2.6. Методика визуализации технологий и технологических процессов……... 117

2.7. Конструктивно-технологические особенности проектирования комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин и оценка их эффективности применения……... 126

2.8. Разработка энергоэффективных почвообрабатывающе-посевных машин с учетом их динамических характеристик…….. 129

2.9. Выводы по разделу 2…… 135

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ ……. 137

3.1. Обоснование рациональной скорости движения комбинированного агрегата ……..……. 137

3.2. Влияние рабочей скорости агрегата на сменную производительность …… 145

3.3. Влияние случайного характера регулируемых параметров на разброс функции оптимизации …….…….. 150

3.4. Оценка качественного функционирования МТА …….. 155

3.5.Выводы по разделу 3 …… 159

4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ……. 161

4.1. Цель и задачи экспериментальных исследований……..... 161

4.2. Программа экспериментальных исследований…… 162

4.3. Условия проведения экспериментальных исследований…….. 165

4.4. Оборудование и измерительная аппаратура для экспериментальных исследований.....…… 167

4.5. Энергетическая и эксплуатационно-технологическая оценка работы объектов испытаний…….. 172

4.6. Методика обработки опытных данных…… 174

4.7. Состояние повторных посевов……. 183

4.8. Оценка погрешностей измерений и точности результатов исследований……. 186

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ……... 190

5.1. Комбинированный способ поверхностной обработки и посева зерновых культур…….… 190

5.2. Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур …….. 190

5.3.Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-1,8 «Кишоварз»……..… 192

5.4. Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-2,4 «Кишоварз»……..…… 195

5.5. Система агротехнических показателей для оценки качества работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин…… 200

5.6. Критерии эффективности и сбалансированная система показателей для оценки эффективности технологий и технических средств……..…… 212

5.7. Вероятностно-статистический анализ эксплуатационных показателей почвообрабатывающе-посевных агрегатов…… 214

5.7.1. Закономерности изменения эксплуатационных параметров почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»……..… 215

5.7.2. Закономерности изменения эксплуатационных параметров почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»……... 234

5.8. Показатели эксплуатационно-технологической оценки работы МТА…… 250

5.9. Оптимальные параметры и режимы работы комбинированных

почвообрабатывающе-посевных агрегатов……. 252
5.9.1. Оптимальные режимы работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»……. 252
5.9.2. Оптимальные режимы работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»……. 260
5.10. Допускаемые режимы работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов…… …… 263
5.11. Оценка энергоэффективности комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов…… 269
5.12. Критерии оценки и основы повышения энергоэффективности технических средств…….. 272
5.13. Затраты топлива и энергетика при возделывании пшеницы на повторных посевах в условиях орошаемого земледелия Центрального Таджикистана по традиционной технологии……. 278
5.14. Энергетические затраты на производство пшеницы на повторных посевах в условиях орошаемого земледелия Центрального Таджикистана по энергосберегающей технологии…… 282
5.15. Выводы по разделу 5…… 284
6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСЛЕДОВАНИЙ..... 288
6.1. Сравнение энергозатрат на обработку почвы и посев по двум технологиям……... 288
6.2. Выводы по разделу 6…… 292
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……. 294
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…….. 298
ПРИЛОЖЕНИЯ…… 330

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. С начала восьмидесятых годов XX века во многих отраслях народного хозяйства страны и за рубежом возникла проблема дефицита энергетических ресурсов. В этой связи многие страны стали пересматривать имеющиеся подходы к эффективному использованию энергоресурсов. Тогда же и появились первые результаты исследований ученых различных стран по разработке методологии и технических средств для рационального применения топливно-энергетических ресурсов в различных сферах народного хозяйства, в числе которых находится и сельскохозяйственное производство. В это же время возникают основы теории топливно-энергетической оценки технологий возделывания и переработки сельскохозяйственной продукции. Теория топливно-энергетической оценки технологий и технических средств в дальнейшем получила свое развитие со стороны отечественных и зарубежных ученых. В настоящее время учеными разработаны и предложены современные методы, технологии и технические средства, обеспечивающие экономию энергии при производстве основных видов сельскохозяйственной продукции. Существенное значение в обеспечении эффективности производства сельскохозяйственной продукции занимают вопросы совершенствования технологий и технических средств, обоснование оптимальных (или рациональных) режимов работы. Улучшение взаимосвязанности науки и производства, своевременное внедрение новых достижений науки и техники имеют важную роль в развитии технической сферы аграрного сектора.

Почвенно-рельефные и климатические условия Республики Таджикистан позволяют получать по два урожая в год при условии ускоренной предпосевной обработки почвы, совмещения её с посевом и искусственно поддерживаемой влажности почвы. Эти условия могут быть выполнены только с разработкой новой технологии полевых работ, включающей применение вновь созданных комбинированных почвообрабатывающе-посевных ком-

плексов. Неизбежно возникают проблемы совершенствования агротребований и системы оценки качества проведения полевых операций, проектирования принципиальных схем комбинированных машин, их конструктивных и режимных параметров, расчёта эффективности по удельным затратам трудовых и энергетических ресурсов. Всё это требует углубленного научного исследования, поэтому тема диссертации является актуальной. Актуальность темы диссертационной работы предопределяется ещё и тем, что решение указанных проблем предусмотрено в Поручении Президента Республики Таджикистан (протокол заседания Правительства Республики Таджикистан № 7, пункт 10 от 29 июня 2012 года), в Национальной стратегии развития Республики Таджикистан до 2020 года, а также в Постановлении Правительства Республики Таджикистан от 28.05.2009 г., №297 «Об утверждении Государственной Программы развития отрасли семеноводства в Таджикистане в 2010-2014 годы».

Диссертационная работа выполнена в рамках плана НИОКР Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур Минсельхоза Республики Таджикистан по теме «Повышение эффективности технологий и средств механизации возделывания зерновых культур за счет разработки и совершенствования посевных машин» и утверждена Ученым советом 27 января 2009 года (протокол № 5/1).

Степень разработанности темы. Энергетическую эффективность технологий производства сельскохозяйственной продукции можно достичь путями энергосбережения и повышения коэффициента полезного действия применяемых технических средств и технологических материалов, таких как минеральные или органические удобрения, семена, ядохимикаты, топливо и смазочные материалы и др.

Вопросы рационального использования тракторов различных тяговых классов, сельскохозяйственных машин и орудий, повышения эффективности технологических операций и процессов в технологиях производства сельскохозяйственной продукции в различных зонах земледелия рассмотрены в

научных трудах ученых Л.Е. Агеева, В.Г. Еникеева, Ю.К. Киртбая, С.А. Иофинова, В.Д. Попова, В.В. Василенко, А.П. Савельева, В.С. Шкрабак, В.И. Фортуны, Ахунова, А.М.Валге, В.З. Бубнова, М.В. Кузьмина, Ф.Ф. Романова, Юсупова Р.Х., Н.И. Джабборова, Р.М. Баширова, Г. Яхияева, Х. Сафарова и других ученых [1-6, 10, 15-17, 32, 33, 35, 39-42, 43-45, 49, 54, 56, 59, 84, 87-98, 100-112, 116-124, 127, 128, 135-139, 150, 157, 163, 166, 170, 211, 223, 224, 233, 238, 254, 262, 263, 266, 267].

Методические основы энергетической оценки технологических процессов, технологий и технических средств, вопросы разработки новых и совершенствования применяемых машинно-тракторных агрегатов, а также основы их эффективного использования в АПК изложены в трудах ученых Е.И. Базарова, В.А. Борзенкова, В.Н. Братушкова, Ю.И. Вантюсова, Л.И. Волкова, Н.М. Марченко, А.Н. Никифорова, А.В. Николаенко, М.М. Северова, А.Д., В.Н. Сидорова, А.А. Зангиева, В.А. Токарева, В.А. Паршина и в работах других ученых [50, 55, 57, 131, 132, 181, 197, 205, 240, 248].

В работах профессоров Л.Е. Агеева, Н.И. Джабборова, В.А. Эвиева и их многочисленных учеников [1-6, 12, 14, 18-28, 84, 87-98, 100-112, 116-124, 184, 192, 234, 237, 245, 256, 259] исследовались вопросы, посвященные топливно-энергетическому анализу существующих технологий и технических средств обработки земельных угодий. При этом учитывался вероятностный характер изменения внешних условий.

Исследованию вопросов повышения эффективности эксплуатации технических средств в почвенно-климатических условиях Республики Таджикистан занимались такие ученые, как Т.И. Ахунова, Н.И. Джабборова, Г.Я. Яхияева, Х.С. Сафарова, Ш.В. Саидова, А.А. Гаффарова, С.И. Исаева, С.Т. Тешаева, Т.О. Отаева, С.Х. Бахриева, Э.С. Кароматуллоева, А.К. Кимсанова, А.Б. Ризоева, И.Б. Ризоева, М.А. Сафарова, Н.С. Турсунова, Д.С. Саъдуллобекова, А.Т. Тагоймуродова, Н. Шералиева, Н.Д. Сайфова, Д.Х. Миракилова и других ученых [12, 14-25, 28, 65, 84, 87-89, 91-93, 104-

109, 116, 118-120, 122, 141-144, 184, 186, 192, 233, 234, 237, 245, 256, 257, 266, 267].

Почвенно-климатические условия Республики Таджикистан, где безморозный период длится 150-240 дней, а начало и конец полевых работ соответственно приходятся на третью декаду февраля и первую декаду ноября, способствуют получению экономически выгодных урожаев сельскохозяйственных культур в повторных посевах. По данным Государственного комитета по статистике и Минсельхоза Республики Таджикистан, под площади для организации повторных посевов можно задействовать более 130-150 тыс. га земель сельхозназначения.

Зональные агротехнические приёмы и технологии возделывания, повышения урожайности сельскохозяйственных культур в повторных посевах были разработаны учеными Таджикистана А.Н. Махсумовым, Е.Н. Григоренковой, Д.К. Касымовым, Т.Н. Набиевым, Т.А. Бухориевым, Х.Д. Домуллоджановым, С.Т. Саидовым, У.М. Махмадёровым, Р.С. Масаидовым, М.С. Норовым, С.И. Имамовым, П.Х. Халиковым, С.Г. Багдасарян, М.Д. Носировой, М.М. Мирзовалиевым, Р.Р. Шариповым и другими [30, 125, 126, 147, 148, 174, 175, 182, 183, 185, 194, 195, 199, 200, 221, 226, 227, 255].

Основным фактором получения достаточно высоких урожаев сельскохозяйственных культур на повторных посевах является обработка почвы и посев семян в оптимальные агротехнические сроки.

Как показывает практика, получение дополнительной сельскохозяйственной продукции на освободившейся площади после уборки предшественника существенно повышает продовольственную безопасность страны.

Низкая энерговооруженность аграрного сектора страны, где ощущается дефицит почвообрабатывающих машин, посевных и уборочных агрегатов, а также тракторов, не всегда обеспечивает выполнение технологических процессов и операций в оптимальные агротехнические сроки. В этой связи ученые и специалисты республики ведут научно-исследовательские и опытно-конструкторские проекты по разработке комбинированных машинно-

тракторных агрегатов, которые способны одновременно за один проход осуществлять две или несколько технологических операций.

Одним из актуальных направлений в исследованиях является подбор и совмещение последовательных агротехнических операций, которые могут осуществляться с применением комбинаций сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Перед конкретизацией темы настоящего исследования была сформулирована **научная гипотеза**: комбинирование посевной и всех сопутствующих операций в едином рабочем проходе сокращает затраты времени и число проходов техники по полю, улучшает условия развития растений, а разработка и создание комбинированных агрегатов при их работе на оптимальных режимах существенно сократят удельные затраты энергии на производство продукции.

Совмещение технологических операций обеспечит снижение энергетических затрат за счет применения энергонасыщенных тракторов, уменьшения материалоемкости технических средств и сокращения времени на их обслуживание. При этом улучшается качество выполнения технологических операций и сокращаются сроки их проведения, сохраняется плодородие почвы и повышается её продуктивность.

В связи с выше изложенным материалом, в Таджикском аграрном университете имени Ширинщох Шотемур нами проведены исследования по совершенствованию технологии производства сельскохозяйственной продукции в повторных посевах и разработке новых комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин.

На основе исследований разработаны комбинированные почвообрабатывающе-посевные машины КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» соответственно для зерновых и пропашных культур [26, 221, 222, 223]. Разработанные комбинированные почвообрабатывающе-посевные машины обеспечивают одновременную обработку почвы и посев различных сельскохо-

зяйственных культур на повторных посевах в наиболее рациональные агротехнические сроки.

Целью исследования является повышение эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в условиях орошаемого земледелия Таджикистана путем совершенствования технологии и технических средств для повторного посева сельскохозяйственных культур.

Задачи исследования:

- провести аналитический обзор природно-производственных условий Республики Таджикистан и изучить особенности технологии производства сельскохозяйственной продукции при повторных посевах;

- усовершенствовать методику выбора критериев и формирования сбалансированной системы показателей для оценки эффективности технологий и технических средств в условиях орошаемого земледелия Таджикистана;

- разработать комбинированные технологии обработки почвы и повторного посева сельскохозяйственных культур, экспериментальные образцы почвообрабатывающе-посевных комплексов на базе тракторов тягового класса 1,4 для одновременной обработки почвы и посева зерновых и пропашных культур, обосновать их конструктивно-технологические параметры;

- усовершенствовать методику расчета оптимальных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов (МТА) и визуализации технологических процессов;

- обосновать теоретически и экспериментально оптимальные режимы работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных комплексов с оценкой их качественного функционирования в условиях орошаемого земледелия Таджикистана;

- оценить энергетические затраты на возделывание зерновых и пропашных культур в повторных посевах в условиях орошаемого земледелия Таджикистана по традиционной и предложенной энергосберегающей технологиям и обосновать структуру и удельный вес энергозатрат на реализацию технологий.

Научная новизна:

- усовершенствована методика выбора критериев и формирования сбалансированной системы показателей для оценки эффективности технологий и технических средств в условиях орошаемого земледелия Таджикистана, отличающаяся учётом взаимного влияния показателей при комбинировании полевых операций и выбором наиболее значимых контролируемых показателей из существующей системы контроля качества;

- разработаны комбинированные технологии обработки почвы и посева зерновых и пропашных культур, отличающиеся одновременным выполнением шести и семи операций при повторном посеве на орошаемых площадях в условиях Республики Таджикистан;

- созданы на уровне изобретений почвообрабатывающе-посевные комплексы для тракторов тягового класса 1,4, отличающиеся расширенным набором рабочих органов и их размещением на одной компактной раме;

- разработан алгоритм расчёта оптимальных параметров и режимов работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных комплексов, отличающийся учётом случайного характера нагрузок с оценкой качества работы по допускаемому разбросу значений контролируемого параметра;

- предложена упрощённая и наглядная форма контроля за проведением полевых операций и их качеством в виде разработанных информационно-контролирующих карт;

- предложена оценка эффективности внедрения технологии и технических средств комбинированного повторного посева зерновых и пропашных культур на орошаемых землях Республики Таджикистан, отличающаяся анализом критерия энергозатрат при реализации типовой и комбинированной технологий.

Теоретическая значимость:

- усовершенствована методика выбора критериев и формирования сбалансированной системы показателей технологий и технических средств, уточняющая оценку их эффективности в условиях орошаемого земледелия

Таджикистана;

- установлено влияние случайного характера нагрузок и регулируемых параметров на разброс функции оптимизации и оценку качественного функционирования агрегата на орошаемых землях Республики Таджикистан;

- получены зависимости агротехнических и эксплуатационных показателей почвообрабатывающе-посевных комплексов от скорости движения, зависимости для нахождения оптимальных значений эксплуатационных показателей комбинированных почвообрабатывающе-посевных комплексов и допусков на настроечные параметры, дополняющие теорию сельскохозяйственных машин.

Практическая значимость:

- разработаны комбинированные технологии поверхностной обработки почвы и посева зерновых и пропашных культур, обеспечивающие сокращение сроков проведения полевых работ для повторного посева в условиях Республики Таджикистан;

- предложены технические решения по реализации комбинированных технологий обработки почвы и посева, обеспечивающие одновременное выполнение шести и семи операций при повторном посеве на орошаемых площадях в условиях Таджикистана;

- представлена сбалансированная система агротехнических показателей работы почвообрабатывающе-посевных комплексов в условиях Республики Таджикистан;

- установлены оптимальные значения и допускаемые пределы эксплуатационных показателей почвообрабатывающе-посевных комплексов по критерию минимума энергозатрат;

- предложены информационно-контролирующие карты соблюдения комбинированных технологий обработки почвы и посева зерновых и пропашных культур на орошаемых площадях Республики Таджикистан.

Объектами исследований являются технологии и технические средства возделывания сельскохозяйственных культур в повторных посевах в

условиях орошаемого земледелия Таджикистана.

Предметом исследований являются закономерности процессов обработки почвы и посева зерновых и пропашных культур на орошаемых площадях Республики Таджикистан почвообрабатывающе-посевными комплексами на базе тракторов тягового класса 1,4.

Методология и методы исследования. Теоретические исследования проведены с применением методов математического анализа, имитационного моделирования, теоретической механики. Экспериментальные исследования выполнены на лабораторных установках и в полевых условиях с применением современных средств измерений и регистрации результатов. Обработка результатов экспериментальных исследований производилась методами математической статистики на персональном компьютере с использованием лицензированных программ: Microsoft Excel, Statistica.

Положения, выносимые на защиту:

- методика выбора критериев и формирования сбалансированной системы показателей технологий и технических средств, позволяющая оценить их эффективность в условиях орошаемого земледелия Таджикистана;

- комбинированные технологии обработки почвы и посева зерновых и пропашных культур, позволяющие сократить сроки проведения полевых работ при повторном посеве на орошаемых землях Республики Таджикистан;

- почвообрабатывающе-посевные комплексы для тракторов тягового класса 1,4, выполняющие одновременно шесть и семь операций при повторном посеве на орошаемых площадях в условиях Таджикистана;

- алгоритм расчёта оптимальных параметров и режимов работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных комплексов;

- упрощённая и наглядная форма контроля за проведением полевых операций и их качеством в виде разработанных информационно-контролирующих карт, позволяющая повысить эффективность работы почвообрабатывающе-посевных комплексов;

- показатели энергетической эффективности разработанных техноло-

гий и почвообрабатывающе-посевных комплексов, подтверждающие целесообразность их использования в сельскохозяйственном производстве республики Таджикистан.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность экспериментальных данных подтверждается применением теории планирования эксперимента и большим количеством повторностей измерений изменяющихся параметров и агротехнических показателей. При измерениях применялись современные методы, приборы и инструменты, а при обработке данных – компьютерные программы. При оценке сходимости аппроксимирующих выражений с реальными данными и результатами теоретических вычислений критерий согласия χ^2 находился в пределах 0,2…0,8.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на республиканских и международных конференциях:

- на 5-й Международной научно-практической конференции «Научно-инновационная деятельность в агропромышленном комплексе», г. Минск, 2011 год;

- на Международной научно-практической конференции «Продовольственная безопасность, состояние и перспективы», посвященной 20-летию Независимости Республики Таджикистан и 80-летию Таджикского аграрного университета имени Ширинщох Шотемур, г. Душанбе, 2011 год;

- на Международной научно-практической конференции «Эффективное использование биоклиматических факторов при выращивании сельскохозяйственных культур на пахотных землях», посвященной 20-летию XVI сессии Шурои Оли Республики Таджикистан и 15-летию Национального примирения, Таджикский аграрный университет имени Ширинщох Шотемур, г. Душанбе, 31 марта 2012 года;

- на Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы, перспективы развития для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана», Институт земледелия Таджикской АСХН, 18-19 сентября 2012 года;

- на Республиканской научно-практической конференции «Биологическая безопасность: проблемы и пути ее решения», г. Душанбе, 04 апреля 2013 года;

- на Республиканской научно-практической конференции «Инновационная технология возделывания сельскохозяйственных культур: проблемы и пути их внедрения», г. Душанбе, 29-30 апреля 2014 года;

- на Международной научно-практической конференции «Инновация - основа развития сельского хозяйства», посвященной 20-летию Конституции Республики Таджикистан. Таджикский аграрный университет имени Ширинщох Шотемур, г. Душанбе, 11 ноября 2014 года;

- на Международной научно-практической конференции «Роль отрасли семеноводства в обеспечении продовольственной безопасности», г. Душанбе, 12 сентября 2015 года;

- на Международном круглом столе «Развитие Таджикско-Российского сотрудничества в области науки и образования», г. Душанбе, 12-13 апреля 2016 года;

- на Международной научно-практической конференции «Наука и инновации а 21 веке: актуальные вопросы, достижения и тенденции развития», г. Душанбе, 4-5 февраля 2017 года;

- на XXI Международной научно-производственной конференции «Проблемы и решения современной аграрной экономики», Российская Федереция, г. Белгород, БГАУ им. В.Я. Горина, 24-25 мая 2017 года.

Результаты исследований по теме диссертационной работы внедрены:

- в Центре механизации сельского хозяйства и инновационных технологий Таджикской АСХН;

- в УОУП «Хисор» Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур;

- в Опытно-производственном хозяйстве Института земледелия Таджикской АСХН;

- в семеноводческом хозяйстве имени Дзержинского Института земле-

делия Таджикской АСХН;

- в Производственном кооперативе им. Латифа Мурода Гиссарского р-н;

- в учебном процессе на факультете механизации сельского хозяйства Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур;

- в Государственном унитарном предприятии «Мадад» Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан;

- приняты Управлением науки и кадровой политики Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан для дальнейшего внедрения в хозяйствах страны (соответствующие акты приведены в Приложении диссертационной работы).

Личный вклад. Все этапы работы над диссертацией проведены при непосредственном участии ее автора. Им сформулирована тема, обоснована её актуальность, определена научная гипотеза, намечены цель и задачи исследований. Автор принимал участие в разработке комбинированных технологий и конструкций почвообрабатывающе-посевных комплексов, составлении программы экспериментальных исследований и её выполнении. Им разработаны теоретические положения по обоснованию рациональных режимов работы комплексов, проведена систематизация и анализ экспериментальных данных, сформулированы выводы, подготовлены научные статьи и монография.

Публикации. По теме диссертации опубликована 61 работа, в том числе одна монография, 19 научных статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, четыре патента Республики Таджикистан.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы из 272 наименований, восьми приложений, изложена на 387 страницах. В тексте имеется 108 рисунков и 69 таблиц.

1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Климатические и почвенно-рельефные особенности Республики Таджикистан

Таджикистан расположен в юго-восточной наиболее возвышенной части Центральной Азии. Основная площадь страны расположена в горных системах Памира и Тянь-Шаня. Пики отдельных гор достигают более чем 6,9 км. Долины территории республики изрезаны многочисленными ущельями. [7, 191, 193, 246].

В Таджикистане четко выявлена вертикальная климатическая и почвенная зональность. Для оценки почвенно-рельефных и климатических условий страны и отдельно взятых районов земледелия использовались результаты научных исследований ученых республики И.Н. Антипова-Каратаева, Р.О. Леонтьевой, Ю.А. Акрамова, А.Н. Максумова, С.Р. Сангинова, Х.Д. Джуманкулова, В.Я. Кутеминского и других ученых [8, 9, 99, 168, 174, 175, 191, 229].

Производство хлопка-сырца, риса, овощей, винограда, фруктов, цитрусовых и другой ценной продукции, сосредоточена на орошаемых землях, которые расположены в юго-западной части страны, а также в Гиссарской, Кулябской, Вахской, Нижнекафирниганской и Ферганской долинах [7, 191, 188].

В целом по стране средние значения температуры воздуха составляют 28-35° С, при этом в наиболее жаркие периоды ее значения доходят до 40-47° С.

В некоторых долинах в весенне-летний период из-за горных поясов образуется воздушный застой, который приводит к сильному перегреву воздуха и почвы. Максимальные значения относительной влажности наблюдаются в конце июня и июле, а ее среднемесячные значения находятся в пределах 25-30%. Весной и осенью влажность воздуха несколько выше, чем летом и зимой.

В долинной части земледелия температура на поверхности почвы летом достигает 65…69^0 С.

В Таджикистане зимою среднемесячная температура составляет -4…-8^{0}С.

Осенние заморозки в основном приходят во второй половине октября месяца, а в конце марта месяца последние заморозки заканчиваются [191, 193].

В основных зонах земледелия отсутствие заморозков наблюдается в период от 210 до 240 календарных дней. В течение всего года долины страдают от недостатка влаги, количество которой не превышает 250-650 мм в год. При этом в основных земледельческих районах республики наблюдается неравномерное выпадение осадков. Их максимум приходится на два весенних месяца – март и апрель, а вот в летний период осадки практически отсутствуют [193].

В зонах с орошаемым земледелием почвы в основном представлены сероземами, которые имеют лессовое происхождение и представлены тремя разновидностями: темные, типичные и светлые. Вместе с ними широко распространены и сероземно-луговые типы, которые сформировались в результате постоянного и обильного переувлажнения и отличаются довольно комковатой структурой. Из-за географических особенностей республики сероземно-луговые почвы зачастую не только засолены, но и заболочены.

Механический состав почвенного покрова орошаемых зон земледелия страны делится на глинистые (тяжелые), среднесуглинистые и легкие (легкосуглинистые, супесчаные, песчаные). Наблюдается преимущественное преобладание первых двух групп – глинистых и среднесуглинистых [7, 191, 193, 244].

Они содержат большое количество пылеобразных частиц, размер которых не превышает 0,01 мм. Именно эти почвы отличаются особенным плодородием, т.к. они богаты питательными веществами и при этом способны хорошо удерживать влагу. Указанные достоинства нивелируются склонно-

стью глинистых и суглинистых почв к таким негативным явлениям, как заплывание и образование корки после их увлажнения.

Почвы супесчаного и песчаного типов отличаются более крупной структурой и состоят из частиц размером от 0,01 до 1,02 мм. Из-за содержания бесплодного кварца они бедны в отношении содержания питательных веществ. Вместе с хорошим пропусканием воды такие почвы не могут ее удерживать, что приводит к быстрой потере влаги. Подавляющее большинство почв республики бедны по содержанию гумуса. Относительным лидером здесь может считаться темный серозем, который содержит до 3,1-6,2% гумуса [3, 5]. Второе место занимает типичный серозем с содержанием 1,1 – 1,7% и замыкает своеобразную тройку лидеров светлый серозем, который содержит не более 0,5-0,7%. На богарных (неорошаемых) землях преобладают серозёмы и коричневые почвы. Сероземы наиболее распространены в более низинной части богарной зоны и занимают в основном подгорные равнины и низкие горы. Кроме того, их можно встретить на территории холмистых предгорий. В зоне богарного земледелия среднегодовая температура воздуха составляет 12,5…16,0^0 С.

В богарном земледелии среднегодовое количество атмосферных осадков колеблется в пределах 400-700 мм. Сероземные почвы относят к слабоструктурным из-за низкого гумусного содержания (1,2 – 2,6%) и их бедности коллоидами [191, 193].

У слабовыщелоченных или коричнево-карбонатных почв наблюдается вымывание карбонатов из верхней части их профиля. Они отличаются большей мощностью и наличием более темной окраски гумусового горизонта, обладают комковато-зернистой прочной структурой [191, 193].

Грунтовые воды участвуют во влагообмене различных горизонтов почвенных слоев лишь посредством газообразной формы, так как атмосферные осадки промачивают верхнюю часть почвенного горизонта и не достигают верхней границы капиллярной каймы грунтовых вод [191, 193].

На землях с богарным земледелием производство сельхозпродукции возможно за счет достаточного количества влаги, которая образуется в верхнем промачиваемом осадками слое.

Влага на богарных землях накапливается в почвах начиная с первых осенних дождей, которые, начинаясь с конца октября, продолжаются в течение всей зимы и выходят на пик в середине весны. Таким образом, максимальный запас влаги образуется в сероземах в период с конца марта по середину апреля. В коричневых почвах период максимального запаса влаги наблюдается в более поздние сроки [193]

В целом биопотенциальная характеристика орошаемых зон земледелия, характеристика почв, вопросы почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, режимы использования солнечной энергии в растениеводстве подробно рассмотрены в работах ученых К.А. Асророва, О.А. Грабовской, П.А. Керзума, Ф.А. Муминова, А. Шамсиева и других ученых [13, 79, 190, 213, 253, 270].

Республику Таджикистан можно считать горной страной, так как только 7% её территории пригодно для растениеводства. Это примерно 0,8 миллиона гектаров. Большинство земель сельскохозяйственного назначения требует орошения. Но тем не менее, в сельском хозяйстве занято 66% трудоспособного населения, что обеспечивает 19% валового внутреннего продукта и третью часть экспортируемой продукции. Этому способствует благоприятный климат географической зоны.

В растениеводстве основными культурами являются пшеница и хлопок, они занимают около 60% пахотных земель. В основном это фермерские хозяйства. После 2000 года посевные площади, отводимые под хлопок, несколько снизились, а увеличились площади посева зерновых культур, овощей и кукурузы на зелёный корм. Что касается животноводства, то его продукция занимает незначительную часть в ВВП республики.

Среди сельскохозяйственной продукции основной статьей экспорта (12%) является хлопок. Ареал его распространения в Таджикистане состав-

ляет 20% посевных площадей. По важности в долях экспортируемой продукции хлопок уступает только алюминию. Цены на хлопок на мировом рынке очень неустойчивы. После 2006 года они немного возросли. Но производство хлопка очень трудоёмко, его посевные площади несколько снизились. Требуется дальнейшее улучшение агротехники и средств механизации, чтобы уменьшить экономические риски, связанные с возможным снижением уровня мировых цен на этот продукт. Примечательно, что, по данным Большой советской энциклопедии, в советские времена урожайность хлопка была самая высокая среди республик Центральной Азии.

Описанные климатические условия зоны орошаемого и богарного земледелия республики в основном определяют различные приемы агротехники производства сельскохозяйственной продукции, способствуют получению высоких урожаев и при повторном посеве. По данным Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан и Государственного комитета по статистике площадь земель сельскохозяйственного назначения, на которой возможно применение технологий, предусматривающих повторные посевы может составлять от 130 до 155 тысяч га.

1.2. Структура посевных площадей

В таблице 1.1 приведена структура посевных площадей основных сельскохозяйственных культур, возделываемых во всех категориях хозяйств Республике Таджикистан.

Таблица 1.1 – Структура посевных площадей в Республике Таджикистан (во всех категориях хозяйств), га

Наименование культуры	2005 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2014 г.
1	2	3	4	5	6
Посевные площади (всего), га	901138	891126	875098	850395	828437
Зерновые и зернобобовые:	395564	396879	461740	427179	412626
- ячмень, га	44743	51455	57893	713354	73527

Продолжение таблица 1.1

1	2	3	4	5	6
- кукуруза на зерно, га	9985	11382	14410	12775	14615
- в том числе пшеница, га	317737	307960	358766	311180	292571
- сорго, га	208	102	100	53	42
- рис, га	10263	10805	14558	13213	11109
- рожь, га	211	234	330	76	2032
- бобовые, га	11354	11791	12854	16415	16371
Технические культуры:					207662
- хлопчатник, га	288663	254829	168915	204111	177638
- в т.ч. тонковолокнистый хлопчатник, га	17351	14537	902	1935	253
Табак, га	1177	373	201	377	303
Овощи, га	33428	39111	40804	46884	48553
Бахчевые, га	9194	11119	19314	17219	19390
Масличные культуры, га	34671	26715	30507	30104	26788
Кукуруза на силос, га	16680	20481	28306	22264	21457
Однолетние травы, га	45459	55791	36447	45753	-
Картофель, га	27482	29753	29837	36721	35544
Кормовые корнеплоды, га	451	529	133	128	237
Кормовые культуры, га	109913	130314	122588	86043	104621

По данным Государственного агентства по статистике, по состоянию на 2013 год посевные площади в республике составляют выше 850 тыс. гектаров. Площадь зерновые и зернобобовые культуры составляют примерно 50-53 % .

Как показывает анализ, климатические условия Таджикистана позволяют получить высокие урожаи и при повторном посеве сельскохозяйственных культур. По данным упомянутого выше Агентств и Министерства сельского хозяйства РТ, под повторные посевы можно задействовать около 130 тыс. гектаров земель.

1.3. Обеспеченность хозяйств сельскохозяйственной техникой

Статистические данные о наличии тракторов, сельскохозяйственных

машин и самоходных технических средств в сельскохозяйственных предприятиях и фермерских (крестьянских) хозяйствах приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Наличие техники в сельскохозяйственных предприятиях и КФХ Республики Таджикистан (1991-2015 гг.)

Наименование технических средств	1991 г.	2005 г.	2010г.	2011 г.	2015 г.
1	2	3	4	5	6
Тракторы, всего	37101	19952	14670	13702	10453
Тракторные прицепы	18639	10395	7536	7046	5370
Зерноуборочные комбайны	1383	873	680	604	447
Кукурузоуборочные комбайны	324	140	75	62	35
Кормоуборочные и силосоуборочные комбайны	1236	477	262	259	170
Хлопкоуборочные машины	3011	764	180	170	122
Косилки тракторные	3342	854	532	488	348
Культиваторы	8672	5044	3881	3610	2952
Куракоуборочные машины	1030	226	92	71	53
Сеялки тракторные	6078	3715	3022	2883	2309
Плуги	9449	4526	3651	3523	3034
Пресс-подборщики	1502	523	269	233	154

Наличие и готовность технических средств АПК республики приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Наличие и готовность сельскохозяйственной техники в Республике Таджикистан по состоянию на 01 января 2013 года

Наименование	Общее количество	Исправные	Готовность, %
1	2	3	4
Тракторы, всего	16641	11263	68
в том числе гусеничные	1099	687	62

Продолжение таблица 1.3

1	2	3	4
Плуги	3446	2406	70
Зерновые сеялки	134	104	78
Тракторные прицепы	3221	2149	67
Зерноуборочные комбайны	538	307	57
Тракторные косилки	434	225	52
Кормоуборочные комбайны	195	95	52
Хлопковые сеялки	2083	1534	74
Культиваторы	3325	2495	75
Кукурузоуборочные комбайны	50	21	42
Хлопкоуборочные машины	148	6	4
Куракоуборочные машины	69	16	23
Хлопкосушильные агрегаты	8	1	13

Статистические данные о поступлении сельскохозяйственной техники приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Поступление сельскохозяйственной техники в Республику Таджикистан

Наименование технических средств	Поступление в 2012 году, шт.	Поступление в 2014 году, шт.
1	2	3
Тракторы, всего	666	883
Плуги	340	354
Тракторные прицепы	167	73
Зерноуборочные комбайны	14	11
Кормоуборочные комбайны	8	11
Экскаваторы	67	145
Бульдозеры	11	7
Погрузчики	102	205
Грейдеры и автогрейдеры	19	8
Катки	10	6
Зерновые сеялки	4	5
Пневматические сеялки	8	50
Дискаторы	2	5
Садовые опрыскиватели	32	33

Продолжение таблица 1.4

1	2	3
Картофелесажалки	4	4
Картофелекопатели	3	5
Чизель-культиваторы	12	10
Тракторные косилки	115	167
Молотилки	19	41
Пресс-подборщики	37	41
Почвенные фрезы	4	14
Гребнеделатели	1	-
Хлопковые культиваторы	17	17
Каналокопатели	6	-

Вышеприведенные данные (таблицы 1.2-1.4) свидетельствуют о том, что в целом в Республике Таджикистан наблюдается сокращение техники сельскохозяйственного назначения. В сравнении с 1991 годом количество тракторов сократилось на 64 %, количество зерноуборочных, кормоуборочных и силосоуборочных комбайнов на 58 и 80% соответственно, количество сеялок снизилось более чем на 50 %, а плугов и культиваторов на 60% и т.д. Это свидетельствует о том, что с каждым годом уровень механизации в растениеводстве снижается.

1.4. Особенности технологии повторных посевов и применяемые сорта сельскохозяйственных культур

Согласно многолетним метеорологическим данным, в различных регионах Республики Таджикистан продолжительность дней с температурой выше 10^0 С после уборки озимых культур составляет в Согдийской области – 100-110 дней, в Гиссарской долине – 120-130 дней, в Курган-Тюбинском и Кулябском регионах – 140-150 дней. Такая продолжительность дней с температурой свыше 10^0 С после уборки озимых культур позволяет эффективно использовать поливные земли для получения полноценного урожая зерновых и овощных культур [191, 193].

Для полного обеспечения потребности населения республики хлебом ежегодно необходимо производить 1,4-1,5 млн. тонн пшеницы. В связи с этим эффективное использование орошаемых земель для повторного посева сельскохозяйственных культур является основным резервом увеличения производства продуктов питания, который повысит уровень продовольственной безопасности страны.

Традиционно культуры для повторного посева имеют относительно короткий срок вегетации и жароустойчивы. Они должны созреть до октября месяца и обеспечить получение достаточно высокого урожая. К таким культурам в основном относятся кукуруза, рис, маш (среднеазиатская фасоль), соя, подсолнечник, гречиха, фасоль, картофель, овощные культуры и другие.
Среди повторных посевов зерновых культур наибольший удельный вес занимает пшеница различных сортов.

Разрабатываемые технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны быть гибкими и легко адаптируемыми для различных почвенно-рельефных и климатических зон. Адаптируемость технологий во многом определяет их эффективность и степень их освоения. Основные методические основы разработки адаптивных технологий производства продукции растениеводства изложены в работе [197].

Ниже приводим основные характеристики сортов некоторых культур для повторного посева, выведенные и адаптированные в Республике Таджикистан, которые автору любезно предоставлены руководством Института земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук (ТАСХН).

Пшеница

Мягкая пшеница сорта Навруз (авторы кандидаты с.-х. наук Л. Карамхудоев и А.Ф. Лошкарёва) выведена в Институте земледелия ТАСХН (рисунок 1.1). Средняя высота стеблей 90 см, сорт мелкосемянный (5-6 мм), масса 1000 семян 34,3-41,6 грамма, прозрачность 95 %, содержание протеина 15 %, клейковины 28-30 %. Урожайность сорта до 61,5 ц/га.

Мягкая пшеница сорта Алекс также является селекцией ученых Института земледелия ТАСХН. Это среднеспелый сорт, устойчив к желтой ржавчине и грибковым болезням, срок вегетации 162-210 дней, высота 110-115 см, урожайность на поливных землях 60-70 ц/га, на богарных 35-42 ц/га, содержание клейковины до 22 %, прозрачность семян доходит до 45 %.

На рисунке 1.2 показан общий вид посева пшеницы сорта Алекс

Рисунок 1.1 – Пшеница сорта Навруз

Рисунок 1.2-Общий вид посевов пшеницы сорта Алекс

Мягкая пшеница сорта Сомони (рисунок 1.3) также является селекцией ученых Института земледелия ТАСХН. Это тоже среднеспелый сорт, семена длинные и белые, срок вегетации 162-210 дней, высота 85-100 см, урожайность на поливных землях достигает 65-70 ц/га, на богарных – 35-40 ц/га, содержание клейковины до 27,4 %, прозрачность семян доходит до 81%.

Твердая пшеница сорта Ватан (рисунок 1.4) является селекцией названного выше института (авторы Л. Карамхудоев, А.Ф. Лошкарёва). Масса 1000 шт. семян составляет 47-50 граммов, высота стеблей 120-130 см, урожайность на поливных землях 55-60 ц/га, на богарных землях 35-40 ц/га, содержание протеина 16,5 %, клейковины 37 %.

Рисунок 1.3 – Общий вид посевов пшеницы сорта Сомони

Рисунок 1.4 – Общий вид посевов пшеницы сорта Ватан

Твердая пшеница сорта Президент (рисунок 1.5) является селекцией Института земледелия ТАСХН (авторы З.Ш. Эшонова, Л. Карамхудоев, Ф. Косимов и А.Ф. Валова). Высота 100-135 см, срок вегетации 178-208 дней, урожайность на поливных землях 50-55 ц/га, на богарных землях 42-46 ц/га, содержание протеина 16,5 %.

Рисунок 1.5 – Общий вид посевов пшеницы сорта Президент

Кукуруза:

Кукуруза сорта Шухрат (авторы:А.Х. Хусаинов, Т.А. Бухориев, А.Ю. Холматов, Б.С. Сангинов, П.Х. Холиков), вегетационный период 94-96 дней, высота стеблей 230 см, масса 1000 зёрен250 граммов, среднее количество початков на растении 1,5 шт., урожайность силосной массы 340-350 ц/га. Общий вид початка сорта Шухрат показан на рисунке 1.6.

Кукуруза сорта Дилшод (авторы:З.К. Каримов, А.Х. Хусаинов, З.Т. Ганыч) была районирована в 1992 году. Среднее количество початков на растении 1,4 шт., масса 1000 шт. зерна 280 граммов, урожайность силосной массы 400-500 ц/га, масса 1 початка 204 грамма, выход зерна 82 %, урожайность зерна 75-80 ц/га. Общий вид початка и посева кукурузы сорта Дилшод показаны на рисунках 1.7 и 1.8.

Рисунок 1.6 – Общий вид початка кукурузы сорта Шухрат

Рисунок 1.7 – Общий вид початка кукурузы сорта Дилшод

Рисунок 1.8 – Общий вид посева кукурузы сорта Дилшод

Кукуруза сорта Аскар (авторы:А.Х. Хусаинов, А.Ю. Холматов, Б.С. Сангинов, П.Х. Холиков) районирована в 2010 году (рисунок 1.9). Масса 1000 зёрен 280 граммов, масса одного початка 204 грамма, выход зерна 82 %, урожайность силосной массы 400-500 ц/га, урожайность зерна 90-100 ц/га.

Рисунок 1.9 – Общий вид посевов кукурузы сорта Аскар

Кукуруза сорта Зохир (авторы:А.Х. Хусаинов, Т.А. Бухориев, А.Ю. Холматов, Б.С. Сангинов, П.Х. Холиков), высота растений 230 см, среднее количество початков на одном растении 1,5 шт., масса 1000 зерен 245-250 граммов, урожайность силосной массы 340-350 ц/га, вегетационный период 94-96 дней (рисунок 1.10).

Рисунок 1.10 – Общий вид початков кукурузы сорта Зохир

Соя:

Соя сорта Орзу (авторы:З.К. Каримов, З.П. Ганыч, А.Х. Хусаинов) была районирована в 1981 году. Высота растений 103-124 см, сорт приспособлен к механизированной уборке, масса 1000 зёрен 130-150 граммов, урожайность силосной массыдо 310 ц/га, урожайность зерна до 27,3 ц/га, содержание белка в зерне 29,5 %.

Общий вид семян сои сорта Орзу показан на рисунке 1.11.

Рисунок 1.11– Общий вид семян сои сорта Орзу

Соя сорта Ситора (авторы:З.К. Каримов, З.П. Ганыч, М. Пулодов) является среднеспелым сортом с вегетационным периодом 115 дней, урожайностью32-37 ц/га.Масса 1000 семян составляет140 граммов (рисунок 1.12).

Рисунок 1.12 – Общий вид растений сои сорта Ситора

Маш (среднеазиатская фасоль):

Культура маш (среднеазиатская фасоль) содержит до 28 % белка, масличность до 3,45 % и сахара до 6,4 % (рисунок 1.13).

Маш сорта Точики-1, селекция Института земледелия ТАСХН, районирован в 1975 году. Высота растений 50-70 см, масса 1000 зёрен 40-50 граммов, вегетационный период 75-105 дней, урожайность в основном посеве 17-18 ц/га, при повторном посеве 12-15 ц/га.

Рисунок 1.13 – Общий вид бобов и зерен маша

Маш сорта Точики-2 тоже выведен учеными Института земледелия ТАСХН, районирован в 1985 году. Высота растений 70-90 см, масса 1000 зерен 60-65 граммов, вегетационный период 80-100 дней, урожайность в основном посеве 18-20 ц/га, при повторном посеве 14-16 ц/га.

Как показывает практика, после продолжительного возделывания сортов без соблюдения требований семеноводства, семенной материал ухудшается, снижается урожайность сортов и качество продукции.

Для поддержания и повышения ценных качеств сортов сельскохозяйственных культур научные учреждения республики ведут постоянную элитно-семеноводческую работу.

Под семеноводческие посевы отводятся участки с наиболее плодородными и чистыми от сорных растений почвами. Согласно требованиям, на

всех семеноводческих посевах тщательно проводятся видовая и сортовая прополки.

Особое внимание уделяется очистке семян, их обработке и хранению.

1.5. Анализ исследований по обоснованию технологии возделывания сельскохозяйственных культур в повторных посевах в условиях орошения

В рекомендациях по технологии организации повторных посевов, направленных на наиболее эффективное использование орошаемых полей [221, 226, 227] приведены перечень основных культур для повторного посева в условиях орошаемых земель Таджикистана, технологии подготовки почвы, посева, ухода за посевами, полива, уборки, а также перечень применяемых технических средств и технологических параметров полевых операций.

Профессором У.М. Махмадёровым [182, 183] на основании результатов исследований, проведенных в 1994-2004 гг. в условиях Гиссарской долины, рассмотрены и обоснованы основные приемы возделывания зерновых и зернобобовых культур в пожнивных посевах; установлены наиболее рациональные, обеспечивающие получение максимально возможного урожая, параметры агротехнических требований к срокам, способам и нормам высева семян, возрасту предназначенной для посадки рассады; агротехническим методам затопления риса и режимам питания пожнивных культур.

Им установлено влияние различных вариантов агротехнических приемов на биометрические, фитометрические параметры и продуктивность повторных культур, изучена динамика образования и масса клубеньков у пожнивной сои и маша, обоснованы нормы внесения минеральных удобрений, выявлены величины реально возможных урожаев зерновых и зернобобовых культур по приходу фотосинтетической активной радиации (ФАР) с учётом КПД ее использования.

Исследования Т.Н. Набиева, Е.Н. Григоренкова и З.К. Каримова, М.С. Норова,И.Э. Байсариева, С.Г. Багдасарян и других ученых [30, 174, 193, 199,

227] посвящены повторному посеву кукурузы и других кормовых культур на силос.

Для получения двух урожаев зерна рекомендуется (там же) посев зернового сорго, для чего обоснована оптимальная густота насаждения, технология посева и уборки. Им же дается обоснование эффективности возделывания пшеницы сорта Сете-Церрос-66, Навруз, ячменя Чинад-345, сои Орзу. К.Н. Вознесенский, Е.Н. Григоренкова и З.К. Каримов для повторного посева также рекомендуют подсолнечник Млютинский-39, Силосный Гигант К, Батыр; ячмень Ченад-345, овес Таджикский 50, рожь Вахшская 116, горох Мушунг, вику Таджикская-131, перко и рапс.

С. Садриддиновым, Ш. Каландаровым, С. Имамовым, У. Рахмаджановым и другими учеными [226] рекомендованы сроки посева, нормы высева семян и удобрений пшеницы сорта Шарора, овса сорта Тезпазак, нута сорта Муктадир, а также особенности семеноводства названных культур.

С. Г. Багдасарян [30] на основе многолетних исследований обосновала реальные возможности урожаев зерна кукурузы при повторных посевах по влагообеспеченности почв и посевов, оптимальные дозы внесения минеральных удобрений, уравнения для прогнозирования суммарного водопотребления за период вегетации кукурузы, а также расчетные нормы удобрений для интенсивной технологии пожнивной кукурузы.

В условиях Центрального Таджикистана обоснованы возделывания перко, рапса и ржи в качестве повторных и промежуточных культур. Норма высева семян перко в количестве 12 кг на 1 га обеспечивает получение высоких урожаев. Оптимальные нормы удобрений способствуют увеличению выхода с 1 га переваримого протеина с 6,9 до 15,2 ц/га, а кормовых единиц с 51,6 до 115,5 ц/га. Были изучены вопросы продуктивности сортов хлопчатника в пожнивных посевах в условиях Гиссарской долины [255].

На основе многолетних исследований А.Ю. Холматов (2012 г.) обосновал высокую эффективность возделывания кукурузы сортов Аскар, Зохир, а также некоторые гибридные комбинации кукурузы.

В целом вопросы обоснования и технологии возделывания различных сельскохозяйственных культур в Таджикистане подробно рассмотрены в трудах ученых научно-исследовательских институтов Таджикской академии сельскохозяйственных наук и Таджикского аграрного университета, в частности в трудах академиков А.Н. Максумова, Б.С. Сангинова, Х.Ю. Носирова, Х.Д. Джуманкулова, Т.Н. Набиева,Т.А. Бухориева, профессоров Ю.А. Акрамова, Е.Н. Григоренковой, В.Н. Литвинова, Д.К. Косимова, Х.Д. Домуллоджанова, Я.Э. Пулатова, А.Х. Хусаинова, М.С. Норова, к.с.-х.н Х.И. Рашидова, Л. Карамхудоева, А.Ф. Лошкаревой, З.Ш. Эшоновой, З.К. Каримова, М.С. Султановой, Р.Р. Шарипова и многих других [8, 30, 99, 125, 126, 147, 148, 174, 175, 194, 199, 200, 215, 217, 218, 221, 226, 227, 229, 244, 255].

Обоснованию оптимальных режимов орошения сельскохозяйственных культур посвящены труды профессоров Х.Д. Домуллоджанова, Я.Э. Пулатова, к.с.-х.н С.Сотиболдиева, Ш.А. Пулатовой и других ученых республики [125, 126, 215, 217, 218].

Вопросы оптимизации режимов минерального питания сельскохозяйственных культур рассмотрены в трудах академиков ТАСХН Х.Д. Джуманкулова, И.Э. Эшанова, д.с.-х.н, профессоров Ю.А. Акрамова, Б.А. Сущеницы, М.С. Султанова, Т.А. Ахмедова, к.с.-х.н У.Р. Рахматджанова, Ю.С. Анохина и других ученых [8, 30, 99, 187, 229, 244].

Анализ исследований показывает, что учеными республики в целом решены вопросы селекции сортов, обоснования режимов питания и орошения, а также размещения различных культур для повторного посева. Применяемые в настоящее время технологии возделывания сельскохозяйственных культур, основанные на использования имеющихся в наличии в хозяйствах технических средств, не обеспечивают получение всей потенциальной урожайности каждого сорта.

В этой связи стали актуальными вопросы разработки и совершенствования технологии и технических средств возделывания сельскохозяйственных культур.

Исследованиями установлено, что на почвах со средним и высоким уровнем плодородия и слабо засоренными сорными растениями эффективно совмещать предпосевную обработку почвы, внесение удобрений и посев в одном рабочем процессе.

Освоение интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур должно основываться на наиболее энергоэффективных приемах агротехники. Как известно, обработка почвы является одной из наиболее энергоемких и трудоемких технологических операций в растениеводстве. В этом человечество убедилось за 12-14 тыс. лет существования земледелия [53]. Последние 20-30 лет наметилась четко выраженная тенденция совершенствования обработки почвы в направлении минимализации агротехнических приемов.

Минимализация обработки почвы создает совершенно различные условия для роста и развития растений по сравнению с отвальной обработкой. При этом чаще всего применяются комбинированные почвообрабатывающие агрегаты с культиваторными, плоскорезными или дисковыми рабочими органами[51].

При наличии растительных остатков на поверхности почвы её температура бывает ниже на 2 – 3^{o} С по сравнению с отвальной обработкой. При этом в почве недостает фосфора и наблюдается пониженная минерализация органического вещества. Из-за низкого уровня нитрификации растения слабо обеспечиваются азотом.

Основная причина снижения содержания органического вещества при безотвальной обработке по сравнению со вспашкой – это отсутствие заделки в почву растительных остатков. Недостаточный или плохой контакт с почвой растительных остатков, находящихся на поверхности, обусловливает процесс их разложения, который не способствует образования гумуса.

Избыточное количество послеуборочных остатков растений существенно мешает качественной заделке в почву семян. Находящиеся на поверхности послеуборочные остатки растений препятствуют проникновению

гербицидов в почву и создают условия для поражения культурных растений болезнями и вредителями.

При минимальной обработке почвы процессы нитрификации протекают интенсивнее в слое 0-10 см. Наиболее благоприятные условия для синтеза гумуса создаются при вспашке на глубину 20-30 см.

При длительной минимализации обработки почвы, при внесении удобрений поверхностным способом значительно изменяются агрохимические свойства почвы, идет ее подкисление. В этой связи при минимализации обработки почвы известкование проводится чаще, чем при отвальной обработке.

Длительная минимализация обработки почвы, которая основана на применении безотвального способа обработки почвы, приводит к снижению микробиологической деятельности в почве, несколько видоизменяется групповой состав микроорганизмов, уменьшается количество нитрификатов, что ухудшает условия минерального питания растений. Отвальная вспашка необходима хотя бы с периодом в три-четыре года, и с этой целью плуги продолжают совершенствоваться. Одно из направлений – это увеличение угла оборота почвенных пластов [58, 208, 209], что намного улучшает заделку растительных остатков в почву.

Поверхностная обработка почвы в условиях жаркого сухого климата обеспечивает благоприятное строение посевного слоя, сохранение влаги, лучшее качество посева, ускоренный рост и развитие растений в осенний период. Однако в зимний период при резком колебании температуры посевы озимых культур при поверхностной обработке сильнее страдают от вымокания и ледяной корки.

Технологии и технические средства в принципе должны обеспечить улучшение структурного состава поверхностного, и в особенности семенного слоев, устранение почвенных агрегатов крупнее 20 мм из поверхностного слоя. Почвообрабатывающе-посевные машины за один проход должны осу-

ществлять оптимизацию структурного состава почвы и посев семян сельскохозяйственных культур.

1.6. Условия функционирования машинно-тракторных агрегатов в условиях орошаемого земледелия Таджикистана

На работу машинно-тракторных агрегатов кроме почвенно-климатических условий также влияют степень каменистости почв и их засоления, длина гона, тип почвы, рельеф поля и многие другие факторы.

Каменистые почвы. В целом по республике площадь каменистых почв в орошаемой зоне составляет более 100 тыс. га (таблица 1.5).

Таблица 1.5 – Орошаемые каменистые почвы в хлопководческой зоне Республики Таджикистан, га [190]

Области и районы	Годы			Возможный прирост к 2000 году
	1955	1965	1975	
Курган-Тюбинская	800	2553	6790	8600
Кулябская	2250	2370	3222	3500
Ленинабадская (ныне Согдийская обл.)	20830	75804	88300	85000
Гиссарская группа районов	2800	2894	3000	4500
Итого	26680	83621	101312	101600

Рост площадей с каменистыми почвами будет продолжаться, так как неосвоенными остались те земли, которые расположены по пойменным террасам рек, склоновым частям хребтов и горных плато.

В Согдийской области Таджикистана на глубине 0-30 см каменистость почв в % от общей массы составляет 42 %. А на глубине 30-50 см – 65 %.

На каменистых почвах обычен перерасход оросительной воды, удобрений и топливо-смазочных материалов, более ускоренно происходит износ и поломка рабочих органов почвообрабатывающих машин.

Площади сильно и среднекаменистых почв по областям и районам республики приведены в таблице 1.6.

В комплекс мероприятий (или методов) мелиорации каменистых почв входят

- поверхностная уборка камней;
- дробление камней;
- глинование, внесение естественных и искусственных почвоулучшителей;
- возделывание сидерационных культур;
- глубокая вспашка;
- глубокое рыхление и т.д.

Таблица 1.6 – Площади сильно и среднекаменистых почв по областям и районам Республики Таджикистан [193]

Области и районы	Общая площадь каменистых почв, тыс.га
Согдийская область	31,0
Кулябская зона	2,0
Курган-Тюбинская зона	2,0
Районы республиканского подчинения	1,5
Всего по Республике Таджикистан	36,5

Склоновые земли. Характерной особенностью склоновых земель является непрерывная смена уклонов от 5^0 до 30^0 и более при одновременном изменении ориентации площади. Исследованиями, проведенными учеными Таджикского НИИ почвоведения и «Таджикгипрозем», установлено, что только в юго-западной части республики можно освоить под сельскохозяйственные культуры 350 тыс. га, из них 90 тыс. га имеют уклоны от 6 до 11^0, остальные 260 тыс. га – до 31^0. Абсолютная высота их над уровнем моря – не более 1200 м [193].

Склоны крутизной 10-15^0 рекомендуется использовать под виноградники, без обработки почвы, а крутизной 15-25^0 и более – террасировать и отводить под виноградники, садовые и цитрусовые культуры.

В целом можно заключить, что неорошаемые склоновые земли невозможно использовать под повторные культуры.

1.7. Исследования по обоснованию наиболее рациональных режимов работы машинно-тракторных комплексов

Из-за вероятностного характера изменения внешних воздействий со стороны поля на машинно-тракторный агрегат происходят значительные колебания его нагрузочного режима, который проявляется как в тяговом усилии, так и в колебаниях крутящего момента на коленчатом валу ДВС [1-6, 34, 40, 87, 127]. Впервые воздействие таких нагрузок на эксплуатационные параметры МТА рассмотрены в работах академика В.Н. Болтинского [32].

Позднее в трудах таких ученых, как Н.С. Ждановский, С.А. Иофинов, Л.Е. Агеев, А.Б. Лурье, Ю.К. Киртбая, В.С. Шкрабак, В.Г. Еникеев, А.В. Николаенко, Д.Н. Саакян, Р.Ш. Хабатов, А.А. Зангиев, Е.И. Давидсон, А.М. Валге, А.П. Савельев, Р.Х. Юсупов, Н.И. Джабборов, С.В. Глотов, В.А. Эвиев, М.С. Льянов, Л.И. Миндель, С.Б. Тимонин и других [1-6, 41, 66, 80, 82-83, 87, 129, 131, 135-139, 145, 150, 173, 186, 223, 235, 238, 247, 251, 259, 262, 264] данное направление получило свое дальнейшее развитие.

Рельеф местности, тип, состояние и влажность почвы, температура окружающей среды, степень засоренности поля камнями (каменистость), высота над уровнем моря, размеры полей существенно влияют на работу машинно-тракторных агрегатов и их эксплуатационных показателей [1, 16, 34, 40, 65, 87, 91].

Анализ литературных источников показывает, что научные труды Л.Е. Агеева [1, 3, 5], В.С. Шкрабак [5], А.П. Савельева [238], Н.И. Джабборова [22, 87-98, 100-112], А.Б. Ризоева [222], Э.Х. Багаева [29], Р.М. Баширова [32], С.В. Глотова [69], В.А. Эвиева [42, 259], А.К. Кимсанова [91, 141-144], У.П. Латыпова [171], Р.С. Асророва [12], Д.Х. Миракилова [93, 95, 184], А.С. Насриддинова [192], М. Сафарова [234], Н.Д. Сайфова [237], А.Т. Тагоймуродова [245], Н.Ш. Шералиева [256], И.И. Максимова [179] и других ученых в основном посвящены проблеме повышения эффективности машиноиспользования путем обоснования рациональных параметров и режимов работы в различных климатических условиях.

В трудах профессора Агеева Л.Е. представлена разработанная им методология, позволяющая определять наиболее рациональные режимы работы машинно-тракторных агрегатов с различными типами ДВС. Предложенная методика широко применяется при расчете оптимальных параметров эксплуатационных показателей и предельных значений энергетических и технико-экономических параметров МТА [1-5].

Особенности эксплуатации сверхмощных тракторов сельскохозяйственного назначения с двигателями дизельного и газотурбинного типов, а также современные тенденции и наиболее перспективные направления развития механизации сельскохозяйственного производства, научные предпосылки к повышению эффективности применения машинно-тракторных агрегатов представлены в ряде работ следующих ученых: проф. Н.С. Ждановского, А.В. Николаенко, В.С. Шкрабака, А.В. Соминича [5, 129].

Вопросам автоматизации мобильных МТА, обоснования параметров и методов технической оснащенности растениеводческой отрасли, а также оценке качества работы МТА в условиях вероятностного характера их функционирования посвящены научные работы профессора В.Г. Еникеева [127, 128].

В своих трудах профессор А.М. Валге изложил основы повышения эффективности работы МТА на стадиях исследования и разработки, обработки опытных данных в механизации технологических процессов [39-42].

Методы снижения прямых затрат по топливно-энергетическим показателям в процессе выполнения технологических операций и возможные пути повышения эффективности применения машинно-тракторных агрегатов, а аткже адекватные математические модели, позволяющие определять наиболее рациональные параметры и режимы работы МТА, предложены проф. Л.Е. Агеевым и В.А. Эвиевым. [6, 259].

Труды проф. Р.М. Баширова [32] посвящены вопросам повышения эффективности МТА на основе технических решений с предлагаемыми методами оптимизации при их эксплуатации, которые учитывают вероятностный

характер внешних воздействий, распределение сельскохозяйственных агрегатов по выполняемым операциям и повышение качества агротехнических работ при обработки почвы на примере Республики Башкортостан.

В трудах Н.И. Джабборова [87, 88, 90, 96, 121] представлены научные основы для топливно-энергетической оценки агротехнических операций, а также обоснованы варианты прогнозирования эффективности различных технологий с использованием блочно-модульных агрегатов, применяемых при возделывании сельскохозяйственных культур. Представленные исследования справедливы для различных операций: основная и предпосевная обработка почвы, посев и междурядная обработка культур при возделывании в различных климатических и почвенно-рельефных условиях.

Решению вопросов, связанных с выбором оптимальных эксплуатационных параметров и режимов работы малогабаритных энергетических средств посвящены труды профессора Ф.Ф. Романова [223, 224].

В работах А.М. Деменьтева, Н.И. Джабборова, А.В. Добринова представлены классификация критериев, применяемых для объективной оценки эффективности применения машинно-тракторных агрегатов. Дана программа их использования для рационализации агротехнических операций с целью улучшения эксплуатационных значений тяговых МТА [90].

Труды д.т.н. А.А. Гафарова посвящены проблемам повышения качества и эффективности возделывания овощей на гребнях. В них предлагается совершенствовать не только средства механизации, но и контроль качества выполненных работ, что должно приводить к повышению стабильности технологических операций. В этих работах представлены математические модели, которые позволяют проводить оценку качества динамических характеристик МТА, на основе теоретических и практических исследований доказаны оптимальные конструктивные и технологические параметры рабочих органов агрегата, которые способны обеспечить необходимые значения качества подготовки гребней.

Вопросам энергосбережения в различных агротехнологических про-

цессах за счет рационального комплектования комбинированных агрегатов посвящены работы доц. А.М. Дементьева [96, 97, 101, 115].

К.т.н. Р.С. Асроровым разработаны и предложены математические модели, позволяющие оценить технико-энергетические параметры и экономичность работы МТА с тракторами третьего и четвертого классов, оборудованных двигателями постоянной мощности [12].

Доц. М. Сафаровым обоснованы рациональные параметры и нагрузочные режимы работы транспортных средств с тракторами тяговых классов 0,9 и 1,4 [234].

Доц. А.С. Насреддиновым на основе теории вероятности и статистики усовершенствован метод, позволяющий определить энергозатраты различных технологических процессов. Им разработан ряд математических моделей, реализация которых позволяет определять наилучшие значения вероятностно-статистических оценок энергетических параметров и технико-экономических показателей машинно-тракторных агрегатов. Кроме того, в работах А.С. Насреддинова обоснована наиболее рациональная структура топливных и энергетических затрат на производство пшеницы по типовым и энергосберегающим технологиям в условиях Гиссарской долины Таджикистана[192].

Обоснованию путей для сокращения энергетических затрат при технологическом процессе глубокой обработки почвы, которые основаны на оптимизации режимов и параметров работы тракторов четвёртого класса посвящена работа к.т.н. Н.Д. Сайфова [237].

К.т.н. А.Т. Тагоймуродовым усовершенствована технология возделывания картофеля на орошаемых и богарных землях Таджикистана, обоснованы структура энергетических затрат на производства картофеля по типовым и энергосберегающим технологиям, разработаны и предложены энергетические модели производства картофеля в условиях Республики Таджикистан [245].

Доц. Д.Х. Миракиловым [93, 119, 184] рассмотрены и решены анало-

гичные вопросы при обработке почвы и нарезке гряд путем оптимизации параметров и режимов работы почвообрабатывающей комбинированной машины КМ-2,4, агрегатированной с трактором Т-4А.

Оптимизация режимов работы МТА, связанная с постоянным контролем интенсивности изменения его нагрузочных показателей, предложена доц. С.В. Калачиным [145]. В своей диссертационной работе он предложил аналитические методы обоснования и расчета допускаемых режимов работы для системы «МТА-Оператор». Идея методов базируется на функциональных возможностях тракториста-машиниста, дополненных новыми средствами эксплуатационного контроля, которые в синтезе позволяют получить наиболее достоверную информацию о значениях и изменениях различных контролируемых показателей.

Оптимизация эксплуатационных параметров и режимов работы МТА производится с применением критериев оценки эффективности их функционирования.

По информации из следующих источников [1, 5, 6, 12, 16, 40, 87, 88, 90, 91, 127, 130, 132, 135, 150, 181, 188, 197, 223, 235, 248, 259] для оценки параметров и режимов работы различных технических средств зачастую используют такие критерии эффективности:

- максимальная производительность МТА;
- максимальное значение КПД трактора;
- минимальная энергоемкость технологического процесса;
- минимальный удельный расход топлива двигателя;
- максимальная эффективная мощность двигателя;
- минимальный удельный тяговый расход топлива;
- максимальная тяговая мощность трактора;
- максимальная урожайность;
- минимальный погектарный расхода топлива.

Наряду с указанными, ряд источников рекомендует применять интегральные критерии:

- минимальное значени приведенных затрат [1, 5, 37, 65, 127, 135, 150, 155];

- максимальный годовой экономический эффект [1, 16, 83, 127, 259];

- минимальная энергоемкость технологического процесса [87, 88];

-минимальное математическое ожидание прямых топливно-энергетических затрат [4, 87, 259].

К основным показателям работы, определяющим выбор того или иного критерия оценки эффективности, относятся

- условия обязательного качественного выполнения всех технологических операций;

- наличие в необходимом количестве квалифицированной рабочей силы;

- качество содержания технического обслуживания тракторов и сельскохозяйственных машин;

- значимость и место данной работы или технологической операции в технологическом процессе производства продукции;

- погодные условия;

- максимально допустимая продолжительность работ и ряд других условий (рис. 1.14 и 1.15).

В технологиях производства сельскохозяйственной продукции эффективность агротехнологических операций ограничена количеством квалифицированной рабочей силы, объемом материально-технических ресурсов и т.п.

Для выбора критериев эффективности учеными Н.И. Джабборовым, А.В. Добриновым и А.М. Дементьевым предложен следующий алгоритм [97]:

1. Необходимо провести анализ условий, в которых МТА предстоит выполнять технологические операции.

2. Определить место и весомость критериев оценки эффективности работы МТА и условий его функционирования.

3. Выбрать основной показатель оценки эффективности в числе критериев глобального, локального, интегрального и частного уровней.

4. Определить дополнительные критерии, выбор которых определяется по основному показателю.

5. С учетом выбранных критериев составить прогноз эффективности работы МТА и выполнения технологического процесса.

Рисунок 1.14– Алгоритм выбора критериев эффективности технологического процесса

Рисунок 1.15 – Алгоритм формирования исходных показателей для выбора критериев оценки эффективности МТА и технологических процессов [97]

1.8. Теоретическое обоснование параметров и режимов работы МТА

Для оценки эффективности и качества работы машинно-тракторных агрегатов разработан ряд энергетических и технико-экономических маркеров. Их допустимые значения принято классифицировать по следующим признакам:

- по характеру назначения – производственные, ремонтные и эксплуатационные (рис. 1.16.);

- по параметрическим группам – энергетические, агротехнологические, эргономические и технические (рис. 1.17);

- по количественным показателям – установочные (определение на уровень настройки и ее точность), контрольные (на определение полей допусков) одно и двухсторонние с верхней и нижней предельными границами (рис. 1.18);

- по характеру методов определения – эмпирические, расчетные, комбинированные (расчетно-эмпирические);

- по количеству определяемых параметров – единичные, обобщенные (комплексные).

Для обоснования допустимых параметров энергетических и технико-экономических показателей работы МТА использована методика, предложенная профессором Л.Е. Агеевым.

Для оценки качества агротехнологических операций, проводимых машинно-тракторными агрегатами, основное внимание обращают на агротехнические показатели. Поля допусков для их значений приведены в Правилах осуществления механизированных операций и Типовой технологии [2, 214].

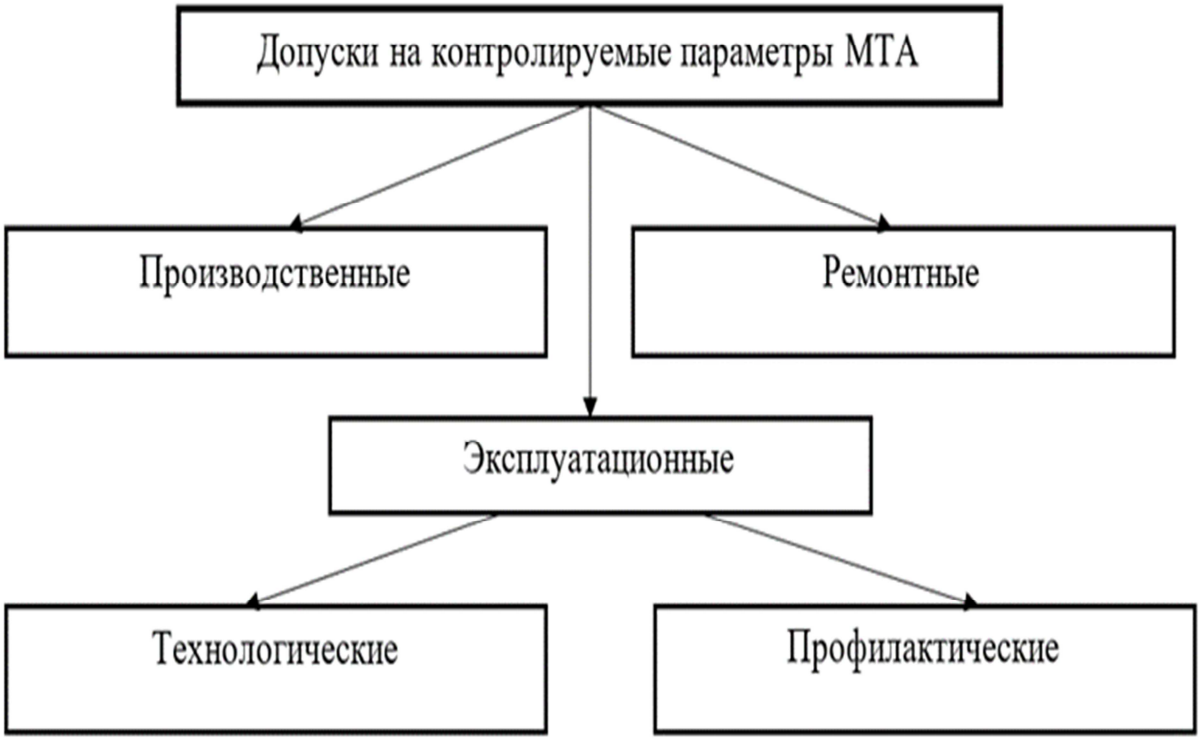


Рисунок 1.16– Классификация допусков на контролируемые параметры МТА по назначению [1]

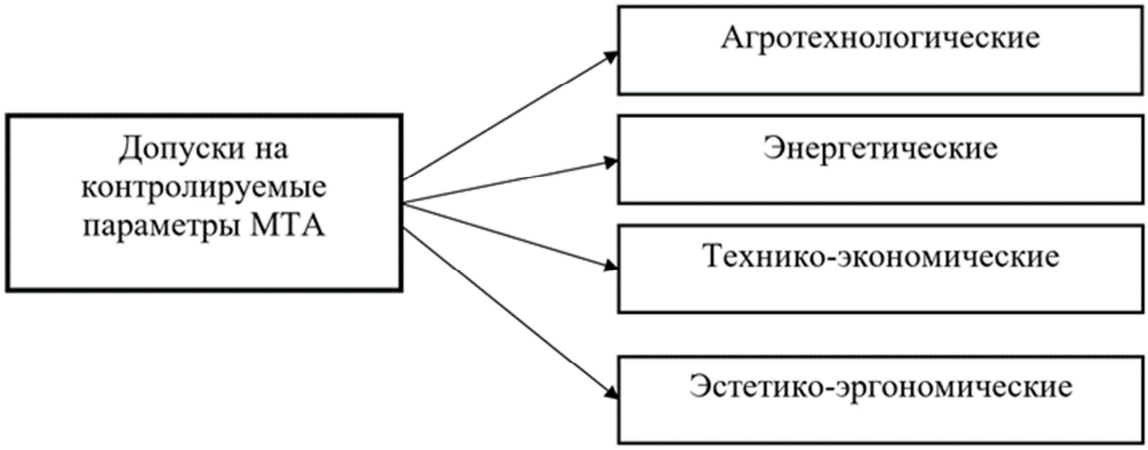


Рисунок 1.17– Классификация допусков контролируемых параметров работы МТА на основе системы оценочных показателей [1]

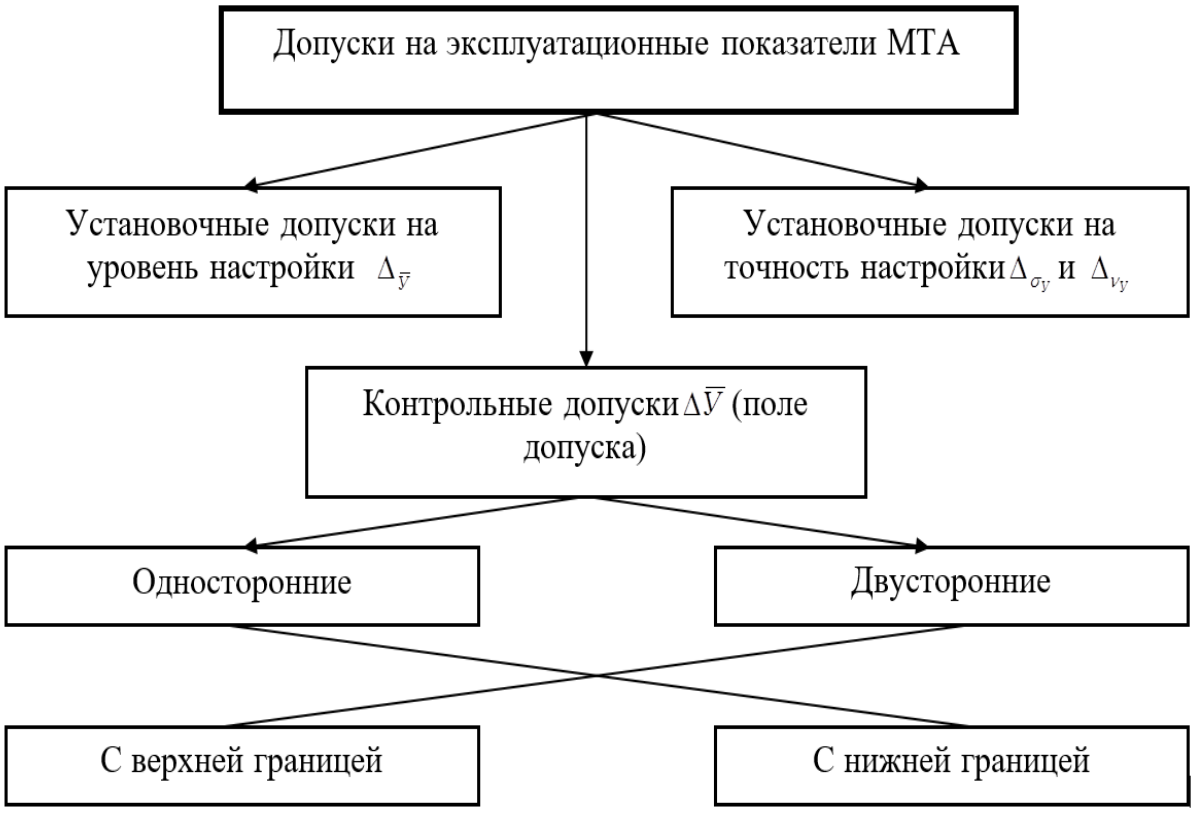


Рисунок 1.18– Классификация эксплуатационных допусков, контролируемых показателей работы МТА на основе количественных характеристик [1]

Отклонения критериальных параметров, применяемых в системе показателей работы МТА, от их номинальных значений регламентированы и должны лежать в поле предельных допусков. Это относится как к агротехническим, так и эргономическим показателям [1, 2].

Поля допусков и номинальные значения контролируемых параметров указаны в нормативно-технической документации: стандарты, технические условия, руководящие технические материалы, технические описания и др. [1,2].

При обосновании оптимальных (или рациональных) значений эксплуатационных полей допусков применяют различные критерии. К примеру, в работах Ю.К. Киртбая предлагается определять оптимальные значения допусков на показатели эффективности технологического процесса по следующим критериям [150]:

- допустимая величина сбора культуры с единицы, занимаемой ею площади;

- влияние состояния и регулировок МТА на качество их работы;

- вариативность свойств обрабатываемого материала;

-показатели качества предыдущих (или последующих) агротехнических операций.

Для общего случая в целях обоснования наиболее рациональных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов приняты следующие критерии:

- минимальные значения прямых и приведенных затрат [1, 3, 5, 32, 127, 135, 150, 155];

- максимальная производительность машинно-тракторного агрегата для конкретных условий его работы [1; 3, 12, 38, 87, 130, 150];

- минимальные значения удельного расхода топлива [1, 3, 5, 6, 12, 66, 259];

- минимальная энергоемкость агротехнического процесса [12, 18, 21, 28, 84, 88, 90, 259];

- обобщенные (или интегральные) критерии оптимизации [87, 90, 259].

Вследствие случайного характера изменений внешних нагрузок параметры работы МТА не постоянны. В этой связи для определения допусков на величину и точность настройки различных параметров работы МТА применяют известные показатели: математическое ожидание – m_y, дисперсия – $Д_y$, среднее квадратическое отклонение – σ_y, коэффициент вариации – ν_y[1, 3, 41, 42, 87].

Научные труды ученых Л.Е. Агеева [1, 5], С.В. Глотова [66], Н.И. Джабборова [88, 91], Б.И. Гусева [80], И.И. Выдрина [62], А.Б. Ризоева [222], В.А. Эвиева [259] и других посвящены вопросам обоснования наиболее рациональных значений, а также полей допусков эксплуатационных параметров работы машинно-тракторных агрегатов в различных климатических условиях и для разного почвенного состава.

Определению допускаемых значений агротехнологических параметров МТА при выполнении технологических операций посвящены исследования профессоров А.Б. Лурье [172], В.Г. Еникеева [127], Е.И. Давидсона [82, 83] и их учеников.

Проф. Л.Е. Агеев [1-6] целый ряд своих работ посвятил вопросам обоснования наиболее рациональных параметров и режимов работы тяговых и тягово-приводных МТА. Разработанные и предложенные им методы являются фундаментальной основой при обосновании рациональных параметров и режимов работы МТА.

Допуски на параметры, показывающие энергетические затраты, были исследованы С.В. Глотовым [66] с целью увеличения эффективности работы агрегата при условии лучшего контроля расхода топлива, производительности и других эксплуатационных параметров агрегатов на базе тракторов тягового класса 1,4. В результате были предложены математические модели по расчёту динамического состояния агрегата. При этом учитывалось, что нагрузка имеет случайный характер, поэтому автор оперировал математическими ожиданиями, среднеквадратичными отклонениями и допусками на эти

статистические характеристики при выборе рациональных регулируемых параметров тракторов. Допуски на регулируемые параметры агрегата, по мнению С.В. Глотова, должны иметь определённую периодичность воздействия оператора для их изменения. Им были также предложены новые методы контроля регулируемых параметров и соответствующие технические средства. Эти методы основаны не на традиционных способах учёта моточасов или количества израсходованного топлива, а на применении более современных и более точных микропроцессорных приборов учёта и контроля.

В агротехнике хлопка могут быть использованы также и тракторы класса 0,9 с соответствующей модификацией переднего моста (хлопковая модификация). Допуски контролируемых и настроечных параметров для них при работе на посеве и междурядной обработке были исследованы Н. Неверовым [198]. Им получены расчетные формулы и установлены количественные характеристики оптимальных и допускаемых режимов работы агрегатов при посеве и междурядной обработке хлопчатника с тракторами этого тягового класса.

В работах профессора П.В. Багнюка [31] представлены исследования работы тракторов третьего тягового класса с различными сельскохозяйственными агрегатами. Приведена методика выбора полей допусков основных параметров их работы. Эти тракторы работали на более энергозатратных полевых операциях по основной обработке почвы.

П.В. Багнюком обоснованы формулы для расчета оптимальных и экстремальных значений вероятностно-статистических характеристики полей допусков эксплуатационных и технико-экономических показателей работы машинно-тракторных агрегатов с тракторами третьего класса, которые оснащены двигателями постоянной мощности. Обоснованы поля допусков и зависимости их величины от степени рассеивания внешних нагрузок для тягового (ДТ-75Н и БДТ-3,0) и тягово-приводного (ДТ-75Н и ВПК-4,5) машинно-тракторных агрегатов.

Допуски на контролируемые и оценочные эксплуатационные параметры агрегатов по основной обработке почвы с применением более мощных тракторов класса 5 с газотурбинным двигателем были исследованы профессором Н.И. Джабборовым [87-92]. Он дал методику оценки и прогнозирование энергетических затрат в агротехнических операциях по возделыванию с/х культур мобильными агрегатами с учетом изменчивости внешних нагрузок. В частности, он разработал методику расчета и оптимизации прямых топливных и энергетических затрат, а также энергоемкости агротехнологических процессов. Предложил шкалу градации критериальных значений по степени их влияния на агротехнологический процесс.

Профессором В.А. Эвиевым [6, 259] разработан целый ряд научных положений[259]:

- математические модели, позволяющие определять наиболее рациональные значения и пределы допусков параметров работы тяговых и тягово-приводных агрегатов на базе тракторов, которые оснащены ДПМ, ГМТ и дизелями;

- алгоритмы и программы расчета, позволяющие в условиях вероятностных внешних нагрузок дать оценку энергетических и технико-экономических параметров работы тяговых и ТПА на базе тракторов, оборудованных ДПМ, ГМТ и дизелями;

- выбор наиболее рациональных режимов работы машинно-тракторных агрегатов, которые обеспечивают их наибольшую эффективность;

- методика оптимизации топливного и энергетического расходов, которая, обеспечивая ресурсосбережение, предусматривает выполнение всех технологических операций;

- эксплуатационные допуски на установочные и контролируемые параметры при условии непрерывного контроля работы агрегатов с двигателями постоянной мощности, а также с тракторами, имеющими гидродинамическую трансмиссию;

- методы диагностирования работы агрегата и определения допуска на энергетические затраты при конструктивных решениях встроенных микропроцессорных приборов, позволяющих реализовывать более быстрый или даже непрерывный контроль качества проведения полевых операций и энергетики технологического процесса.

Влияние случайного или гармоничного колебания нагрузки на энергетические затраты, методика расчёта и прогнозирования допусков на энергетику дизелей при их работе в условиях сельскохозяйственного производства при полном или частичном режимах нагружения нашли своё отражение в научных трудах Б.И. Гусева, С.В. Глотова, Е.С. Волгаева, В.А. Филина, В.В. Соколова, Е.В. Максутова, О.И. Худиева, В.В. Щербинина и других ученых [63, 66, 241, 258].

Анализ исследований показал, что учеными в основном разработаны алгоритмы, блок-схемы алгоритмов и программ для ЭВМ, освоение которых позволит обосновать оптимальные (или рациональные) значения контролируемых энергетических параметров и технико-экономических показателей МТА в условиях их функционирования при вероятностной нагрузке. Системы эксплуатационных полей допусков, которые определяют уровень и точность настройки рабочих параметров и показателей обеспечивают непрерывный контроль рабочего процесса МТА во время выполнения агротехнологических операций, а также позволяют прогнозировать экономичность осуществляемых процессов.

1.9. Анализ методов и критериев оценки эффективности технологических процессов и функционирования МТА

Анализ трудов, посвященных обоснованию наиболее перспективных технологий производства сельскохозяйственной продукции, сути технологических процессов и состава МТА, позволяет выделить следующие группы критериев эффективности:

- экономический критерий;

- топливно-энергетический критерий;

- экологический критерий;

- критерий качества выполнения работы;

- критерий востребованности технологий и применяемых технических средств;

- эргономический критерий;

- критерий надежности.

Как известно [90], указанные критерии по степени их значимости делятся на частные и обобщенные, а также локальные и глобальные.

Для объективной экономической оценки эффективности различных технологий существует несколько критериев.

1). Минимальный удельный расход топлива, $\overline{g}_{e.\min}$. Его применяют в тех случаях, когда необходимо найти компромисс между расходом и эффективной мощностью двигателя: $\overline{G}_{T.\max}$ и $\overline{N}_{e.\max}$ [1, 259]:

$$\overline{g}_e = \frac{Cf_1(\overline{M}_к)}{f_2(\overline{M}_к)} \to \min, \qquad \textbf{(1.1)}$$

где $C = 10^3$ – поправочный коэффициент;

$\overline{G}_T = f_1(\overline{M}_к)$ – математическое ожидание (или среднее значение) часового расхода топлива двигателя, кг/ч;

$\overline{N}_e = f_2(\overline{M}_к)$ – математическое ожидание эффективной мощности двигателя, кВт.

2). Минимальный удельный тяговый расход топлива, $\overline{g}_{кр.\min}$. Его применение обосновано в тех случаях, когда стоит выбор между часовым расходом топлива ($G^i_{T.\max}$) и тяговой мощностью трактора ($\overline{N}^i_{кр.\max}$) [1, 5, 90, 259]:

$$\overline{g}_{кр} = \frac{Cf_1(\overline{P}_{кр})}{f_2(\overline{P}_{кр})} \to \min, \qquad (1.2)$$

где $C = 10^3$ – коэффициент аппроксимации; $\overline{N}^i_{кр} = f(\overline{P}_{кр})$ – математическое ожидание тяговой мощности трактора на i – й рабочей передаче, кВт;

$\overline{G}_T^i = f(\overline{P}_{кр})$ – математическое ожидание часового расхода топлива двигателя на i – й рабочей передаче трактора, кг/ч.

3). Максимальная производительность машинно-тракторного агрегата, $\overline{W}_{ч.\max}$ –. Применение этого обобщенного критерия обосновано при решении задач по оптимизации загрузки двигателя и трактора, а также их эффективной и тяговой мощности двигателя [1, 90]:

$$\overline{W}_ч = C_w^1 \overline{N}_e \to \max, \tag{1.3}$$

или

$$\overline{W}_ч = C_w^2 \overline{N}_{кр} \to \max, \tag{1.4}$$

где $C_w^1 = 0.36\eta_T \tau K_a^{-1}$ – коэффициент; $C_w^2 = 0.36\tau K_a^{-1}$ – коэффициент; τ – коэффициент использования времени смены; K_a – удельное сопротивление машины, кН/м; $\overline{N}_e = f_1(M_к)$ – математическое ожидание эффективной мощности двигателя, кВт; $\overline{N}_{кр} = f(P_{кр})$ – математическое ожидание тяговой мощности трактора, кВт; η_T – тяговый КПД трактора в заданном рабочем режиме.

4) Критерий, определяющий максимальную производительность, можно записать как функцию от скорости движения и ширины захвата агрегата:

$$W_ч = 0{,}1 B_p V_p \tau \to \max, \tag{1.5}$$

где B_p – рабочая ширина захвата машинно-тракторного агрегата, м; V_p – скорость его движения, м/с.

5) Для оценки работы МТА с учетом условий различных климатических и почвенных зон в работах Л.Е. Агеева и Р.Ш. Хабатова предлагается вводить интегральный критерий – минимальное значение приведенных затрат на единицу площади [1, 73, 251]:

$$C_{пр} = C_{га} + E_н K' \to \min, \tag{1.6}$$

где $C_{га} = C_ч / W_ч$ – прямые эксплуатационные затраты, руб./га; $C_ч$ – затраты денежных средств на 1 час работы МТА, руб./ч; $K' = K / W_ч$ – удельные капитальные вложения, руб./га; $W_ч$ – производительность МТА за 1 час сменного

времени, га/ч; $E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капвложений $(E_н = 0{,}15)$.

В свою очередь, в работах Ю.К. Киртбая для определения минимума приведенных затрат предлагается следующая формула [73, 150]:

$$C^*_{пр} = \sum_{i=1}^{n} C_{пр_i} F_i \rightarrow \min, \tag{1.7}$$

где $C_{пр_i}$ – удельные затраты денежных средств при выполнении i – й технологической операции, руб./га; n – общее количество технологических операций; F_i – наработка при выполнении i – й операции, га.

6) Годовой экономический эффект. Это глобальный показатель и для эффективности работы МТА его значение должно быть максимальным. Его принято определять как разницу эффективности сравниваемых машин [73, 155]:

$$Э_Г = [(C_1 + E_н K_1) - (C_2 + E_н K_2)] A_2 \rightarrow \max, \tag{1.8}$$

или

$$Э_Г = B_З (П_б - П_н + Э) \rightarrow \max, \tag{1.9}$$

где A_2 – годовой объем работы в натуральных единицах после начала внедрения комплекса мероприятий по новой технике, га; 1 и 2 – индексы, соответствующие новому и базовому вариантам технических решений; C_1 и C_2 – себестоимость агротехнологического процесса по базовому и новому вариантам, руб.;

$$E = (C_1 - C_2)/(K_2 - K_1), \tag{1.10}$$

где K_1 и K_2 – капитальные вложения по сравниваемым вариантам, руб.; $П_б, П_н$ – приведенные затраты на единицу наработки по базовой и предлагаемой технологиям (машинам) соответственно, руб./ед. наработки; Э–экономический эффект, руб./ед. наработки; $B_з$ – годовая наработка новой машины в условиях конкретной климатической зоны, ед. наработки/год.

Лимитная цена ($Ц_л$) предлагаемого МТА определяется по следующей формуле [155]:

$$Ц_л = Ц_{вл} \cdot \sigma, \quad (1.11)$$

где $Ц_{вл}$ – верхний предел лимитной цены, руб.; σ – коэффициент, характеризующий гарантию потребителю экономического эффекта от применения новой техники (ориентировочно принимают σ = 0,8-0,9).

В свою очередь, верхний предел лимитной цены определяют, как [155]:

$$Ц_{вл} = [Э_г / (a + E_н) + Ц_{оп} \cdot c] c^{-1}, \quad (1.12)$$

где $Э_г$ – годовой экономический эффект, руб.; a – коэффициент амортизационных отчислений; $E_н$ – коэффициент нормативной эффективности капиталовложений ($E_н = 0{,}15$); $Ц_{оп}$ – проект оптовой цены предлагаемой техники, руб.; c – коэффициент перевода оптовой цены в балансовую ($c = 1{,}2 - 1{,}3$).

Оптовую цену новой техники определяют по формуле [155]:

$$Ц_{оп} = (Ц_{оз} \cdot M_н) M_з^{-1}, \quad (1.13)$$

где $Ц_{оз}$ – оптовая цена базовой машины, руб.; $M_н, M_з$ – масса базовой и новой машины соответсвенно, кг.

Зачастую те методы, которые применяют для оценки производства как растениеводческой, так и животноводческой продукции, не позволяют дать точный прогноз по затратам энергии, т.к. имеют большую волатильность [181, 205, 248].

При топливно-энергетической оценке эффективности объектов исследований, то есть разработанных почвообрабатывающе-посевных машин, использованы следующие критерии оптимизации.

1). Максимальный коэффициент полезного действия МЭС. Представляет собой обобщенный критерий, применяемый для оценки эффективности машинно-тракторного агрегата.

Все проектируемые машины должны обеспечивать оптимальную загрузку трактора по максимуму КПД $\eta_{T.\max}$ [1, 90]:

$$\eta_T = N_{кр}^{\max} / N_{ен} \to \max, \qquad (1.14)$$

где $N_{кр}^{\max}$ – максимальное значение тяговой мощности трактора, которая функционально зависит от внешней нагрузки, кВт; $N_{ен}$ – номинальная мощность ДВС, кВт.

2). Минимальное значение математического ожидания при прямых топливно-энергетических затратах [1, 90, 259]. Еще один вариант обобщенного критерия, который способен указать на наиболее рациональные параметры и режимы работы МТА:

$$\overline{E}_{ПО} = \frac{C_E f_1(\overline{M}_C)}{f_2(\overline{M}_C)} \to \min , \qquad (1.15)$$

или

$$\overline{E}_П = (\overline{G}_T t_p \alpha_T)/\overline{W}_ч + [(G_{TX} + G_{TO})\alpha_T]/\overline{W}_ч = \overline{E}_{ПО} + E_{ПД} \to \min, \qquad (1.16)$$

где $C_E = \alpha_T k_a/(0{,}36\eta_T\tau)$ – поправочный коэффициент; $\overline{G}_T = f_1(\overline{\mathrm{M}}_C)$ – математическое ожидание часового расхода топлива двигателя, кг/ч; $\overline{N}_e = f_2(\overline{\mathrm{M}}_C)$ – матожидание мощности двигателя по его эффективности, кВт; α_T – энергетический эквивалент дизельного топлива, объединяющий теплосодержание, а также затраты энергии на производство 1 кг топлива, МДж / кг; T_p, T_x и T_o – соответственно затраты времени на рабочий режим, на поворотах и переездах, а также на остановках; K_a – удельное тяговое сопротивление рабочих машин, кН/м; η_T - тяговый КПД трактора на заданном рабочем режиме; $t_p = T_p / T_p = 1; t_x = T_x / T_p; t_o = T_o / T_p$ – коэффициенты; $\overline{E}_{ПО} = C_E \alpha_T K_a /(0{,}36\eta_T\tau)$ – основные прямые топливно-энергетические затраты, МДж/га; $E_{ПД}$ – дополнительные прямые топливно-энергетические затраты, $\overline{W}_ч = 0{,}36\eta_T\tau\overline{N}_e / K_a$ – математическое ожидание часовой производительности машинно-тракторного агрегата, га/ч; G_{TX} и G_{TO} – часовой расход топлива со-

ответственно на поворотах, переездах и во время остановки агрегата при работающем двигателе, кг/ч; τ – коэффициент использования времени смены.

Прямые затраты топлива и энергии при осуществлении технологических операций следует выбирать в пределах $E_{ПД} = (0{,}10...0{,}15)\overline{E}_{ПО}$ [87].

Обобщенный критерий $\overline{E}_{ПО} \to \min$ является объективным, не зависящим от тенденций на рынке. Он является актуальным для двух критериев: максимума G_T и минимума отношения $1/\overline{N}_e$ (максимума $\overline{N}_e$) и характеризует уровень технической оснащенности и технологичности процессов. Не исключая стоимостных показателей, считается одним из критериев для оценки эффективности позволяющей точно определить энергоемкость технологического процесса.

3). Критерии оценки энергоэффективности, то есть максимальный годовой энергетический эффект при минимальном количестве топливно-энергетических затрат, представляют собой наиболее стабильные показатели оценки во времени .

С учетом этого, наиболее показательным является такой глобальный показатель, как размер годового энергетического эффекта от использования МТА.

В качества глобального критерия оценки эффективности принимается размер ожидаемого годового энергетического эффекта, который характеризует общую энергетическую эффективность МТА, и вычисляется из выражения [87]:

$$\overline{Э}_г = (Э_Н - \overline{Э}_i^*) t_Г \overline{W}_Ч^* \to \max, \qquad (1.17)$$

где $\overline{Э}_г$ – математическое ожидание годового энергетического эффекта от эксплуатации машинно-тракторного агрегата, МДж/агрегат; $Э_Н, \overline{Э}_i^*$ – соответственно базовое и наиболее рациональное (соответствующее минимальному) значения энергоемкости агротехнологического процесса, МДж/га; $t_Г$ – годовая загрузка в зависимости от зоны МТА, ч; $\overline{W}_Ч^*$ – наиболее рациональное значение производительности МТА, га/ч.

4) При продолжительных сроках реализации технологических операций в качестве критерия оценки эффективности рекомендуется учитывать режимы, обеспечивающие минимальную энергоемкость технологического процесса [87]:

$$\begin{aligned} Э_i = &[g_T(\alpha_T + f_T) + g_э(к_T + f_э) + g_к(к_к + f_к)]W_{см}^{-1} + \\ &+ g_y W_{см}^{-1} + g_{yп} W_{см}^{-1} \to \min, \end{aligned} \tag{1.18}$$

где $Э_i$ – топливно-энергетические затраты на $i-й$ технологический процесс, МДж/га; $g_T = G_{TP}T_P + G_{TX}T_X + G_{TO}T_O$ – количество израсходованного топлива за одну смену, кг; G_{TP}, G_{TX}, G_{TO} – часовой расход топлива на разных режимах, кг/ч; T_P, T_X, T_O – время движения на различных режимах и время холостого хода, ч; α_T – теплосодержание топлива, МДж/га; $к_э, к_к$ – коэффициент перевода 1 кВт.ч в 1 МДж ($к_э = 3{,}6$) и 1 ккал в 1 МДж ($к_к = 0{,}00419$); f_T, $f_э$, $f_к$ – коэффициенты, учитывающие дополнительные энергозатраты на производство топлива (МДж/кг), электроэнергии (МДж/кВт·ч) и тепла (МДж/ккал); $g_э, g_к$ – затраченное за смену количество электроэнергии (МДж/кВт·ч/см) и тепла (ккал/см); $g_y = \alpha_o q_a T_{см} T_{ОГ}^{-1}$ – условная часть энергетических затрат; q_a – расход технологических материалов в виде семян, удобрений, пестицидов и т.п. на единицу времени, кг/ч; $T_{см}$ – время смены, ч; $T_{ОГ}$ – срок действия технологического материала; $g_{уп} = E_{ж} + E_T + E_м + E_c$ – условно постоянная часть топливно-энергетических затрат; $E_{ж}$ – энергетические затраты живого труда, МДж/см; $E_T, E_м, E_c$ – энергоемкость энергетического средства (или трактора), машины и сцепки.

5) Для оценки энергетической эффективности МТА рекомендуется учитывать металлоемкость, т.к. в индустрии машиностроения основным материалом является металл. На стадиях разработки, проектирования и конструирования тракторов и сельскохозяйственных машин в первую очередь ориентируются не только на вопрос экономии металла и других материалов конструкции МТА, но учитывают ее приспособленность к выполнению ос-

новных технологических операций, которая способна обеспечить эффективную и экономичную работу МТА, а также его технологического обслуживания и ремонта [90].

6) Для энергетической оценки процесса производства единицы продукции применяют показатель энергетической эффективности. Он представляет собой отношение энергии, которой обладает конечный продукт, к энергии, затраченной на его получение (производство) [181]:

$$R = \text{П}/\text{Е} \qquad (1.19)$$

Учитывая специфику производства в сельском хозяйстве, выраженние (1.19) принимает следующий вид [181]:

$$\text{R} = \left(\alpha_{\text{n}} \cdot \text{H}_{\text{y}}\right)/\text{E}, \qquad (1.20)$$

где α_n – энергетический эквивалент произведенной продукции, МДж/ц; H_y – урожайность продукции, ц/га.

Для оценки экологической направленности производства за критерий принимают такие показатели, как экологичность и почвозащитность МТА.

Эти показатели учитывают давление, производимое на почву машинно-тракторными агрегатами, возможности применяемой технологии к снижению водной и ветровой эрозии почвы, а также к стабилизации ее экологической среды и сохранению микрофауны. Кроме того, в эти показатели заложена способность применяемых технологий к предотвращению минерализации гумуса в почвенном слое. Очевидно, что соответствие технологий и МТА данным условиям не только расширяет степень использования природных ресурсов, но и повышает их эффективность [140].

В современных условиях вопросы экологии становятся во главу угла и при проектировании или модернизации машинно-тракторных агрегатов накладывают ряд следующих требований: используемые в конструкции материалы не должны содержать кадмия; такие металлы, как свинец, ртуть и шестивалентный хром могут находится в определенной номенклатуре деталей и материалов в строго лимитированных количествах. К примеру, свинец

в чистом виде может использоваться для внутреннего покрытия топливных баков, в остальных элементах он может содержаться как компонент: для стали – не более 0,35% от общей массы изделия, для сплава алюминия – не более 0,4%, в составе медного сплава – не более 4%. Содержание шестивалентного хрома допускается только в качестве антикоррозионного покрытия и в общей массе не более 2 граммов на машину.

Согласно ГОСТ 17.22.05-17 и ГОСТ 17.22.02-98, уровень шума не должен превышать 85 дБА. Этим же ГОСТом регламентируется и количество вредных выбросов в атмосферу.

Почвозащитность, как локальный критерий, позволяет оптимизировать массу МТА. Общеизвестно, что многократные проходы мобильных энергетических средства по полю приводят к увеличению механического воздействия ходовой системы МТА, сельскохозяйственные машины, транспортные средства являются основной причиной уплотнения почвы, нарушения структуры пахотного слоя, происхождения распыления и другого отрицательного изменения ряда физических параметров почвы. В целом деградация почвы снижает ее плодородие, ухудшает степень доступа питательных веществ, влаги, воздуха к корням растений, и все это приводит к снижению урожая.

Многочисленные исследования показывают, что продуктивность растений напрямую зависит от мощности гумусного слоя, и для его величина 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 и 1,8 м соответственно оценивается, как 35, 60, 75, 85, 95 и 100 %.

Основным критерием при оценке работы МТА является качество выполнения заданных технологических операций. Оно зависит от конструктивных особенностей машинно-тракторного агрегата, в частности от расстановки и регулировки рабочих органов. Известно, что перед началом выполнения той или иной агротехнологической операции агрегат требует регулировки его рабочих органов в соответствии с ее спецификой. В соответствии с правилами осуществления механизированных работ [2, 201, 214] их результаты

подвергаются обязательному контролю полноты и качества выполнения всего спектра агротехнических требований.

Еще один критерий, применяемый к уровню спроса на новые технологии, технологические процессы и МТА – критерий востребованности.

Его уровень определяется на начальном этапе проектирования путем проведения маркетинговых исследований – изучения рынка и возможного спроса на разрабатываемую технологию или МТА [90]. Во время этого устанавливается уровень предполагаемого спроса на проектируемые объекты и технологии, прогнозируется возможная прибыль от реализации. На стадии расчета и проектирования необходимо учитывать годовую загрузку, зональность, приоритетные разработки по данному направлению.

При оценке приспособленности МТА к эффективной работе тракториста-машиниста применяют критерии эргономичности, безопасности труда, транспортабельности и устойчивости его работы [74, 75, 78].

1) Эргономика управления характеризует удобство и безопасность работы оператора. Этот показатель определяет приспособленность машины к физическим возможностям человека, уровню его реакции как на работу машины, так и на изменения внешней среды. В литературе [75] приведены конструктивные требования, применяемые к новым машинам и технологиям, соблюдение которых должно гарантировать

- гигиену и безопасность труда;

- обеспеченность оператора пространством для выполнения вспомогательных операций;

- доступность органов управления и регулирования агрегатом;

- обзорность;

- быстроту и точность выполнения операций;

- возможность управления агрегатом за счет физической силы оператора.

Создание эргономичного пространства при производстве машин направлено на повышение производительности и надежности работы МТА

за счет обеспечения условий безопасности, сокращения стрессовых нагрузок и физических усилий оператора МЭС [74, 75]. Эргономика должна проявляться не только при выполнении основных агротехнических операций, но и на вспомогательных – транспортировке, техническом обслуживании, ремонте и регулировке.

Конструкторы и разработчики при конструировании почвообрабатывающих машин [74, 75] должны уделять особое внимание следующим эргономическим аспектам:

- принцип исключения напряженных поз и неудобных движений во время работы и обслуживания машины;

- принцип доступности размерного ряда применяемых инструментов и подручных средств при регулировке и техническом обслуживании, которые определяются антропометрическими моделями;

- принцип соответствия усилий при регулировке элементов, а также отсутствие операций при которых требуется вращение или нетипичное положение суставов и конечностей;

- принцип исключения повышенного уровня шума, вибрации, экстремальных температур;

2). Такой критерий, как безопасность труда, применяют при оптимизации тех параметров МТА, соблюдение которых в заданных пределах обеспечит их безопасность. Оптимизируемые параметры по данному критерию, в свою очередь, должны соответствовать требованиям охраны труда.

Обеспечению безопасности МТА отводится особое внимание, параметры технических средств должны соответствовать требованиям нормативных документов в виде обязательной сертификации и декларирования соответствия. Сертификация проводится на соответствие требованиям государственных стандартов, стандартных норм и правил, норм безопасности, а также других документов, которые находятся в соответствии с законодательством [74-76].

3). Транспортабельность – это локальный критерий, который оценивает конструктивные параметры проектируемой машины, обеспечивающие безопасности ее транспортировки. Первым и необходимым требованием, применяемым к машинам, предназначенным для транспортировки по дорогам общего назначения, является их соответствие требованиям ГОСТ 12.2.019-86. Согласно этому документу, габаритные размеры транспортируемых тракторов и сельскохозяйственных машин не должны превышать 2,5 метров в высоту и 4,0 метра в ширину. Кроме того, если габаритная ширина транспортируемых объектов превышает регламентированные пунктом 8.4 указанного ГОСТа размеры, то их необходимо обозначать сигнальными средствами. Транспортируемые машины должны быть оборудованы мигающим желтым сигналом, расположенным в их верхней точке [74-76].

Кроме того, сельскохозяйственные машины при транспортировке по дорогам общего назначения в транспортном положении должны соответствовать параметрам, установленным соглашением стран СНГ «Максимально допустимые габариты и масса автогрузового транспорта»: максимальная длина автопоезда не должна превышать 20,0 м; поворот транспортируемых транспортных средство должен осуществляться в пределах, ограниченных внешним радиусом 12,5 м и внутренним радиусом 5,3 м; наибольшее расстояние между запорной осью сцепного устройства и задней линией транспортируемого средства не может превышать 12,0 м [74].

4) Критерий устойчивости – это локальный критерий, оценивающий возможность транспортировки машинно-тракторного агрегата с навесной машиной. Известно, что при транспортировке трактором навесного оборудования наиболее уязвимой является его продольная устойчивость. Она значительно снижается в случаях задней навески машины. Одним из требований к навесным машинам является наличие сцепных устройств (БСУ по ГОСТ 25942-90), которые обеспечивают быстрое рассоединение. Конструктивное исполнение машины должно обеспечивать возможность ее навески одним оператором.

Оценка быстроты и легкости агрегатирования возможна по следующим показателям: время навешивания, минимальное число занятых людей, необходимость и количество дополнительных приспособлений и инструментов [74, 77].

Оценка надежности функционирования объекта производится по показателям безотказности, долговечности, технологичности, ремонтопригодности и сохранности МТА. Каждый из представленных критериев имеет свои как единичные, так и комплексные показатели. Их значения, а также терминология и основные определения изложены в ГОСТ 27.002 – 89. Согласно литературным данным [196], по способу их определения показатели надежности делят на расчетные, эмпирические, эксплуатационные и экстраполированные. Технологичность характеризует совокупность свойств конструкции машин, определяющих их приспособленность к достижению определенных затрат на производстве, в сфере использования и ремонта при заданных показателях качества.

1.10. Осуществление контроля и оценка качества технологических процессов

При выполнении агротехнологических операций необходимо выдерживать соответствующие агротехнические требования. Они выражаются в виде агротехнологических показателей. Агротехнические требования представляют собой обязательные нормативы качества механизированных полевых работ. Во время проведения технологического процесса и по окончании механизированных работ производится проверка качества выполненных работ и операции. Высокое качество проведения операций обеспечивает оптимальные условия для прорастания и развития культивируемых растений [47, 52]. С целью определения качества используют специальные приспособления и инструменты. Регистрация результатов оценки по качеству работы МТА производится в учетном листе исполнителя. В тех случаях, когда в ра-

боте обнаруживается ее недоброкачественность, она подлежит переделке [2, 72, 201, 214].

При проведении оценки качества технологических работ и операций большое значение имеет выбранная техника контроля, предполагающая определенную методику, а также выбор приборов, количество повторностей и объем измерений. Одна операция или процесс могут характеризоваться несколькими агротехническими показателями.

Установление технологических допусков (или агронормативов) и оценка качества работы базируются на основных вероятностных оценках показателей работы МТА, выполняемых ими.

К вероятностным оценкам относятся среднее значение $\overline{X}$, дисперсии $Д(X)$ или среднеквадратические отклонения σ_x, коэффициенты вариации ν_x, или степени неравномерности δ_x агротехнологических и эксплуатационных показателей [2]. Во время работы машинно-тракторного агрегата показатели качества технологических процессов носят вероятностный характер и могут изменяться как с течением пути, так и с течением времени. В этом случае при оценке показателей дополнительно определяют их корреляционные функции $R_x(t)$ и спектральне плотности $S_x(\omega)$.

В условиях производства широко применяется балльная система оценки качества (методика ВИМ, Правила производства механизированных работ), предусматривают варианты оценки:

- по среднему баллу всей работы или операции;

- суммой баллов, по каждому виду работ и операций;

- количеством баллов с учетом или без учета «весомости» показателей [2, 214].

К технологическим операциям посева зерновых культур применяются следующие агротехнические требования [38]:

- предельная максимально допустимая скорость движения МТА при посеве зерновых сеялками – не более 12 км/ч, сеялками-культиваторами – не более 8 км/ч;

- работы по посеву проводятся в оптимальные агротехнические сроки, учитывается состояние почвы, погода и требования к проведению операций по высеву данной культуры;

- соблюдение нормы высева, отклонение не должно превышать более 3% для зерновых и не более 4% для трав;

- по площади поля и в рядках должна обеспечиваться равномерность распределения семян. Не допускается неравномерность более 4%. Высев каждого высевающего аппарата должен находиться в пределах ±2% от среднего высева катушки;

- должна быть обеспечена заделка семян на заданную глубину. Отклонение не может превышать 1 см. Не допускаются незаделанные семена на поверхности почвы;

- должна быть обеспечена не только прямолинейность рядков, но и равномерность междурядий. Отклонение значений ширины междурядий между двумя смежными сошниками не должно превышать 1 см, у смежных сеялок – не более 2 см. Отклонение ширины стыковых междурядий двух смежных проходов – не более 5 см;

- не допускаются пересевы, перекрытия, забивание сошников и семяпроводов.

Густота посева на поворотных полосах должна соответствовать норме высева на основном поле. Поверхность засеянного поля должна быть ровной, без наличия гребней и уплотнений.

Количественные характеристики агротехнических показателей определяются в первую очередь точностью регулировки посевных агрегатов, рациональным режимом их работы и непрерывным контролем за их техническим состоянием.

В случае использования интенсивной технологии посева зерновых культур, которая предполагает наличие технологической борозды небходимо предварительно проводить дополнительную подготовку оборудования. В частности, посевные агрегаты укомплектовывают специальными маркерами (следоуказателями).

Для создания ровной поверхности поля за посевными агрегатами присоединяют легкие бороны или волокуши. При проведении работ в зонах с засушливым климатом, а также на легких почвах для получения дружных всходов применяют уплотнение почвы специальными катками.

Перед проведением посева агрегат выставляют на специальной регулировочной площадке и после тщательного осмотра проводят его регулировку. Особе внимание уделяют равномерному открытию катушек высевающих аппаратов, глубине заделки и норме высева семян. Процесс рыхления почвы в местах ее уплотнения колесами трактора осуществляют легкими боронами или специальными культиваторными лапами, которые располагают перед сошниками сеялки .

Вал высевающего аппарата посевного агрегата при закрепленном рычаге регулятора высева должен устойчиво сохранять положение катушек.

К посеву допускаются только протравленные семена первого класса, всхожесть которых не ниже 80%. Масса 100 зерен посадочного материала для основных зерновых культур (озимой и яровой пшеницы, ярового и озимого ячменя) не может быть ниже 40 г. Параллельно с посевом производят внесение минеральных удобрений.

Временной интервал между предпосевной обработкой и процессов высева семян не должен превышать 24 часов.

Показатели, для определения качества посева зерновых культур представлены в таблицах 1.7 и 1.8.

Таблица 1.7 – Показатели критериев оценки качества работ посевными агрегатами [38, 201, 214]

Показатель	Норматив	Балл	Метод определения
1	2	3	4
Норма высева	Соответствие номинальной Отклонение не более 3 % Отклонение более %	1 2 3	По фактическому расходу семян по всей площади
Средняя неравномерность распределения семян (растений)	1-2 % не более 4 % более 4 %	1 2 3	Расчет по методике
Прямолинейность в рядках	Прямолинейны Нарушено редко Нарушено часто	1 2 3	Проход по диагонали и осмотр поля
Наличие огрехов и участков пересева	Нет не более 0,1 % засеянной площади более 0,1 % засеянной площади	1 2 3	Замер участков огрехами и пересевом
Глубина заделки семенного материала	Норматив Отклонение не более ±1 см Отклонение более ±1 см	1 2 3	Определение по методике
Ширина междурядий между сошниками, ширина стыковых междурядий	Норматив Отклонение в пределах нормы Отклонение больше нормы	1 2 3	Измерение рулеткой по все ширине захвата в 10 местах по диагонали

Таблица 1.8 – Оценка качества выполнения посевных работ [20]

Сумма баллов	Оценка
6 и менее	«Отлично»
от 7 до 10	«Хорошо»
от 11 до 15	«Удовлетворительно»
16 и более	«Неудовлетворительно»

1.11. Выводы по разделу 1

Анализ приведенных источников позволяет представить выводы по уровню разработанности сформулированной темы диссертации, наметить цель и задачи исследований.

1. Проблема увеличения объема производства и повышения качества сельскохозяйственной продукции в Республике Таджикистан является государственной задачей. Почвенно-рельефные и климатические условия Республики Таджикистан позволяют внедрить повторные посевы зерновых и пропашных культур на площади более 130 тыс. гектаров.

2. Обеспеченность хозяйств сельскохозяйственной техникой недостаточна для успешной реализации технологии повторных посевов сельскохозяйственных культур.

3. С целью повышения эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур при повторном их посеве в сжатые агротехнические сроки и повышения уровня механизации работ в условиях Республики Таджикистан возникла необходимость проведения целенаправленных научных исследований по разработке технологии повторных посевов на поливных землях и созданию комбинированных почвообрабатывающе-посевных комплексов с обоснованными конструктивными, режимными и технологическими параметрами.

4. В связи с разработкой новой технологии возделывания зерновых и пропашных культур требуется методика расчета принципиальных схем, конструктивно-технологических параметров комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов, оптимальных параметров и режимов их работы.

5. Существующая система агротехнических показателей для оценки качества работы не учитывает применения комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов и требуется её усовершенствование.

6. В научной литературе имеются разработки по различным оценочным показателям эффективности возделывания сельскохозяйственных культур, но в условиях энергетического кризиса особую актуальность приобрета-

ет энергетическая оценка эффективности предлагаемой технологии с сокращением числа рабочих проходов комбинированных агрегатов. Для технологии повторных посевов на поливных землях с применением почвообрабатывающе-посевных агрегатов такой разработки пока ещё нет.

На этой основе нами намечены цель и задачи исследования, сформулированные во введении к диссертационной работе.

Структурная схема исследований, направленных на совершенствование технологий и технических средств для повторного посева сельскохозяйственных культур представлена на рисунке 1.19.

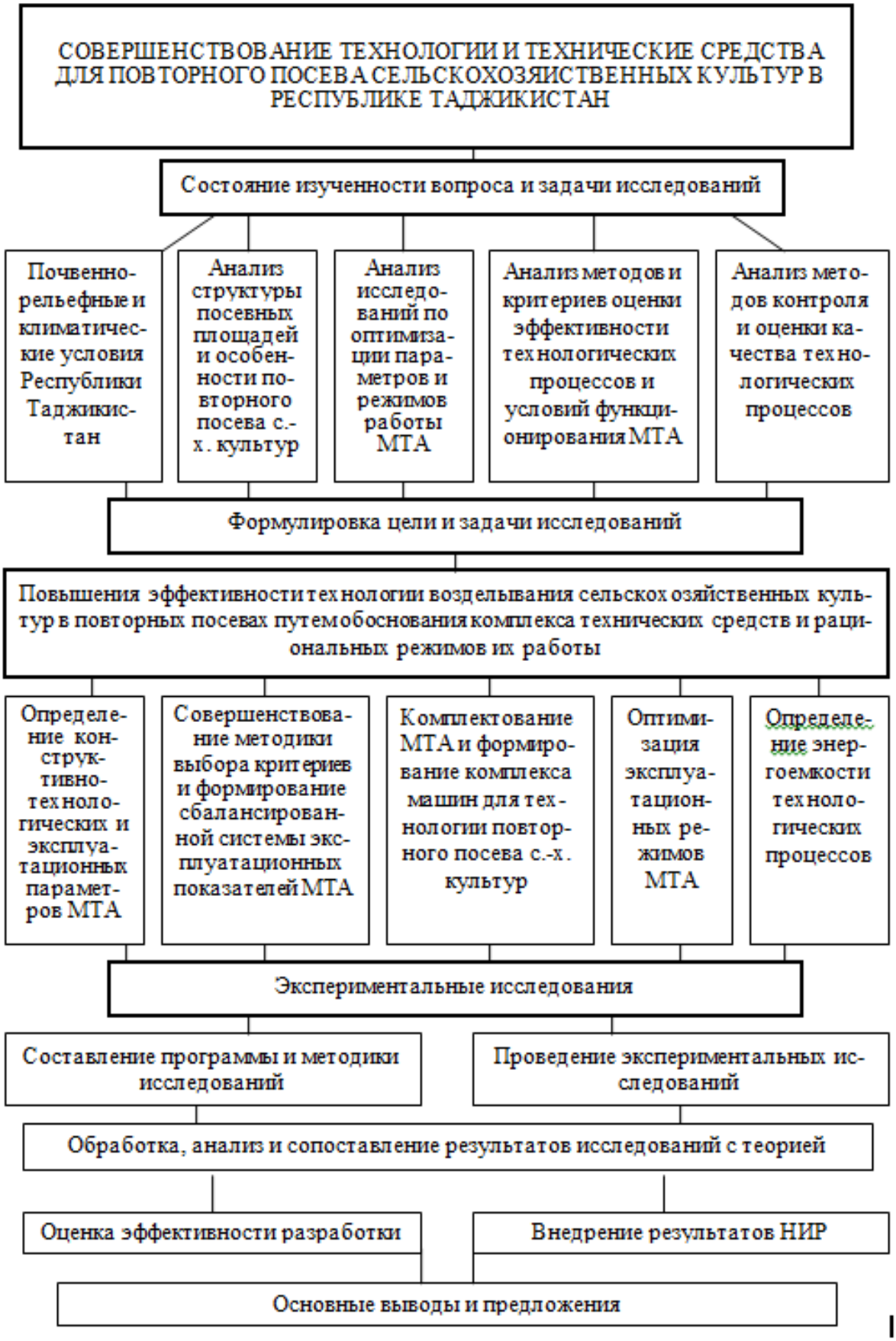


Рисунок 1.19–Структурная схема исследований

2. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ПОВТОРНЫХ ПОСЕВАХ ПУТЕМ ОБОСНОВАНИЯ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ИХ РАБОТЫ

Предварительные замечания. Рассматриваемая проблема повышения эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах на орошаемых землях Таджикистана включает следующие составные элементы:

- совершенствование технологии повторного посева сельскохозяйственных культур;

- разработку новых комбинированных технических средств;

- выбор наиболее рациональных параметров и режимов работы комбинированных технических средств для заданных условий их функционирования;

- совершенствование методики выбора критериальных показателей и обоснование сбалансированной системы показателей для качественной оценки эффективности технологий и технических средств;

- разработку и совершенствование методики расчета конструктивно-технологических параметров, оптимизации энергетических параметров и технико-экономических показателей, а также режимов работы новых комбинированных технических средств.

С такой точки зрения можно сформулировать основную научную гипотезу – комбинирование посевной и всех сопутствующих операций в едином рабочем проходе сокращает затраты времени и число проходов техники по полю, улучшает условия развития растений, а разработка и создание комбинированных агрегатов при их работе на оптимальных режимах существенно сократят удельные затраты энергии на производство продукции.

2.1. Пути улучшения технологии возделывания культур на повторных посевах

Анализ технологий возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах в условиях орошаемого земледелия Таджикистана показывает, что совокупные топливно-энергетические затраты на них в целом находятся в пределах 20000-35000 МДж на 1 га.

Конкретно на возделывание пшеницы в различных зонах их производства по традиционной технологии совокупные затраты энергии составляют 24000-26000 МДж энергии на 1 га площади.

В целом технологию возделывания зерновых культур можно подразделить на 4 основных периода: допосевной, посевной, уход за посевами и уборочный. Анализ показывает, что затраты энергии на допосевной период колеблются в пределах 12-13 % от совокупных энергозатрат на всю технологию. При этом затраты энергии на посевной период составляют 27-28 % от совокупных энергозатрат, на уход за посевами – 40-41 %, а на уборочный период – 19-20 %.

Подробный анализ технологических карт по производству сельскохозяйственной продукции на повторных посевах свидетельствует о том, что с точки зрения значимости технико-технологических решений предпосевной и посевной периоды оказывают наибольшее влияние на формирование урожайности сельскохозяйственных культур. Это, прежде всего, связано с возможностью существенного сокращения агротехнических сроков обработки почвы и посева, позволяющее эффективно использовать сумму положительных эффективных температур растениями.

Прокомментируем технологию основной и предпосевной обработок почвы, а также операцию посева сельскохозяйственных культур, на примере зерновых (пшеницы).

Предпосевной и посевной периоды, согласно традиционной технологии, применяемой в хозяйствах страны, в целом включают в себя восемь технологических процессов (рисунок 2.1).

Как показывает практика, начиная с конца мая месяца до конца июня, производится уборка предшественника (в основном зерновых культур). Так как в технологии возделывания зерновых с фазы созревания урожая не производится полив посевов.

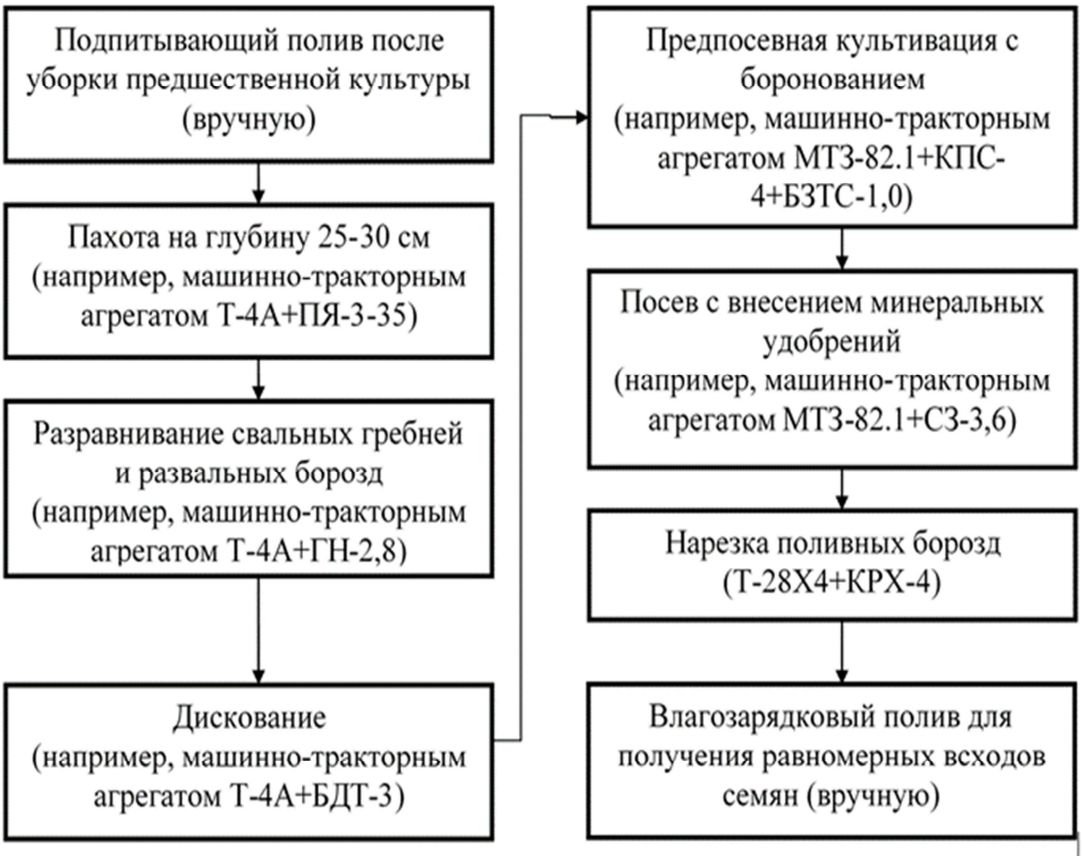


Рисунок 2.1 – Схема и последовательность выполнения технологических процессов предпосевного и посевного периодов технологии возделывания пшеницы по традиционной технологии

За этот относительно длительный период в условиях сухого жаркого климата орошаемых зон Таджикистана, происходит расход почвенной влаги, почва высушивается и естественно трудно поддается механической обработке. Для обработки почвы и ее подготовки к посеву возникает необходимость проведения подпитывающего полива.

С целью уменьшения затрат энергии и труда в хозяйствах обычно производят подпитывающий полив. До получения нормальной влажности почвы (до ее поспевания) требуется 5-8 дней. Затем производится обработка почвы и посев семян с нарезкой поливных борозд. В конце периода посева произ-

водится влагозарядный полив для получения равномерных всходов. Весь этот период может занимать достаточно большое время, в среднем 10-12 дней. С точки зрения агрономической науки такая продолжительность считается нерациональным использованием времени, которое приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур при их возделывании на повторных посевах.

Повышение эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах можно обеспечить на основе реализации следующих научных принципов формирования и построения:

- принцип экономии энергии в технологических процессах и операциях;

- принцип повышения энергоэффективности технических средств и технологических материалов;

- принцип выбора оптимальной структуры технологии.

В процессе разработки технологий производства сельскохозяйственной продукции приходится выполнять расчеты по определению и обоснованию перечня технологических процессов, соответствующих технических средств с учетом их производительности, взаимозаменяемости и возможности их рационального использования. При этом учитываются организационные условия для непрерывной работы в пределах агротехнических сроков выполнения операций, выбор технических средств и количества обслуживающего персонала.

Основным условием формирования эффективной технологии является обеспечение взаимоувязанного функционирования всех составляющих элементов, включая готовность технических средств, наличие обслуживающего персонала, техническое и технологическое обслуживание процессов.

Обоснование рационального сочетания и порядка выполнения операций и процессов, бесперебойное снабжение технологическими материалами, а в целом это рациональное движение трех потоков производства (рисунок 2.2) должно обеспечить выполнение всех перечисленных выше научных принципов с целью повышения энергоэффективности технологий.

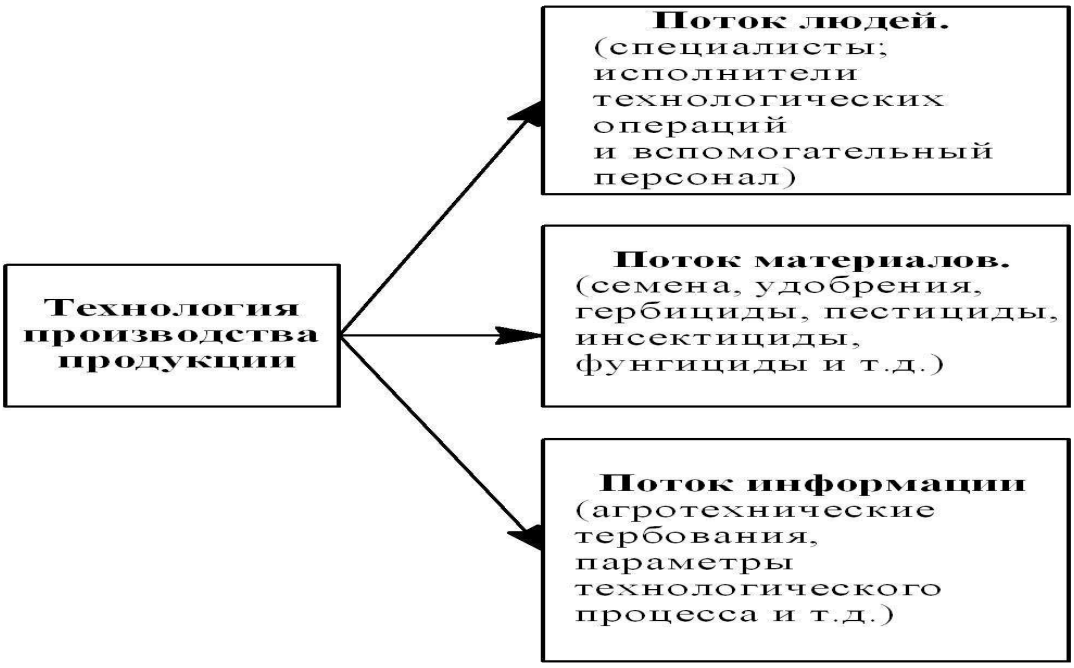


Рисунок 2.2 – Структура технологии производства сельскохозяйственной продукции

Научные принципы формирования и построения энергоэффективных технологий в целом представляют собой исходные положения, на основе которых осуществляется разработка, функционирование и дальнейшее совершенствование технологии.

Принцип экономии энергии. В основе этого принципа лежит обеспечение энергосбережения в технологических процессах путем оптимального проектирования современных машинотракторных агрегатов, обоснования оптимальных конструктивно-технологических параметров, эксплуатационных показателей и рациональных скоростных и нагрузочных режимов их работы [121].

Энергоэффективность и энергосбережение в различных отраслях народного хозяйства как важнейшие стратегические задачи во многих странах мира закреплены законодательно. Энергосбережение − это частный случай мер по повышению энергоэффективности, в результате которого затраты, вызывающие полезный эффект, уменьшаются, и соответственно растет энергоэффективность. Другими словами, энергосбережение – это уменьшение затрат энергии при сохранении исходного полезного продукта, а энер-

гоэффективность – увеличение полезного продукта при сохранении исходных затрат энергии.

Энергетическую эффективность технологических процессов можно достичь двумя путями (рисунок 2.3).

Энергосбережение в технологических процессах можно обеспечить реализацией мероприятий по оптимизации количества операций, параметров и режимов работы технических средств (рисунок 2.4).

Принцип повышения энергоэффективности технических средств и технологических материалов. В общем случае, коэффициент полезного действия (КПД) — характеристика эффективности системы (устройства, машины) в отношении преобразования или передачи энергии. Определяется отношением полезно использованной энергии к суммарному количеству энергии, полученному системой. КПД определяет уровень совершенства технических средств в смысле передачи и преобразования энергии. КПД энергетического модуля (в данном случае трактора), представляет собой отношение тяговой N_{kp} (полезной) мощности трактора к эффективной мощности N_e энергетического блока (двигателя): $\eta_T = N_{kp}/N_e$.

Рисунок 2.3 – Пути повышения энергоэффективности технологических процессов обработки почвы [121]

Рисунок 2.4 – Пути энергосбережения в технологических процессах обработки почвы [121]

Данный принцип основан на оценке уровня совершенства технического средства в смысле передачи и преобразования мощности.

Рассмотрим КПД технологических материалов (удобрения, семена и т.д.). На уровень КПД этих материалов влияют способы обработки почвы, её свойства, способы посева, внесения удобрений, ядохимикатов и множество других факторов.

Состав почвы, ее свойства и происходящие в ней физико-химические, химические и биологические процессы влияют на эффективность применения удобрений [121, 243]. Минеральная часть почв обычно составляет до 55-60% ее объема и до 90-97% массы. Многие агрохимические свойства почв зависят от их механического состава. В почвах различного механического состава разная потребность в удобрениях и извести. Механический состав почвы в значительной мере влияет на ее плодородие и эффективность удобрений. От него зависят физические, физико-механические и водные свойства почв, пористость, влагоемкость, водопроницаемость, структурность, воздушный и тепловой режимы [121, 243].

Эффективность удобрений, особенно в районах недостаточного или неустойчивого увлажнения, зависит от водных свойств почв. Органическое вещество – это важная составляющая часть почв, наличие и формы которой в наибольшей степени определяют почвенное плодородие и отличают почву от горных пород [243]. В этой связи вопрос сохранения и накопления эффективных форм органического вещества в пахотном и подпахотном горизонтах почв с помощью органических удобрений и травостоя является актуальным [243].

Поглотительная способность и кислотность почв взаимосвязаны и играют большую роль в степени эффективности применения органических и минеральных удобрений, характеризуемых КПД их использования. Важную роль в повышении КПД удобрений играют способы и приемы их внесения, оптимальные их нормы в зависимости от вышеперечисленных свойств почв.

Принцип выбора оптимальной структуры технологий. Принцип выбора оптимальной структуры технологий, направленный на повышение их эффективности, включает следующие приёмы:

- обоснование введения в технологию новых технологических операций или процессов, если потребуются;

- обоснование необходимости сокращения или замены технологических операций или процессов;

- обоснование необходимости корректировки алгоритма выполнения технологических процессов или операций.

Оптимизация структуры технологии возделывания сельскохозяйственных культур производится с учетом рационального сочетания трех основных потоков, отраженных на рисунке 2.2.

Оптимальная структура технологии возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах должна отвечать требованиям трех основных критериев – минимуму энергоемкости технологических процессов

$\overline{Э}_i \to \min$, максимуму КПД технических средств $\eta_T \to \max$ и максимуму КПД технологических материалов $\eta_{\text{ТМ}} \to \max$.

Совершенствование технологии с учетом требований перечисленных критериев на основе научных принципов экономии энергии, повышения энергоэффективности технических средств и технологических материалов, а также выбора оптимальной технологии, должно обеспечить энергетическую и экономическую эффективность производства сельскохозяйственной продукции на повторных посевах в орошаемой зоне земледелия Таджикистана.

2.2. Основы выбора критериев и формирование сбалансированной системы показателей для оценки эффективности технологий и технических средств

Оптимальные (или рациональные) режимы работы МТА представляют собой систему оптимальных значений эксплуатационных показателей и степеней их использования, отвечающих требованиям критериев оценки их эффективности [1, 5, 86, 253].

Анализ большого количества научно-исследовательских работ ученых показывает, что вопросы выбора критериев оценки эффективности функционирования технических средств пока носит описательный характер и слабо изучены [1, 3-5, 12, 16, 18, 32, 34, 36-42, 62, 63, 65, 80, 83, 87-92, 127, 132, 135, 145, 154, 158, 169, 171, 184, 188, 192, 197, 220, 222-224, 234, 235, 237, 238, 241, 245, 256, 258, 259, 262, 265, 266].

В ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии (ныне ФГБНУ «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства») в 2009-2010 гг. проф. Н.И. Джабборовым, доц. В.А. Добриновым и к.т.н. А.М. Дементьевым были разработаны и предложены научные основы выбора критериев эффективности и формирования сбалансированной системы эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов [94].

Авторами работы [90] отмечено, что в качестве критериев оценки эффективности машинотракторных агрегатов используются многочисленные

показатели. Наличие такого множества показателей требовало разработать методику научно обоснованного выбора и оптимизации количества наиболее значимых критериев оценки эффективности технических средств и управляемых параметров агрегатов и процесса с целью формирования сбалансированной их системы.

Существенными факторами, которые влияют на выбор критерия, являются условия выполнения технологических операций, наличие рабочей силы, качество ТО и ремонта технических средств, значимость производственного процесса в получении конечной продукции, погодно-климатические условия, продолжительность полевых механизированных работ и т.д. (рисунок 2.5) [90, 97].

Эффективность технологий, технологических процессов и технических средств лимитируются наличием материально-технических ресурсов, рабочей силы, информации и другими факторами (рисунок 2.6) [97].

Рисунок 2.5 – Показатели и условия, влияющие на выбор критериев эффективности технологического процесса (или МТА) [97]

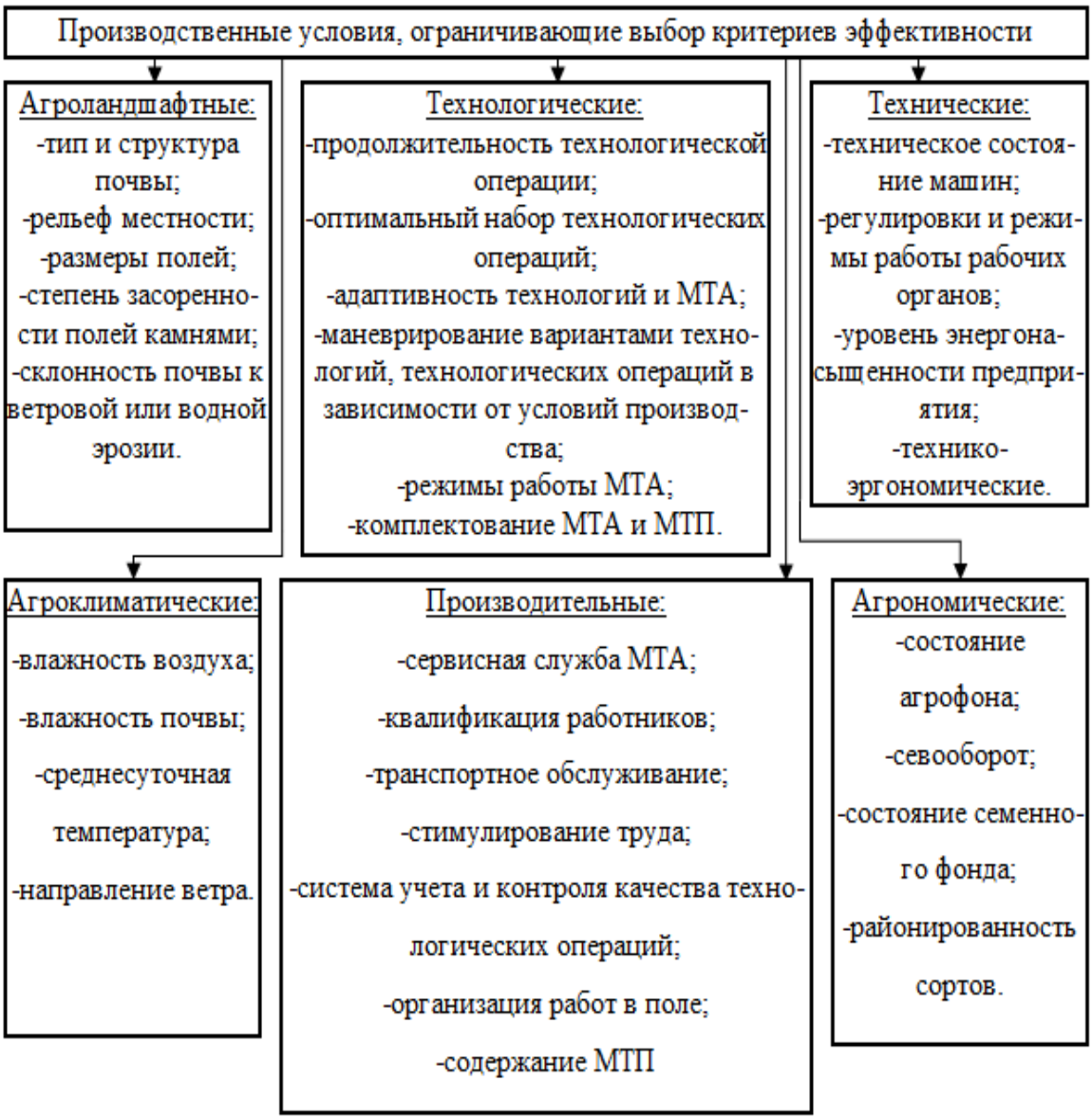


Рисунок 2.6 – Принципиальная схема формирования исходных показателей для обоснования выбора критериев эффективности

Классификация различных критериев, по которым оцениваются применяемые в растениеводстве машинно-тракторные агрегаты, дана в работах Н.И. Джабборова [90]. На рисунке 2.7 представлена предложенная им, структурная схема отбора различных критериев, позволяющая формировать сбалансированную систему технических качеств МТА [97, 98].

Анализ многочисленных исследований однозначно показал, что при оценке эффективности предлагаемых комбинированных агрегатов особое внимание следует обращать на три основных показателя: экономическая эф-

фективность, энергосбережение, оптимальные сроки выполнения высококачественных агротехнических мероприятий [97, 98].

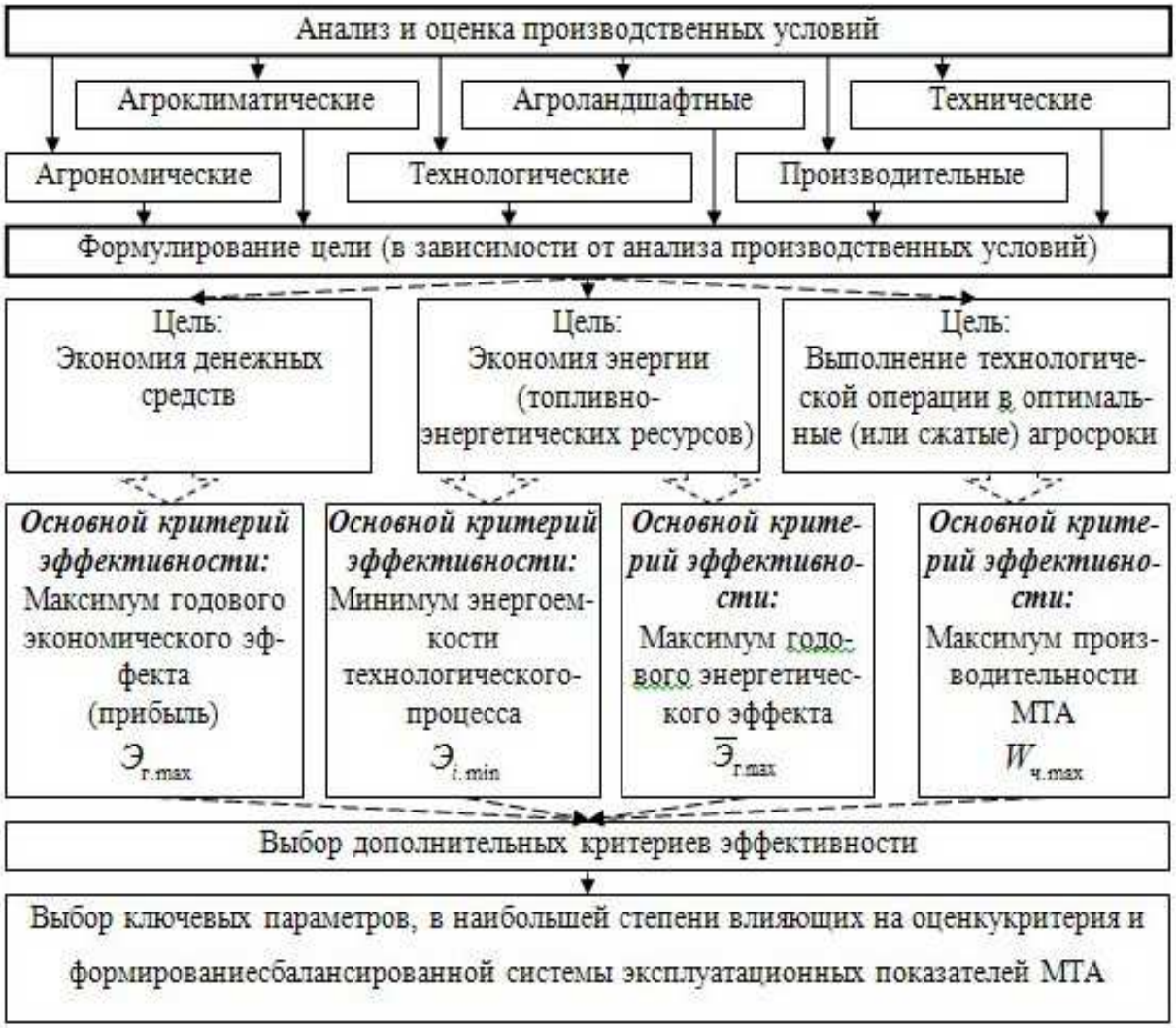


Рисунок 2.7 – Принципиальная схема выбора критериальных показателей для оценки эффективности и формирования системы эксплуатационных показателей МТА [97]

В соответствии с выше указанными целями, в качестве основных критериев эффективности нужно рассматривать [90, 97, 98]

- максимум годового экономического эффекта;
- минимум энергоемкости технологического процесса;
- максимум годового энергетического эффекта;
- максимум производительности МТА.

После выбора основного критерия оценки эффективности можно со-

бирать исходную информацию для выбора дополнительных критериев. Выбрав основной и дополнительные критерии оценки, следует обосновать сбалансированную систему эксплуатационных показателей и рациональных (оптимальных) режимов работы МТА для обеспечения эффективности технологического процесса или операции [97].

В исследовании [97] более подробно представлена методика выбора основного и дополнительных критериев оценки эффективности и формирования сбалансированной системы эксплуатационных показателей, соответствующих основному критерию – максимуму производительности МТА.

Анализ исходной информации о производственных условиях республики, при которых намечено увеличение площади повторных посевов зерновых и пропашных культур, показывает, что в качестве основного критерия оценки эффективности целесообразно использовать минимум энергоемкости технологического процесса $E_i \to \min$.

На рисунках 2.8 и 2.9 показаны структурные схемы критериев оценки эффективности – минимум энергоемкости технологического процесса и максимум годового энергетического эффекта. Выбор дополнительных критериев оценки эффективности и формирование сбалансированной системы эксплуатационных показателей машинотракторных агрегатов производятся на основе результатов анализа чувствительности оценочных критериев к управляемым (контролируемым) параметрам [97].

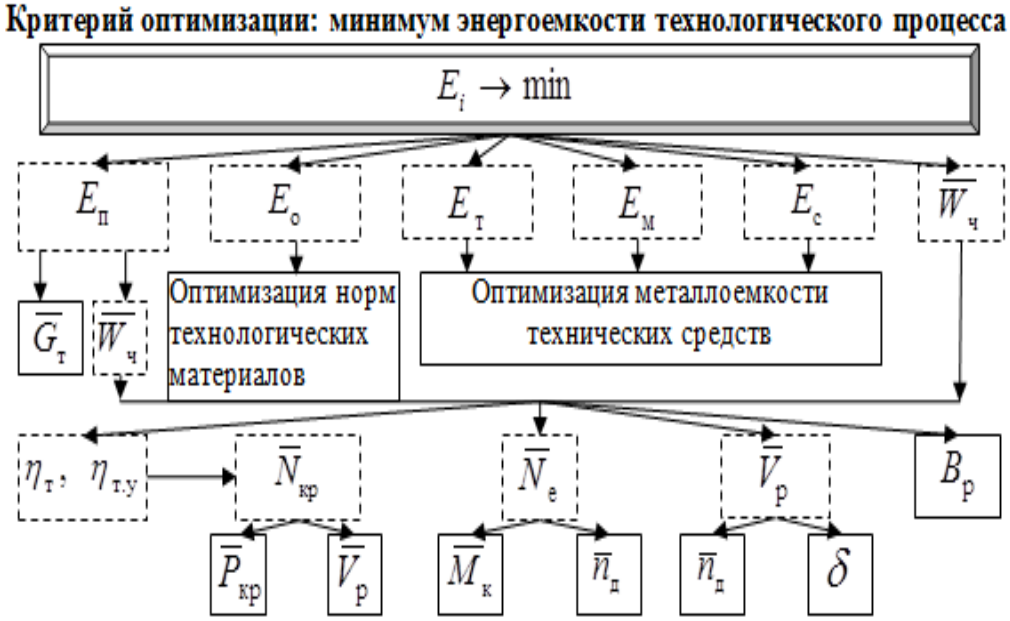
При анализе чувствительности оценочных критериев к контролируемым параметрам степень изменения отдельно взятого параметра $\Delta У$ (%) относительно исходного его значения может быть рассчитана по формуле:

$$\Delta У = \left[(\overline{У}_i^* - У_б)100\ \right]/У_б, \qquad (2.1)$$

где $\Delta У$ – степень изменения управляемого параметра $У$, %;

$\overline{У}_i^*$ – оптимальное значение параметра $У$;

$У_б$ – номинальное (или базовое) значение параметра $У$.



$W_ч$ – часовая производительность МТА; η_T – коэффициент полезного действия; $\eta_{т.у}$ – условный тяговый КПД трактора; $\overline{N}_е$ – эффективная мощность двигателя; $\overline{N}_{кр}$ – тяговая мощность трактора; $B_р$ – рабочая ширина захвата МТА; $\overline{V}_р$ – скорость движения МТА; $\overline{M}_к$ – крутящий момент на коленчатом валу двигателя; $\overline{n}_д$ – частота вращения коленчатого вала двигателя; $\overline{P}_{кр}$ – тяговое усилие трактора; δ – буксование движителей трактора; $E_п$ – прямые топливно-энергетические затраты; $E_о$ – затраты энергии, содержащейся в технологических материалах; $E_м$, $E_с$ – энергоемкость машин, сцепок на единицу сменного времени; $E_т$ – энергоемкость трактора на единицу времени работы агрегата; $\overline{G}_т$ – часовой расход топлива.

Рисунок 2.8 – Влияние критерия «Минимальная энергоемкость технологического процесса» на эксплуатационные показатели МТА. [90, 97]

Величина $tg\alpha$ угла наклона α также характеризует степень чувствительности эксплуатационного показателя $У$ от входного параметра X, которую можно определить из выражения:

$$tg\alpha = \frac{У_б - \overline{У}_i}{X_б - X_i}\ , \qquad (2.2)$$

где $У_б$ – базовое (или номинальное) значение эксплуатационного показателя МТА $У$; $\overline{У}_i$ – исходное значение эксплуатационного показателя $У$; $X_б$ – базо-

вое (или номинальное) значение входного параметра X, соответствующее базовому (или номинальному) значению эксплуатационного показателя $У$;

X_i – значение входного параметра X, соответствующее исходному значению $\overline{У}_i$ эксплуатационного показателя $У$.

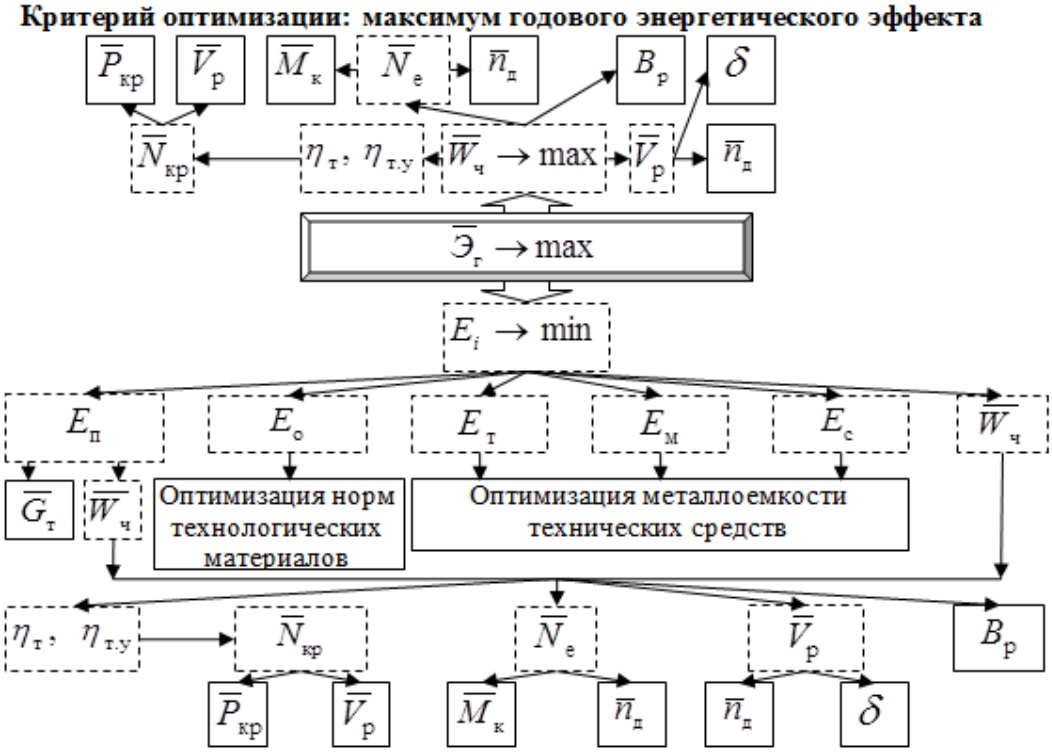


Рисунок 2.9 - Влияние критерия «Максимальный экономический эффект» на эксплуатационные показатели МТА

Формула (2.2) показывает, что чем больше значение $tg\alpha$ угла наклона эксплуатационного показателя $У$, тем данный показатель $У$ более чувствителен к изменениям входного параметра X. То есть наклон линии регрессии $У$ и X показывает, насколько чувствительна целевая функция $У$ к изменениям переменной X.

Сопоставляя между собой полученные линии регрессии функции $У$ и переменной X, можно определить ключевые (наиболее существенные) параметры, в наибольшей степени влияющие на величину критерия оценки эффективности МТА.

Зависимости энергоемкости технологического процесса обработки почвы от эксплуатационных параметров машинотракторного агрегата МТЗ-

82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» представлены на рисунках 2.10 и 2.11.

При наличии такого множества энергетических параметров и агротехнических и технико-экономических показателей МТА с вероятностным характером, сбалансированная их система представляет собой рациональное количество параметров и показателей по уровню их значимости.

Анализ показывает, что критерий минимум энергоемкости технологического процесса $E_i \to \min$ наиболее чувствителен к следующим параметрам, которые в совокупности представляют собой сбалансированную систему:

- производительность МТА $\overline{W}_{\text{ч}}$;
- коэффициент полезного действия η_T трактора;
- тяговая мощность $N_{кр}$ трактора;
- эффективная мощность N_e двигателя;
- часовой расход G_T топлива двигателя;
- скорость движения V_p МТА;
- частота вращения $n_д$ коленчатого вала двигателя;
- крутящий момент $M_к$ на коленчатом валу двигателя;
- тяговое усилие $P_{кр}$ трактора.

Для непрерывного контроля оптимальных режимов работы МТА в условиях производства вполне достаточно оптимизировать вышеперечисленные параметры и показатели и уровни их реализации.

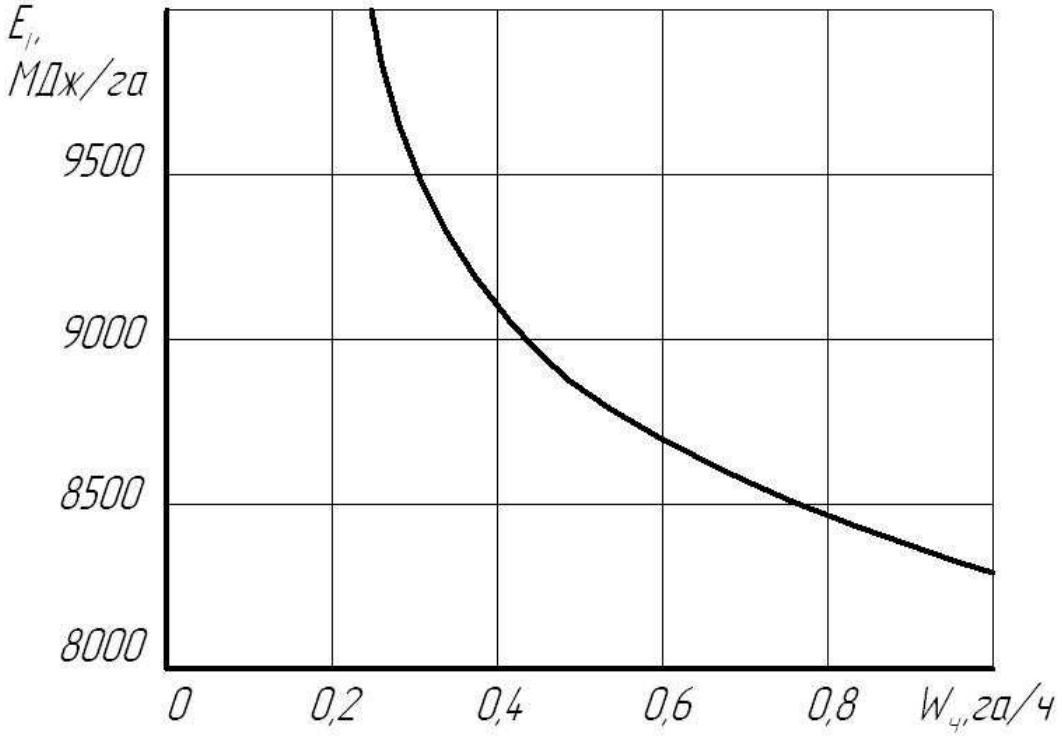


Рисунок 2.10 – Зависимость энергоемкости технологического процесса E_i одновременной обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур от производительности $W_ч$

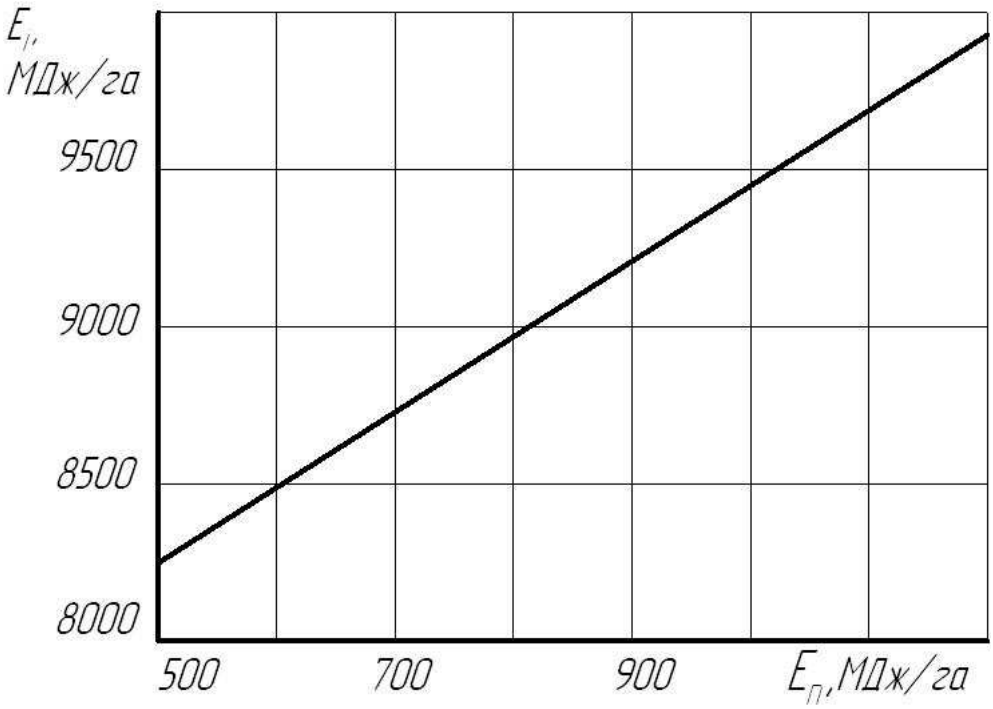


Рисунок 2. 11 –Зависимость энергоемкости технологического процесса E_i одновременной обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур от прямых топливно-энергетических затрат $E_П$

2.3. Методика расчета конструктивно-технологических параметров комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов

Конструктивно-технологические параметры почвообрабатывающе-посевных машин должны обеспечить требуемое качество и высокие технико-экономические показатели технологического процесса. В настоящее время учеными и конструкторами применяются известные и общепринятые методики, которые позволяют спроектировать достаточно эффективные однооперационные и многооперационные машины для растениеводства.

При проектировании и создании экспериментальных образцов новых машин необходимо учитывать зональные особенности их функционирования. В зависимости от них для разных зон и условий можно создать новые технические средства с различными конструктивно-технологическими параметрами и эксплуатационными показателями.

Конструктивно-технологические параметры комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин для орошаемого земледелия Таджикистана должны быть обоснованы с учетом факторов, которые изложены в разделах 1.1, 1.4 и 1.6 диссертации.

В настоящее время в сельском хозяйстве широко применяются комбинированные сельскохозяйственные агрегаты, которые обеспечивают эффективность технологических процессов и в целом технологий за счет сокращения количества операций и агротехнических сроков их выполнения.

Ученые и специалисты разрабатывают комбинированные агрегаты на основе использования методов компьютерного моделирования по блочно-модульному принципу. Научные основы проектирования комбинированных машин изложены в работах [81, 86, 160, 165, 203, 210, 228, 236, 242, 249, 250, 260, 261].

Алгоритм расчета конструктивно-технологических параметров комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин приводим ниже.

1). Определение востребованности проектируемой комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины.

Следует убедиться в том, чтобы почвообрабатывающе-посевная машина была максимально востребована, только тогда она будет экономически эффективна в сельскохозяйственном производстве и даст прибыль машиностроительным предприятиям.

При этом следует определить максимальное количество потребности в проектируемом агрегате, при котором экономический эффект от производства и реализации техники принимает наибольшее значение. При определении востребованности надо учитывать новизну и приоритетность конструкции, загрузку комбинированного агрегата в течение года и другие оценочные показатели.

Востребованность в проектируемой машине определяется в начальном этапе проектирования на основе проведения комплекса мероприятий по маркетинговым исследованиям.

2). Определение типа комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины и наиболее эффективных рабочих органов, узлов и деталей.

В общей теории и расчете почвообрабатывающих и посевных машин к машинам предъявляют следующие требования [75, 76]:

- агрегатирование должно быть лёгким и оперативным;

- беспрепятственная проходимость транспортных путей, соответствие габаритов пространствам под мостами, в туннелях и т.д.;

- обеспечение безопасности обслуживающего персонала в процессе работы и при транспортных переездах;

- глубина хода рабочих органов должна быть стабильной, а направление движения прямолинейным;

- достаточная маневренность агрегата на узких поворотных полосах;

- металлоёмкость на уровне прототипа или даже меньше;

- простота и надёжность управления и обслуживания, отсутствие необходимости помощника тракториста;

- большая производительность агрегата.

В соответствии с этими требованиями определяется конструктивная схема и тип комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата, расположение его составных элементов, эксплуатационные свойства и способ соединения с тяговым средством.

После составления конструктивной схемы проектируемого изделия необходимо выбрать и правильно расположить рабочие органы, их тип и разновидность. При этом исходят из агротехнических требований на глубину обработки, способ посева, норму высева, ширину междурядий, необходимость одновременного внесения удобрений.

В результате проектирования должен быть создан такой комбинированный агрегат, который удовлетворяет все агротехнические требования, выполняет технологический процесс с высоким качеством и обеспечивает рентабельность производства [2, 67-69, 77, 113, 115, 147, 156, 159, 167, 177].

3). Ширина захвата агрегата и её оптимальное значение

Известно, что ширина захвата рабочего органа влияет на качество его работы, будь то посев или обработка почвы, и её оптимальный размер $в_р^{опт}$ выбирается именно по критерию качества.

Что касается ширины захвата всего почвообрабатывающе-посевного агрегата, то её оптимальное значение $в_{опт}$ должно определяться с учётом таких показателей как длина гона (её среднее значение), коэффициент полезного действия тягового средства.

КПД трактора учитывается при определении рациональной нагрузки на крюке, или максимально возможного тягового усилия $\overline{P}_{кр}^{*}$[110] :

$$в_{опт} = \overline{P}_{кр}^{*} / к, \qquad (2.3)$$

где $\overline{P}_{кр}^{*}$ - тяговое усилие трактора, кН, при котором он развивает максимальный коэффициент полезного действия $\eta_{ту.\max}$;

k – удельное сопротивление агрегата по отношению к его ширине захвата, кН/м.

4). Расчёт рациональной массы проектируемого комбинированного агрегата

Ширина захвата проектируемого орудия практически полностью определяет его массу, если при её расчёте пользоваться выражением [239]

$$M_м = bq_м, \tag{2.4}$$

где $q_м$ – масса проектируемого орудия, приходящаяся на один метр его ширины захвата (удельная металлоёмкость), кг/м;

b – расчётная ширина захвата проектируемого орудия, м.

5) . Размеры колёс почвообрабатывающе-посевного орудия

Для этого расчёта применима формула, отражающая сопротивление качению опорных колёс [239]:

$$\mu = 0{,}86\left[(Q_z^4)/(qD^2b)\right]^{1|3}, \tag{2.5}$$

где μ – коэффициент сопротивления качению колёс;

Q_z – часть массы орудия, приходящаяся на колесо, кг;

q – сопротивляемость деформации почвы или грунта, кгс/см^3;

D – диаметр рассчитываемого колеса, см;

b – ширина протектора или обода колеса, см.

Учитывая тот факт, что проектируемое орудие будет передвигаться по взрыхленной почве, подставляемые в выражение (2.5) параметры должны обеспечить невысокий уровень коэффициента перекатывания: μ <0,2.

6). Определение производительности почвообрабатывающе-посевной машины.

Производительность $W_ч$ почвообрабатывающе-посевной машины за 1 час эксплуатационного времени определяется по выражению [1, 87, 90]:

$$\overline{W}_ч^* = 0{,}1B_p^*\overline{V}_p^*\tau, \tag{2.6}$$

где B_p^* – рабочая ширина захвата машины, м;

$\overline{V}_p^*$ – рабочая скорость движения машины, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

Большое облегчение в расчётах приносит специально разработанная программа для ЭВМ, которую можно использовать для определения конструктивных параметров сельскохозяйственных машин, в частности почвообрабатывающих и посевных машин и орудий. Она была разработана в 2011 г. в Северо-Западном НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. Программа позволяет рассчитать размещение рабочих органов, ширину захвата, массу агрегата и т.д.

С использованием названной выше программы [123], которая проходила апробацию в Таджикском аграрном университете имени Шириншох Шотемур (факультет механизации), нами были рассчитаны основные конструктивные параметры экспериментальных образцов комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз», разработаны соответствующие технические задания и рабочие чертежи.

Программа [123] позволяла автоматизировать отдельные элементы конструкторских расчетов экспериментальных образцов комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз».

В целом Программа [123] предназначена для использования в профильных подразделениях учреждений (фирм), в сферу деятельности которых входит проектирование почвообрабатывающих сельскохозяйственных машин: КБ заводов-изготовителей, научно-исследовательские институты и проектные фирмы, работающие в области разработки сельскохозяйственной техники (при обосновании оптимальных значений конструктивных параметров агрегатов, разработке инструкции по эксплуатации и рекомендаций производству), средние и высшие технические сельскохозяйственные учебные заведения (в курсовом и дипломном проектировании).

В ЭВМ вводятся исходные данные, характеризующие тяговое средство и условия его работы: эффективная мощность двигателя, изменчивость нагрузки на двигатель, выраженная коэффициентом вариации, номинальная частота вращения коленвала, твёрдость почвы и её удельное сопротивление,

рабочая скорость агрегата, тип почвы и глубина её обработки, средняя масса подобных агрегатов, агрофон поверхности поля. Исходными данными также являются некоторые уже выбранные параметры рабочих органов и опорных колёс: угол подъёма культиваторных лап, ширина опорных колёс и другие конструктивные параметры машины.

Входные данные передаются в Программу [123] оператором в интерактивном режиме с устройства ввода в виде данных числового и общего форматов согласно спецификации языка программирования.

Выходные данные передаются на устройство вывода в числовом и общем форматах, согласно спецификации языка программирования, либо в формате JPG. При выводе на бумажный носитель данные организуются в виде отчетов, содержащих числовые результаты и текстовые пояснения на русском языке, а также в виде графических зависимостей.

Меню программы для ввода данных и вывода результатов расчёта в его экранной форме показано на рисунках 2.12-2.14.

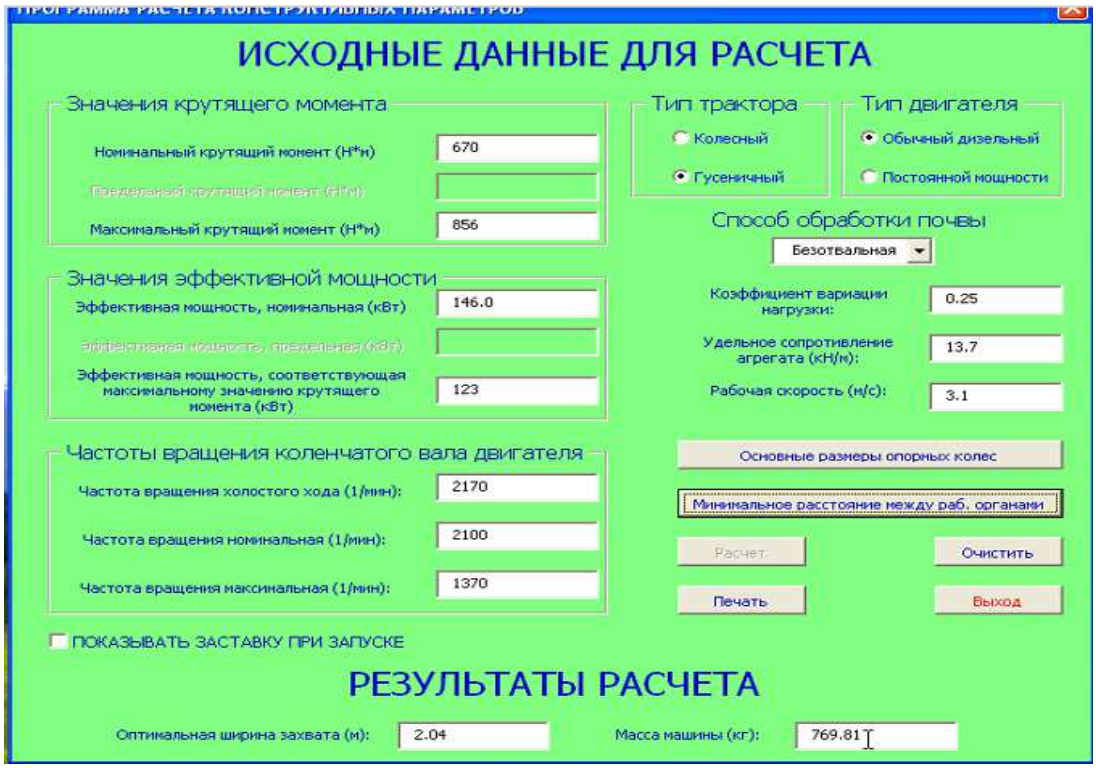


Рисунок 2.12 – Ввод данных и вывод результатов при расчёте ширины захвата и массы комбинированного агрегата

Рисунок 2.13 – К расчёту диаметра опорных колёс агрегата

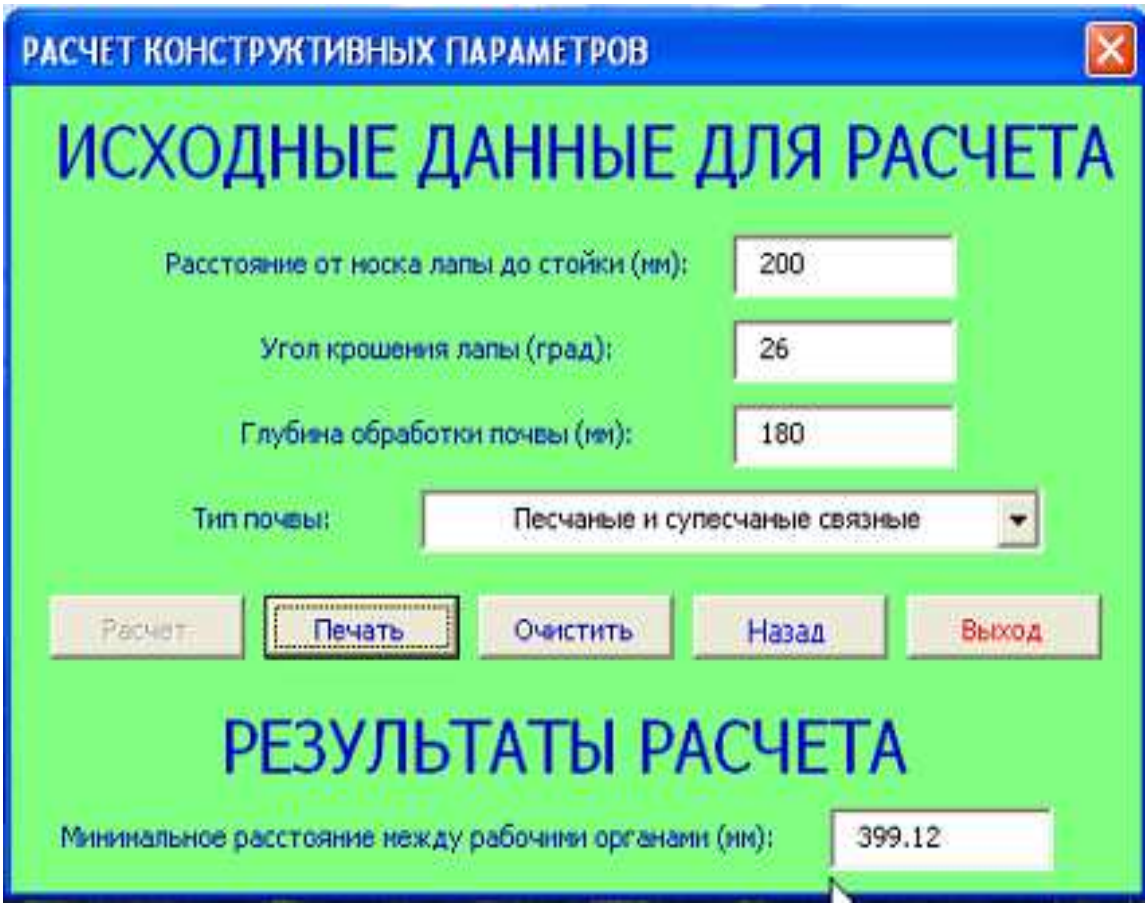


Рисунок 2.14 – Меню подпрограммы расчёта расстановки рабочих органов на раме агрегата

Исходные коды программы реализованы на языке VBA 6.3.

Системные программные средства, используемые программой, представлены лицензионной локализованной версией операционной системы Microsoft WINDOWS `XP Home Edition. Допускается использование пакета обновления SP-2.

Требования к защите информации и программ не предъявляются.

Программа обеспечивает взаимодействие с оператором посредством графического пользовательского интерфейса, разработанного согласно рекомендациям компании-производителя операционной системы.

Для презентации и рекламы Программы разработана демо-версия. Программа может поставляться на электронных носителях (CD-ROM, DVD-ROM), или высылаться заказчику электронной почтой после оплаты.
Тип ЭВМ: Intel Celeron 430, 1.8 GHz; Язык: VBA 6.3; ОС: Microsoft WINDOWS `XP; Объем программы: 2,1 Мб.

2.4. Методика расчета оптимальных параметров и режимов работы МТА

Оценка эффективности работы машинно-тракторных агрегатов при выполнении технологических операций производится с помощью сбалансированной системы эксплуатационных показателей МТА.

При определении количественных характеристик математических ожиданий эксплуатационных показателей МТА при выполнении технологических процессов применяются методики, разработанные профессорами Л.Е. Агеевым и Н.И. Джабборовым [1, 87, 91].

В общем случае математическая модель МТА рассматривается как многомерная система со многими входными и выходными параметрами. Однако для практических целей достаточного ограничиться одномерной моделью, когда каждое входное воздействие влияет на какой-либо один из выходных параметров МТА [1, 87].

Аргументами (входными параметрами) являются крутящий момент

$M_к$ на коленчатом валу двигателя или тяговое усилие $P_{кр}$ трактора, плотность распределения вероятностей которых равна [1, 87]:

$$\varphi(M_к) = (\sigma_м \sqrt{2\pi})^{-1} exp\left[-(M_к - \overline{M}_к)^2 \,/\, (2\sigma_м^2)\right], \qquad (2.7)$$

$$\varphi(P_{кр}) = (\sigma_р \sqrt{2\pi})^{-1} exp\left[-(P_{кр} - \overline{P_{кр}})^2 \,/\, (2\sigma_р^2)\right], \qquad (2.8)$$

где $M_к$ – математическое ожидание (или среднее значение) крутящего момента на коленчатом валу двигателя;

$\sigma_м$ – среднеквадратическое отклонение крутящего момента на коленчатом валу двигателя;

$P_{кр}$ – математическое ожидание (или среднее значение) тягового усилия трактора;

$\sigma_р$ – среднеквадратическое отклонение тягового усилия $P_{кр}$ трактора.

Функциями связи $f(M_к)$ служат нагрузочная (стендовая) характеристика, полученная при лабораторных испытаниях двигателя;

Функциями связи $f(P_{кр})$ служат тяговые характеристики трактора, полученные в процессе его тяговых испытаний (рисунок 2.15).

Вероятностно-статистические оценки энергетических и технико-экономических параметров МТА при случайных аргументах $M_к$ и $P_{кр}$ определяются по следующим выражениям [1, 5].

Математическое ожидание:

$$\overline{У} = \int_{-\infty}^{\infty} У\varphi(У)dУ = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)\varphi(x)dx, \qquad (2.9)$$

где $\varphi(У) = \varphi(x)\left|dx \,/\, dУ\right|$ – плотность распределения вероятностей случайной величины $У$;

$\varphi(x)$ – плотность распределения вероятностей случайной величины X (аргумента).

Дисперсия [1]:

$$Д(У) = \int_{-\infty}^{\infty} \left[У - \overline{У}\right]^2 \varphi(У)dУ = \int_{-\infty}^{\infty} \left[f(x) - \overline{У}\right]^2 \varphi(x)dx, \qquad (2.10)$$

где $\overline{У}$ – математическое ожидание выходного параметра МТА.

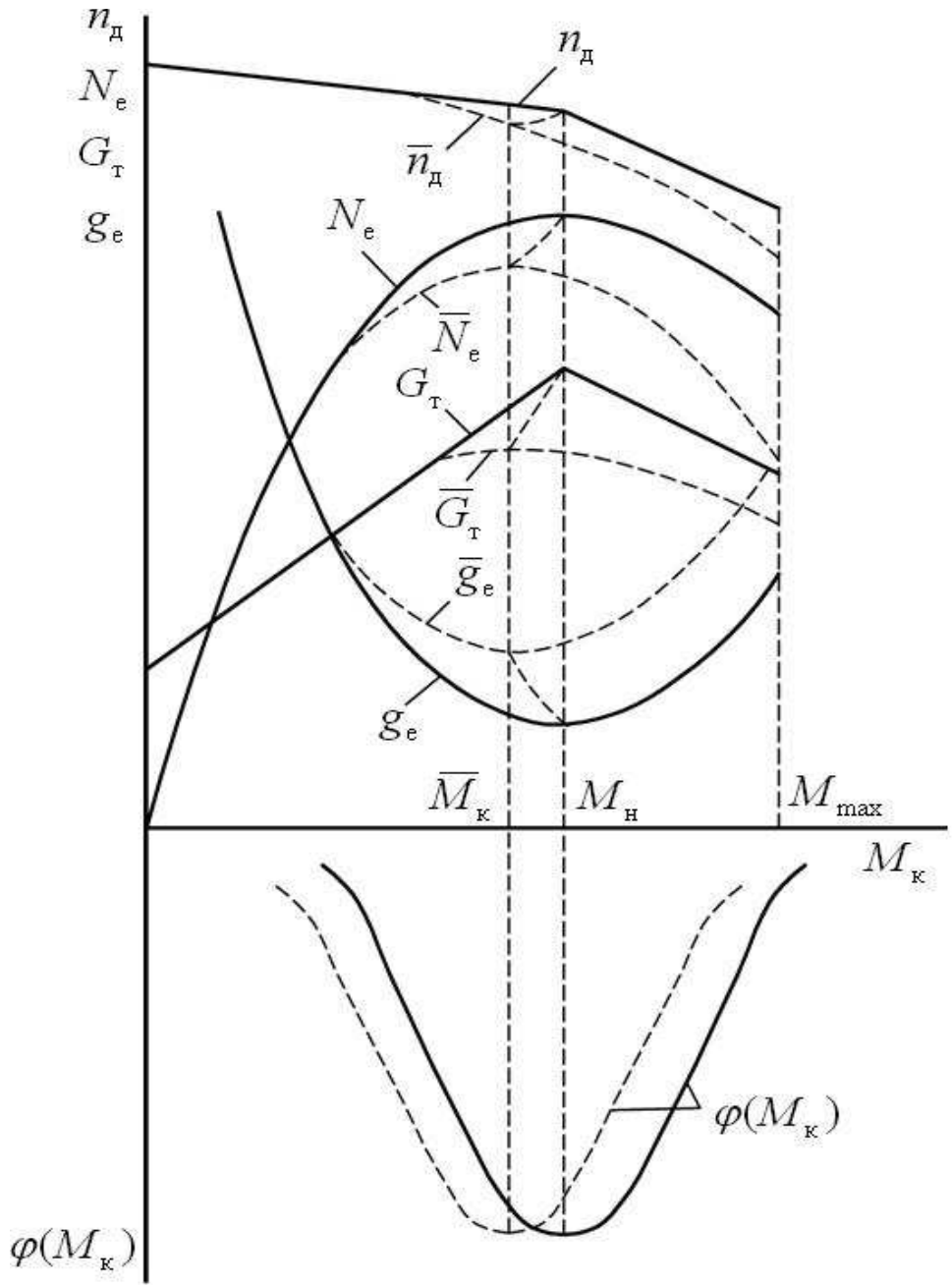


Рисунок 2.15 – Схема к определению вероятностно-статистических оценок энергетических параметров машинно-тракторных агрегатов

Среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации выходного параметра:

$$\sigma_y = [Д(У)]^{1/2}; \nu_y = \sigma_y \diagup \overline{У}, \qquad (2.11)$$

где Д(У) – дисперсия выходного параметра МТА;

ν_y – коэффициент вариации выходного параметра У.

Постоянные величины и угловые коэффициенты энергетических параметров двигателя Д-243 трактора МТЗ-82.1 определяются по формулам, приведенным в таблицах 2.1 и 2.2.

Таблица 2.1 –Формулы для определения постоянных величин и угловых коэффициентов по типовым регуляторным характеристикам для определения математических ожиданий частоты вращения коленчатого вала и эффективной мощности обычных дизельных двигателей [1, 91]

Постоянные величины и угловые коэффициенты	Расчетная формула
A_1	n_x
A_2	$n_н + (n_н - n_{min})/(K-1)$
B_1	$-(n_x - n_н)/M_н$
B_2	$-(n_н - n_{min})/[M_н(K-1)]$
a^*	$A_1 + A_2$
a_1^*	$A_2 - A_1$
e^*	$B_1 + B_2$
e_1^*	$B_2 - B_1$
где $K = M_{max}/M_н$ – коэффициент приспособляемости двигателя; $M_н$ и M_{max} – соответственно номинальный и максимальный крутящие моменты на валу двигателя; $n_н$, n_x и n_{min} – частота вращения коленчатого вала двигателя, соответственно: номинальная, холостого хода и минимально устойчивая при M_{max}.	

Таблица 2.2 -Формулы для расчета угловых коэффициентов математических ожиданий скорости движения и тяговой мощности тракторов с обычными дизельными двигателями [1]

Постоянные величины и угловые коэффициенты	Расчетная формула
A_1'	$V_{\text{х}}$
A_2'	$V_{\text{р.н}} + \left[(V_{\text{р.н}} - V_{\min})/(K_{\text{р}} - 1)\right]$
B_1'	$-(V_{\text{х}} - V_{\text{р.н}})/P_{\text{кр.н}}$
B_2'	$-(V_{\text{р.н}} - V_{\min})/\left[P_{\text{кр.н}}(K_{\text{р}} - 1)\right]$
a'^{*}	$A_1' + A_2'$
$a_1'^{*}$	$A_2' - A_1'$
$в'^{*}$	$B_1' + B_2'$
$в_1'^{*}$	$B_2' - B_1'$
$K_{\text{р}} = P_{\text{кр.max}}/P_{\text{кр.н}}$ – коэффициент возможной загрузки трактора на данной передаче; $P_{\text{кр.max}}$, $P_{\text{кр.н}}$ – максимальное и номинальное значения тягового усилия трактора на данной передаче и агрофоне; $V_{\text{р.н}}$, $V_{\text{х}}$ и $V_{\min}$ – скорость движения МТА: номинальная, холостого хода и минимально устойчивая на данной передаче при максимальном $P_{\text{кр.max}}$ тяговом усилии трактора на данном рабочем режиме.	

Частота вращения коленчатого вала двигателя. Математическое ожидание частоты вращения коленчатого вала двигателя с учетом формул (2.7) и (2.9) определяется из выражения [1, 87]:

$$\overline{n}_{\text{д}} = 0{,}5(a^{*} + в^{*}\overline{M}_{\text{к}}) - [a_1^{*} + в_1^{*}\overline{M}_{\text{к}}]\Phi(t_{\text{н}}) + в_1^{*}\varphi(t_{\text{н}})\overline{M}_{\text{к}}\nu_{\text{м}}, \qquad (2.12)$$

где $\overline{M}_{\text{к}}$ – математическое ожидание момента на коленчатом валу двигателя; a^{*}, $в^{*}$, a_1^{*} и $в_1^{*}$ – постоянные величины и угловые коэффициенты, определяемые по формулам таблицы 2.1.

Номинальное значение аргумента $t_{н}$ функции Лапласа определяется из выражения [1]:

$$t_{\text{н}} = (M_{\text{н}} - \overline{M}_{\text{к}})/(\overline{M}_{\text{к}}\nu_{\text{м}}), \qquad (2.13)$$

где $M_{н}$ – номинальное значение крутящего момента на коленчатом валу дви-

гателя; $\nu_м$ – коэффициент вариации момента на валу двигателя $M_к$.

Часовой расход топлива двигателя. Математическое ожидание часового расхода топлива двигателя можно определить из выражения**[**1, 87**]:**

$$\overline{G}_т = 0{,}5(a + b\overline{M}_к) - (a_1 + b_1\overline{M}_к)\Phi(t_н) + b_1\varphi(t_н)\overline{M}_к\nu_м, \quad (2.14)$$

где $\overline{M}_к$ –значение момента на валу двигателя, соответствующее выбранному критерию $\overline{G}_{т.max}$;

a, a_1, $в$ и $в_1$ – постоянные величины, и угловые коэффициенты, расчетные формулы для которых устанавливаются путем аппроксимации стендовой характеристики двигателя (таблица 2.1).

Эффективная мощность двигателя. Математическое ожидание эффективной мощности дизельного двигателя, зависящее от случайного аргумента – крутящего момента $\overline{M}_к$ и дифференцированное от меры рассеяния нагрузки, определяется по формуле [1, 87]:

$$\overline{N}_е = c\{0{,}5[(a^* + в^*\overline{M}_к + в^*\overline{M}_к^2(1+\nu_м^2)] - [a_1^*\overline{M}_к + в_1^*\overline{M}_к^2(1+\nu_м^2)]\Phi(t_н) + в_1^*\varphi(t_н)\overline{M}_к^2\nu_м\}, \quad (2.15)$$

где a^*, a_1^*, $в^*$ и $в_1^*$ – постоянные величины и угловые коэффициенты, устанавливаемые по стендовой характеристике двигателя (таблица 2.1);

$\nu_м$ – коэффициент вариации (или мера рассеяния) нагрузки $M_к$.

$$\nu_м = \sigma_м / \overline{M}_к, \quad (2.16)$$

где $\sigma_м$ – среднеквадратическое отклонение параметра $M_к$;

$$t_н = (M_н - \overline{M}_к)/\sigma_м \text{ или } t_н = (M_н - \overline{M}_к)/\overline{M}_к\nu_м. \quad (2.17)$$

Тяговая мощность трактора. Тяговая мощность зависит от скорости движения трактора и развиваемого на крюке усилия $P_{кр}$. Для вычисления математического ожидания тяговой мощности тракторов с дизельными двигателями применима формула [1, 87]

$$\overline{N}_{кр} = 0{,}5[a'^*\overline{P}_{кр} + в'^*\overline{P}_{кр}^2(1+\nu_р^2)] - [a_1'^*\overline{P}_{кр} + в_1'^*\overline{P}_{кр}^2(1+\nu_р^2)]\Phi(t_{р.н}) + в_1'^*\varphi(t_{р.н})\overline{P}_{кр}^2\nu_р, \quad (2.18)$$

где $a_1'^*$, a'^*, $в_1'^*$, $в'^*$ – скоростные и угловые коэффициенты, приведенные в таблице 2.2;

$\nu_р$ – мера рассеяния тягового усилия;

$\overline{P}_{кр}$ – математическое ожидание тягового усилия.

Скорость движения МТА. Математическое ожидание скорости движения МТА на заданном агрофоне и определенной передаче трактора, оснащенного обычным дизельным двигателем, определяется из выражения [1, 87]:

$$\overline{V}_р^i = 0{,}5(a^* + b^* \overline{P}_{кр}^i) - (a_1^* + b_1^* \overline{P}_{кр}^i)\Phi(t_н^*) + b_1^* \varphi(t_н^*) \overline{P}_{кр}^i \nu_р, \qquad (2.19)$$

где a^*, a_1^*, $в^*$, $в_1^*$ – постоянные величины и угловые коэффициенты (таблица 2.2);

$\nu_р$ – мера рассеяния нагрузки $P_{кр}$;

$\Phi(t_н)$, $\varphi(t_н)$ – соответственно интегральная функция Лапласа и плотность распределения вероятностей аргумента $t_н$.

$$\nu_р = \sigma_р / \overline{P}_{кр}, \qquad (2.20)$$

где $\sigma_р$ – среднеквадратическое отклонение тягового усилия трактора $P_{кр}$.

$$t_н = (P_{кр.н} - \overline{P}_{кр}) / (\overline{P}_{кр} \nu_р). \qquad (2.21)$$

Тяговый КПД трактора. Тяговый КПД трактора на определенном рабочем режиме можно определить из формулы [1]:

$$\eta_т = \overline{N}_{кр} / \overline{N}_е, \qquad (2.22)$$

где $\overline{N}_{кр}$ – математическое ожидание тяговой мощности трактора;

$\overline{N}_e$ – математическое ожидание эффективной мощности двигателя.

В качестве технико-экономических показателей в данной работе рассматриваются производительность МТА $W_ч$ (по площади) за 1 час сменного времени и энергоемкость E_i технологического процесса обработки почвы с одновременным внесением минеральных удобрений и посевом семян, выполняемым почвообрабатывающе-посевным агрегатом.

Производительность МТА. Математическое ожидание производительности МТА $W_ч$ за 1 час эксплуатационного времени определяется по

формуле [1, 87]:

$$\overline{W}_{\text{ч}} = 0{,}36\eta_{\text{т}}\tau\overline{N}_{\text{e}} / K_{\text{a}}, \qquad (2.23)$$

где τ – коэффициент использования времени смены;

$\overline{N}_{\text{e}}$ – математическое ожидание эффективной мощности двигателя;

η_T – тяговый КПД трактора;

K_a – удельное тяговое сопротивление агрегата.

Энергоемкость технологического процесса. Математическое ожидание энергоемкости технологического процесса определяется из выражения [87]:

$$\overline{E}_i = [g_{\text{т}}(\alpha_{\text{т}} + f_{\text{т}}) + g_{\text{э}}(\kappa_{\text{т}} + f_{\text{э}}) + g_{\text{к}}(\kappa_{\text{к}} + f_{\text{к}})]\overline{W}_{\text{см}}^{-1} + g_{\text{у}}\overline{W}_{\text{см}}^{-1} + g_{\text{уп}}\overline{W}_{\text{см}}^{-1}, \qquad (2.24)$$

где $\overline{E}_i$ – математическое ожидание энергоемкости технологического процесса (топливно-энергетических затрат), МДж/га;

$g_{\text{т}}$ – количество израсходованного топлива за смену, кг;

$\alpha_{\text{т}}$ – теплосодержание топлива, МДж/кг;

$\kappa_{\text{э}}$, $\kappa_{\text{к}}$ – коэффициент перевода 1 кВт·ч электроэнергии в 1 МДж ($\kappa_{\text{э}} = 3{,}6$) и 1 ккал в 1 МДж ($\kappa_{\text{к}} = 0{,}00419$);

$f_{\text{т}}$, $f_{\text{э}}$ и $f_{\text{к}}$ – коэффициенты, учитывающие дополнительные затраты энергии на производство топлива (МДж/кг), электроэнергии (МДж/кВт·ч) и тепла (МДж/ккал);

$g_{\text{э}}$ и $g_{\text{к}}$ – израсходованное за смену количество электроэнергии (МДж/кВт·ч/см) и тепла (ккал/см);

$g_{\text{у}}$ – условная часть энергетических затрат, пропорциональная расходу материалов (семян, минеральных удобрений, ядохимикатов и т.д.) при выполнении технологического процесса;

$g_{\text{уп}}$ – условно постоянная часть топливно-энергетических затрат.

$$g_{\text{т}} = G_{\text{т.р}}T_{\text{р}} + G_{\text{т.х}}T_{\text{х}} + G_{\text{т.о}}T_{\text{о}}, \qquad (2.25)$$

где $G_{\text{т.р}}$, $G_{\text{т.х}}$, $G_{\text{т.о}}$ – часовой расход топлива двигателя соответственно при

рабочем ходе, на холостых переездах и поворотах и во время остановок агрегата с работающим двигателем, кг/ч;

$T_{\text{р}}$, $T_{\text{х}}$, $T_{\text{о}}$ – соответственно чистое рабочее время, время на холостые переезды и повороты и время остановок агрегата с работающим двигателем, ч.

$$g_{\text{у}} = \alpha_{\text{о}} q_{\text{а}} T_{\text{см}} T_{\text{о.г}}^{-1}, \tag{2.26}$$

где $\alpha_{\text{о}}$ – энергетический эквивалент (затраты энергии на производство единицы данного вида технологического материала, в данном случае минеральных удобрений и семян пшеницы), МДж/кг;

$q_{\text{а}}$ – расход семян, удобрений, пестицидов (то есть технологических материалов) в единицу времени, кг/ч;

$T_{\text{см}}$ – время смены, ч;

$T_{\text{о.г}}$ – срок действия технологического материала.

$$g_{\text{уп}} = E_{\text{ж}} + E_{\text{т}} + E_{\text{м}} + E_{\text{с}}, \tag{2.27}$$

где $E_{\text{ж}}$ – энергетические затраты живого труда, МДж/см;

$E_{\text{т}}$, $E_{\text{м}}$ и $E_{\text{с}}$ – энергоемкость соответственно трактора, машины и сцепки.

Оптимальное значение эксплуатационных показателей МТА можно определить в соответствии с заданными критериями оптимальности классическим методом оптимизации [1, 87] или методом последовательного приближения [85, 90, 115].

Определение оптимальных значений параметров и показателей МТА методом последовательного приближения является наиболее современным и точным [90, 115]. В связи с этим, в дальнейшем при оптимизации параметров будем применять метод последовательного приближения, вычисляя оптимальные параметры и режимы работы МТА по выражениям (2.12) - (2.27).

Для определения наиболее напряженных статей расхода энергии и разработки конкретных мероприятий по их снижению необходимо составить структуру топливно-энергетических затрат на технологический процесс или технологию возделывания сельскохозяйственных культур.

Структурную схему энергоемкости технологических процессов в целом можно представить в следующем виде (рисунок 2.16).

Структурная схема энергоемкости технологического процесса обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева семян сельскохозяйственных культур комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатом представлена на рисунке 2.17.

Обоснованная структура энергоемкости технологического процесса с указанием доли энергетических затрат в процентах, приходящихся на каждую составляющую, позволяет обратить особое внимание на наиболее весомые статьи энергозатрат. Такой подход обеспечит существенную экономию энергии при производстве механизированных полевых работ.

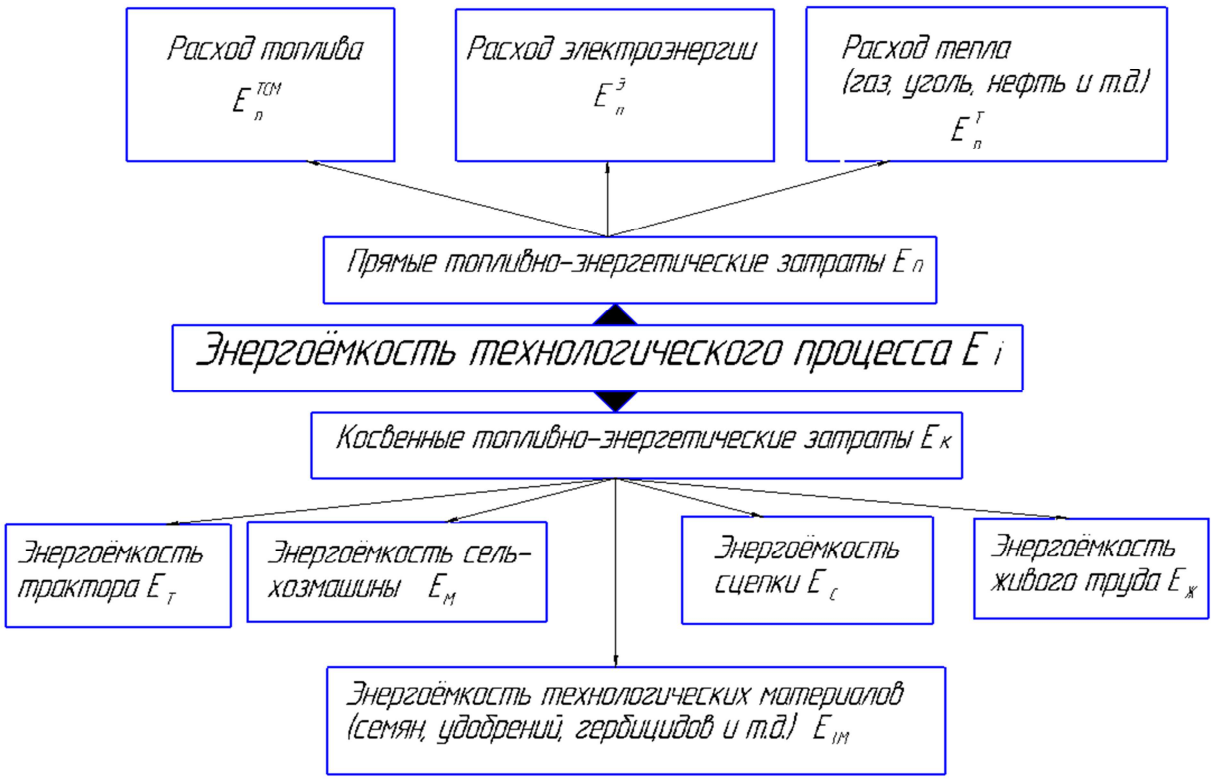


Рисунок 2.16 – Структурная схема энергоемкости технологических процессов

Оптимальные (или рациональные) режимы работы МТА представляют собой систему оптимальных значений эксплуатационных показателей и степеней их использования, отвечающих требованиям определенных критериев

эффективности [1, 87].

Оптимальные режимы работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» (с учетом обоснованной сбалансированной системы эксплуатационных показателей) представляют собой оптимальные значения математических ожиданий частоты вращения коленчатого вала $\overline{n}_{\partial}^{*}$, часового расхода топлива $\overline{G}_{T}^{*}$, эффективной мощности $\overline{N}_{e}^{*}$ двигателя, тяговой мощности $\overline{N}_{кр}^{*}$ и тягового КПД η_{T}^{*} трактора, скорости движения $\overline{V}_{p}^{*}$ и производительности $\overline{W}_{ч}^{*}$ агрегата, крутящего момента $\overline{M}_{к}^{*}$ на валу двигателя, тягового усилия $\overline{P}_{кр}^{*}$ трактора, а также оптимальные уровни их реализации, отвечающие критериям качества работы и минимума энергоемкости $\overline{E}_{i} \rightarrow \min$ технологического процесса.

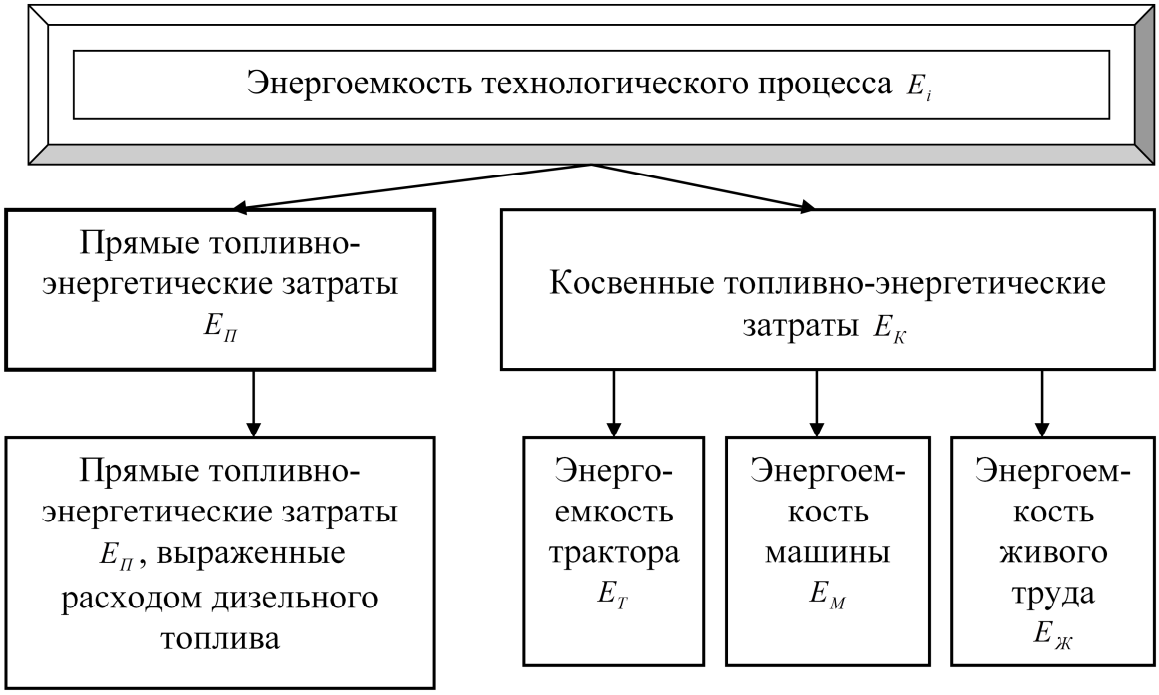


Рисунок 2.17 – Структурная схема энергоемкости технологического процесса обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева семян сельскохозяйственных культур комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатом

Оптимальный уровень реализации $\lambda_{\overline{n}}^{*}$ частоты вращения коленчатого вала двигателя определяется по формуле [1, 87]:

$$\lambda^*_{\overline{n}} = \overline{n}^*_{\partial} / n_н, \qquad (2.28)$$

где $\overline{n}^*_{\partial}$ – оптимальное значение частоты вращения коленчатого вала двигателя;

$n_н$ – номинальное значение частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Оптимальный уровень реализации $\lambda^*_{\overline{N}_e}$ эффективной мощности двигателя можно определить по формуле [1]:

$$\lambda^*_{\overline{N}_e} = \overline{N}^*_e / N_{ен}, \qquad (2.29)$$

где $\overline{N}^*_e$ – оптимальное значение эффективной мощности двигателя;

$N_{ен}$ – базовое (или номинальное) значение эффективной мощности двигателя.

Оптимальный уровень реализации тяговой мощности $\lambda^*_{\overline{N}_{кр}}$ трактора определяется из выражения [1, 87]:

$$\lambda^*_{\overline{N}_{кр}} = \overline{N}^*_{кр} / N_{кр.н}, \qquad (2.30)$$

где $\overline{N}^*_{кр}$ – оптимальное значение тяговой мощности трактора;

$N_{кр.н}$ – базовое (номинальное) значение тяговой мощности трактора на заданном рабочем режиме.

Оптимальный уровень реализации $\lambda^*_{\overline{V}_p}$ скорости движения МТА можно определить из выражения [1]:

$$\lambda^*_{\overline{V}_p} = \overline{V}^*_p / V_{р.н}, \qquad (2.31)$$

где $\overline{V}^*_p$ – оптимальное (или стационарное) значение скорости движения МТА;

$V_{р.н}$ – номинальное (или базовое) значение скорости движения МТА на данном рабочем режиме.

Оптимальный уровень реализации $\lambda^*_{\overline{W}_ч}$ производительности МТА можно вычислить из выражения [1]:

$$\lambda^*_{\overline{W}_ч} = \overline{W}^*_ч / W_{ч.н}, \qquad (2.32)$$

где $\overline{W}^*_ч$ – оптимальное значение производительности МТА, соответствующее критерию оптимальности $\overline{E}_i \to \min$;

$W_{ч.н}$ – номинальное (или базовое) значение производительности МТА.

Оптимальное значение уровня загрузки двигателя $\lambda^*_{\overline{M}_к}$ определяется из выражения [1]:

$$\lambda^*_{\overline{M}_к} = \overline{M}^*_к / M_н, \qquad (2.33)$$

где $\overline{M}^*_к$ – экстремальное (или оптимальное) значение крутящего момента на коленчатом валу двигателя;

$M_н$ – номинальное (базовое) значение крутящего момента на коленчатом валу двигателя.

Оптимальный уровень загрузки трактора $\lambda^*_{\overline{P}_{кр}}$ определяется из формулы [1]:

$$\lambda^*_{\overline{P}_{кр}} = \overline{P}^*_{кр} / P_{кр.н}, \qquad (2.34)$$

где $\overline{P}^*_{кр}$–экстремальное (или оптимальное) значение тягового усилия трактора; $P_{кр.н}$ – номинальное (базовое) значение тягового усилия трактора на данном рабочем режиме.

2.5. Методика расчета допускаемых значений эксплуатационных показателей МТА

Обоснованию оптимальных и допускаемых режимов работы и оценке эффективности работы МТА посвящены научные труды профессоров Ф.С. Завалишина, С.А. Иофинова, Л.Е. Агеева, В.С. Шкрабак, В.Г. Еникеева и их последователей.

Для оценки эффективности работы МТА при выполнении технологических процессов используются вероятностные оценки $\lambda^*_{\overline{X}}$, $\lambda^*_{\overline{У}}$ и установочные допуски $\Delta^*_{\overline{X}}$, $\Delta^*_{\overline{У}}$ на уровень настройки эксплуатационных показателей [1, 91, 259]:

$$\lambda^*_{\overline{X}} = \frac{\overline{X}^*}{X_{н(б)}}; \qquad \lambda^*_{\overline{У}} = \frac{\overline{У}^*}{У_{н(б)}};$$

$$\Delta^{*}_{\overline{X}} = \left| X_{\text{н(б)}} - \overline{X}^{*} \right|; \qquad \Delta^{*}_{\overline{У}} = \left| У_{\text{н(б)}} - \overline{У}^{*} \right|, \tag{2.35}$$

где $X_{\text{н(б)}}$, $У_{\text{н(б)}}$ – номинальные (или базовые) значения энергетических параметров;

$\overline{X}^{*}$, $\overline{У}^{*}$ – экстремальные (или оптимальные) значения эксплуатационных показателей МТА.

При оценке качественного функционирования МТА применяются вероятностные оценки и односторонние допуски с верхней $L^{*}_{\text{в}}$ или нижней $L^{*}_{\text{н}}$ предельными границами на контролируемые энергетические параметры [1, 91, 259].

Впервые методика градации допускаемых значений энергетических параметров тракторов с целью оценки качественного функционирования МТА была предложена Н.И. Джабборовым [91].

Данная методика была разработана и обоснована на основе исследований энергетических параметров тракторов с обычными дизельными двигателями с кусочно-линейной и кусочно-параболической характеристикой. Впоследствии она была усовершенствована В.А. Эвиевым, Д.Х Миракиловым, Б.Р. Ахмадовым [18, 184, 259].

В связи с обширным применением двигателей постоянной мощности (ДПМ) на современных отечественных и импортных тракторах, возникла необходимость в дальнейшем усовершенствовании указанной методики с учетом их особенностей.

При определении вероятностно-статистических оценок эксплуатационных параметров, машинно-тракторный агрегат можно рассматривать в виде одномерной модели (рисунок 2.18 а) и учитывать при этом кусочно-линейную закономерность изменения эффективной мощности $N_{\text{е}}$ (рисунок 2.18 б), частоты вращения коленчатого вала $n_{\text{д}}$, часового расхода топлива $G_{\text{т}}$ от нагрузки $M_{\text{к}}$.

Если энергетический параметр $У$ подчиняется закону Гаусса, то каче-

ство функционирования МТА оценивается по равенствам [91]:

$$K_{\text{ун}} = \sigma_y^* / L_{\text{н}}^* ; \qquad K_{\text{ув}} = \sigma_y^* / L_{\text{в}}^* , \tag{2.36}$$

где $K_{\text{ун}}$, $K_{\text{ув}}$ – коэффициенты, определяемые по отношению среднего квадратического отклонения параметра к одностороннему допуску $L_{\text{н}}^*$ или $L_{\text{в}}^*$; σ_y^* – среднее квадратическое отклонение параметра при функционировании МТА, которое соответствует эталонным условиям.

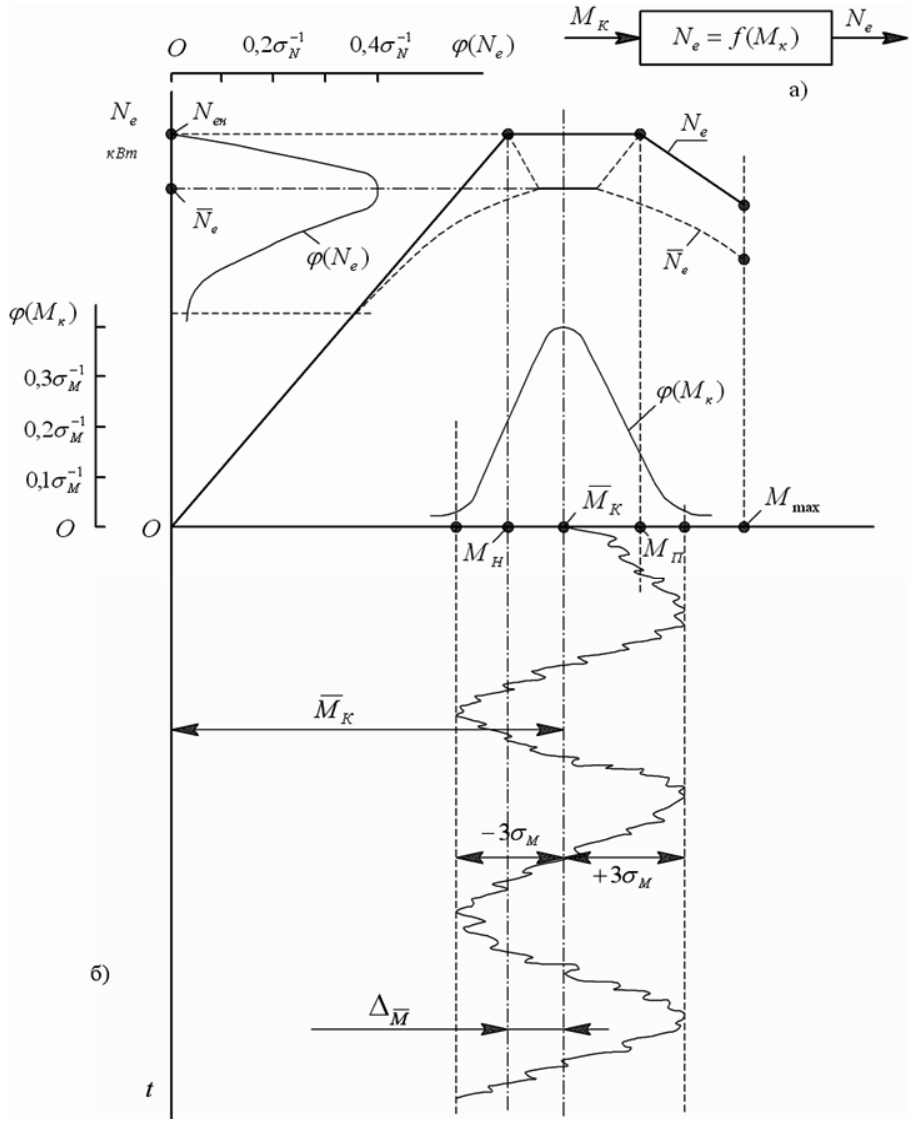


Рисунок 2.18 – Одномерная модель (*а*) и схема к определению вероятностных оценок и допускаемых отклонений (*б*) эффективной мощности двигателя (на примере ДПМ)

Коэффициенты $K_{\text{ун}}$ и $K_{\text{ув}}$ для нормального закона распределения па-

раметра составляют величину 0,167 [1, 91]. Для эталонных условий, например одностороннего допуска с верхней предельной границей:

$$L^*_{\text{в}} = Y_{\text{н(б)}} \qquad \text{или} \qquad L^*_{\text{в}} = \pm 3\sigma_Y = \left|6\sigma_Y\right|. \tag{2.37}$$

В этом случае коэффициент $K_{\text{ув}} = 0{,}167$, что соответствует удовлетворительному качественному функционированию МТА.

С учетом выражений (2.35) и (2.36) зона качественного функционирования МТА определяется следующими неравенствами:

- по установочному допуску $\Delta^*_{\sigma_x}$ или $\Delta^*_{\sigma_y}$ на точность настройки:

$$0 \le \Delta^*_{\sigma_{\text{x}}} \le 0{,}167\, X_{\text{н(б)}} \qquad \text{и} \qquad 0 \le \Delta^*_{\sigma_{\text{y}}} \le 0{,}167\, Y_{\text{н(б)}}\ ; \tag{2.38}$$

- по установочному допуску $\Delta^*_{\nu_{\text{x}}}$ и $\Delta^*_{\nu_{\text{y}}}$ на точность настройки:

$$0 \le \Delta^*_{\nu_{\text{x}}} \le 0{,}167\, (\lambda^*_{\overline{\text{X}}})^{-1} \qquad \text{и} \qquad 0 \le \Delta^*_{\nu_{\text{y}}} \le 0{,}167\, (\lambda^*_{\overline{\text{y}}})^{-1}\ , \tag{2.39}$$

где $\Delta^*_{\sigma_{\text{x}}}$, $\Delta^*_{\nu_{\text{x}}}$ – оптимальные значения установочных допусков на точность настройки по параметру X ;

$\Delta^*_{\sigma_{\text{y}}}$, $\Delta^*_{\nu_{\text{y}}}$ – аналогично по параметру Y ;

$\lambda^*_{\overline{\text{X}}}$, $\lambda^*_{\overline{\text{y}}}$ – оптимальная степень реализации рассматриваемых параметров, соответствующая границам зоны качественного функционирования МТА.

Область допускаемых значений исследуемого параметра МТА при

$$\left.\begin{array}{l} \Delta^*_{\sigma_{\text{x}}} > 0{,}167\ X_{\text{н(б)}} \quad \text{и} \quad \Delta^*_{\sigma_{\text{y}}} > 0{,}167\ Y_{\text{н(б)}}\ , \\ \Delta^*_{\nu_{\text{x}}} > 0{,}167\ (\lambda^*_{\overline{\text{X}}})^{-1} \quad \text{и} \quad \Delta^*_{\nu_{\text{y}}} > 0{,}167\ (\lambda^*_{\overline{\text{y}}})^{-1}\ , \end{array}\right\} \tag{2.40}$$

соответствует зоне только эффективного функционирования МТА.

С учетом выражений (2.36) - (2.40) граничные значения $\Delta^*_{\sigma_{\text{x}}}$ и $\Delta^*_{\sigma_{\text{y}}}$ находятся по выражениям:

$$\Delta^*_{\sigma_{\text{x}}} = 0{,}167 X_{\text{н(б)}}; \qquad \Delta^*_{\sigma_{\text{y}}} = 0{,}167 Y_{\text{н(б)}}\ . \tag{2.41}$$

Установив по формуле (2.41) $\Delta^*_{\sigma_{\text{x}}}$ (или $\Delta^*_{\sigma_{\text{y}}}$), находят экстремальные значения среднего квадратического отклонения σ^*_{x} (или σ^*_{y}) и коэффициента

вариации $\nu_{х}^{*}$ (или $\nu_{у}^{*}$) исследуемого параметра, которые соответствуют искомой границе допуска.

С учетом выражений (2.36) - (2.41) устанавливая коэффициент вариации $\nu_{м}^{*}$ нагрузки, находим оптимальное значение степени загрузки $\lambda_{\overline{М}}^{*}$ двигателя, которое является границей зоны эффективного и качественного функционирования МТА.

В работе [91] методика градации допусков и оценки зоны эффективного и качественного функционирования изложена на основе исследования работы тракторов с обычными дизельными двигателями (с кусочно-линейной и кусочно-параболической характеристикой). Исследования показывают, что характер изменения оценочных показателей несколько отличается в случае использования ДПМ.

Граница зоны качественного функционирования трактора определяется значением коэффициента вариации $\nu_{м}$.

Оптимальное значение степени загрузки $\lambda_{\overline{М}}^{*}$ двигателя, которое является границей зоны эффективного и качественного функционирования МТА, находится в пределах 0,910-0,983.

Оператор посредством приборов может контролировать и производить оценку эффективного и качественного функционирования трактора по одному из оценочных показателей ($\lambda_{\overline{м}}^{*}$ или $\Delta_{\overline{М}}^{*}$,), а также при необходимости вводить корректирующие действия при управлении МТА.

2.6. Методика визуализации технологий и технологических процессов

Рост производительности труда и эффективность производства в спельском хозяйстве возможны при внедрении современной техники, составленной в каждом хозяйстве в виде производственных комплексов, обеспечивающих полную механизацию производства с применением передовой технологии. При этом необходимо обеспечивать нормальные условия труда и быта работников. Технология производства

сельскохозяйственной продукции и социальные проблемы на селе тесно переплетаются и во многом зависят от экономического состояния производственного кооператива или любой другой формы хозяйствования.

В отрасли растениеводства, как и во всех других отраслях народного хозяйства, технология производства может быть разграничена на три основных потока. Первый и основной поток – это люди, непосредственные производители. Вторым потоком можно считать поток информации и третий – это поток материалов, задействованных в технологии (см. рисунок 2.2).

Для успешного продвижения прогрессивных технологий в сельском хозяйстве, особенно связанных с новой техникой, на первый план выдвигается необходимость улучшения информации. Особенно это касается работников, относящихся к низшему и среднему звеньям, которые являются непосредственными исполнителями работы.

Повысить информированность работников можно визуализацией технологических процессов, что и было предложено в трудах проф. Н.И. Джабборова, а также доцентов А.В. Добриновым и Д.В. Бутусовым. Для наглядности проведения полевых операций они предложили ввести информационные карты, которые назвали картами потоков производства [111]. Этот способ повышения наглядности имеет неоспоримые преимущества:

- при помощи карты непосредственный исполнитенль может уяснить для себя весь технологический процесс даже при беглом прочтении;

- при помощи карты можно предугадать источники потерь в организации или в агротехнике;

- лаконичность и ясность рабочего плана, удобство для его обсуждения и возможной корректировки;

- карта потока представляет собой подобие информационного поля для рассуждений и принятия решений по совершенствованию технологии производства той или иной продукции;

- по карте производства можно судить о связях мепжду материальным потоком и необходимой для этого информацией.

Предлагаемые информационные карты можно разрганичить на три уровня. К первому уровню относятся карты, которые визуализируют всю технологию в целом (допустим, технологию возделывания какой-либо культуры).

Второй уровень карт – это визуализация какой-либо одной технологической операции, допустим, операции по основной обработке почвы или операции по посеву, междурядной обработке и др.

И наконец, к третьему уровню относятся карты, которые визуализируют техническое обслуживание машин, допустим, ЕТО, или ТО, или даже ремонт тракторов и сложных сельскохозяйственных машин.

У ккаждого уровня карт есть своё назначение. Карты первого уровня предназначены специалистам, командующим производством, агрономам, инженерам, их помощникам, а главное – управляющим производственными участками. Эти кадры являются ответственными за всю технологию.

Карты второго и третьего уровней составляются специально для непосредственных исполнителей механизированных работ, то есть для трактористов и операторов различных установок. Эти карты не только помогают им ориентироваться в последовательности выполнения полевой операции, но и являются для них своеобразным учебным пособием для повышения своей квалификации.

На картах всех уровней можно найти основные параметры полевой операции или всего процесса возделывания культуры. Это помогает ответственному работнику проконтролировать или скорректировать ход выполнения работ и качество проведения операций. По своей форме карты должны быть однотипны и разрабатываться в единой последовательности.
Пример одной из карт визуализации представлен на рисунке 2.19.

Естественно, самыми сложными являются карты первого уровня. Для их составления необходимо провести некоторые предварительные работы:

- составить полный перечень полевых операций, который должен представлять из себя технологическую карту для возделывания данной культуры именно на этом поле с его характерными очертаниями и природно-рельефными условиями;

- уяснить агротехнические требования и технологические параметры всех полевых операций, составляющих данный технологический процесс. Здесь имеются в виду такие показатели как глубина обработки, нормы высева посевного материала, удобрений, расход гербицидов, применяемые транспортные средства и дальность перевозок;

- определить марки и инвентарные номера тракторов и сельхозмашин, привлекаемых для полевых работ в технологическом процессе;

- рассчитать рациональный скоростной режим работы агрегатов. В случае, если у скоростного режима нет научного обоснования, то назначается та передача в трансмиссии, которая обеспечивает допустимую по агротехнике скорость движения.

Предваврительные работы при составлении информационных карт второго уровня:

- учредить режим рабочей смены или рабочего дня для исполнителя работ;

- выбрать состав агрегата;

- составить перечень технологических показателей, характеризующих качество работы, то есть указать глубину обработки почвы и заделки всех технологических материалов, пределы изменения рабочей скорости и производительности, а также регулировочные параметры техники.

При составлении карт третьего уровня рекомендуется провести следующие работы:

- уточнить периодичность и ближайшие сроки проведения обслуживающих и ремонтных работ с задействовавнными техническими средствами;

- подробно представить список всех операций технического обслуживания или ремонта задействованных технических средств.

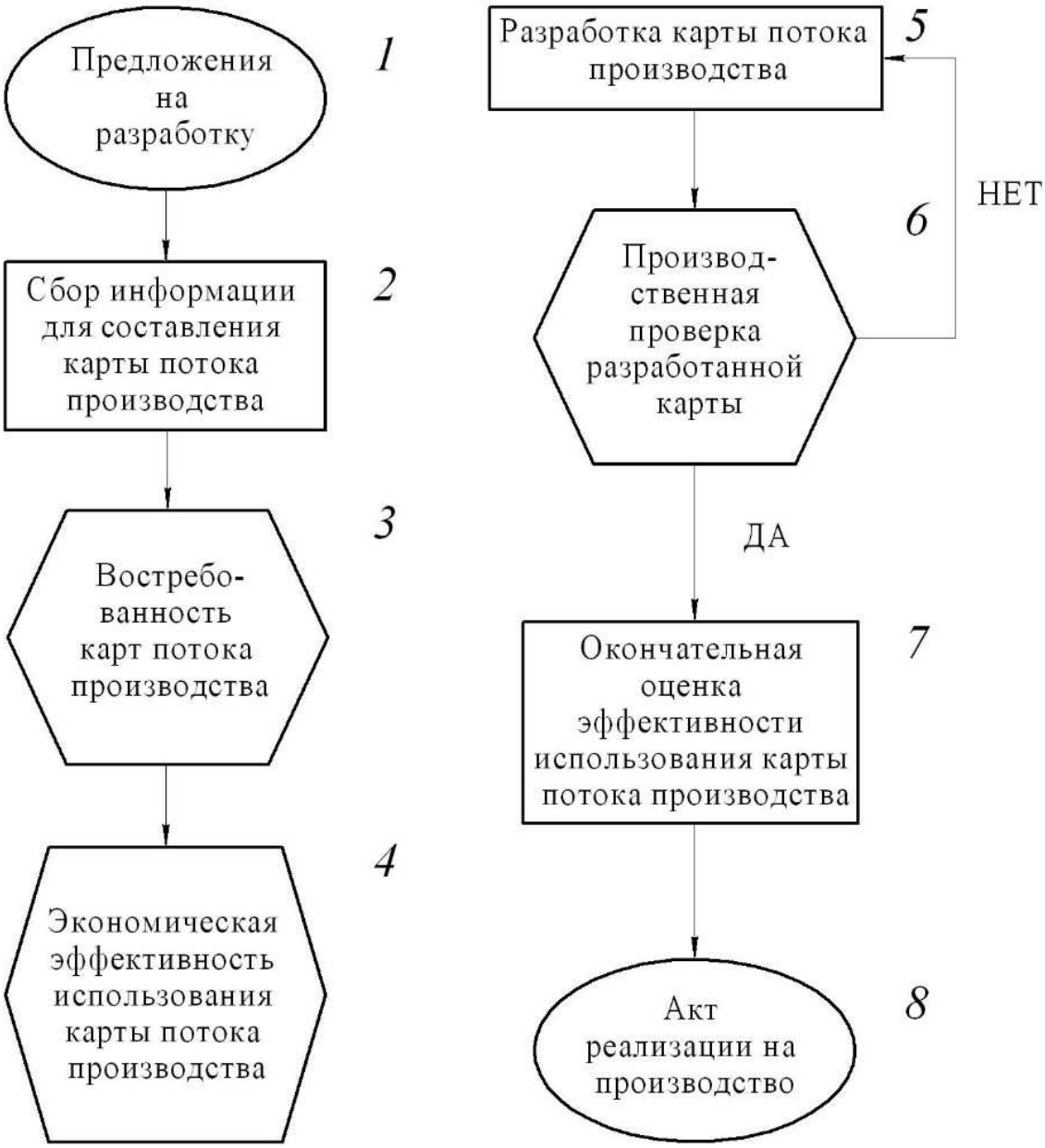


Рисунок 2.19 – Рекомендуемая схема последовательности составления карты потока

В составлении карт первого уровня должны участвовать главные специалисты хозяйства – агроном и инженер, а в составлении информационных карт третьего уровня участвует только инженер-механик.

Пример визуализации первого уровня в виде информационной карты показан на рисунке 2.20.

Пример карты для трактористов, то есть карты второго и третьего уровней, представлены на рисунке 2.21.

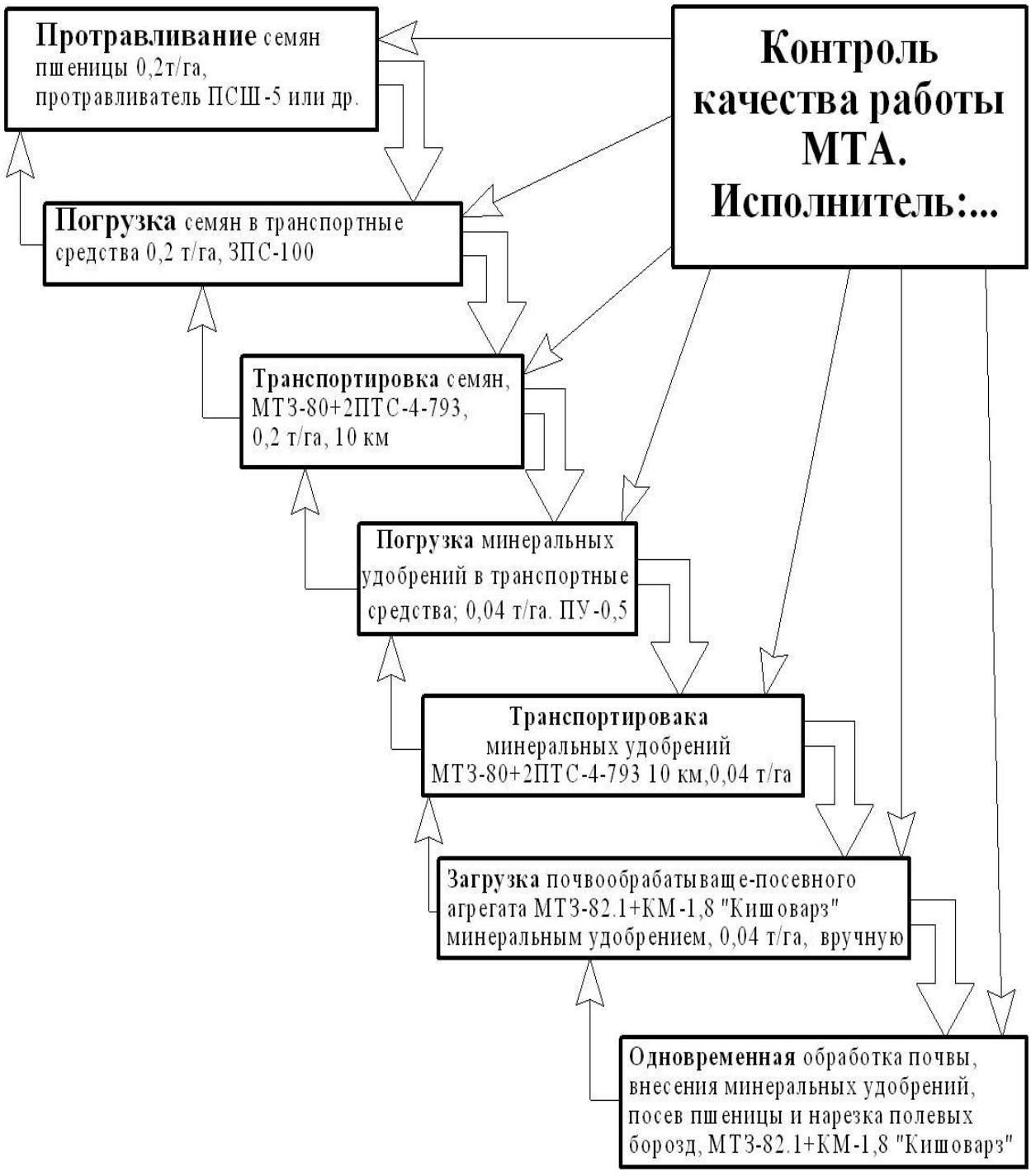


Рисунок 2.20 – Карта потока рекомендуемого технологического процесса по обработке почвы, совмещённого с посевом пшеницы

Поскольку техника должна работать безотказно и гарантировать высокий коэффициент использования рабочего времени без вынужденных

простоев на исправление неполадок, необходимы карты потока производства, относящиеся к порядку техничекского обслуживавния тракторов и сельхозмашин. Это заметно повышает коэффициент технической готовности и эксплуатационной надёжности агрегатов. Пример таких карт третьего уровня показан на рисунках 2.22 и 2.23

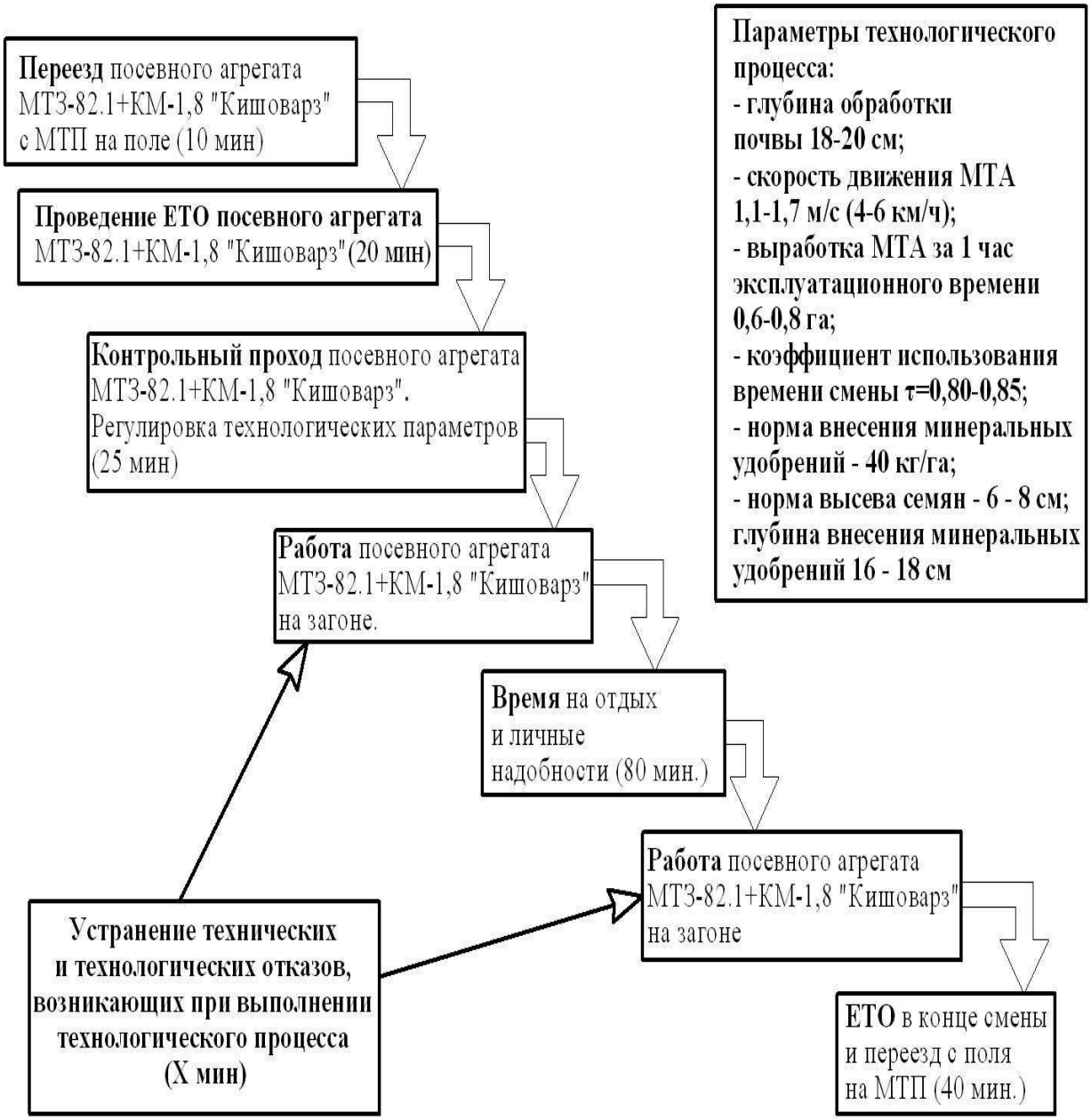


Рисунок 2.21 – Карта потока второго уровня по выполнению технологического процесса – комбинированного посева пшеницы

Карта выполнения ежедневного технического обслуживания содержит список всех необходимых операций, и этим она помогает трактористу сэко-

номить время на проведение обслуживания, приближает его действия к автоматизму без психологической нагрузки, гарантирует выполнение всех операций ЕТО и в конечном итоге устраняет технические отказы и увеличивает эксплуатационную надёжность применяемой техники.

Рисунок 2.22 – Карта потока выполнения ежедневного технического обслуживания тракторов МТЗ-80, -82

Визуализация третьего уровня выгодно отличается тем, что эти карты можно разрабатывать один раз для каждой марки трактора и использовать их ежегодно.

Как было указано выше, карты первого уровня, разрабатываемые для руководящего состава предприятия и его главных специалистов, составляются для каждой культуры и могут быть скорректированы в соответствии с конкретными условиями возделывания [111].

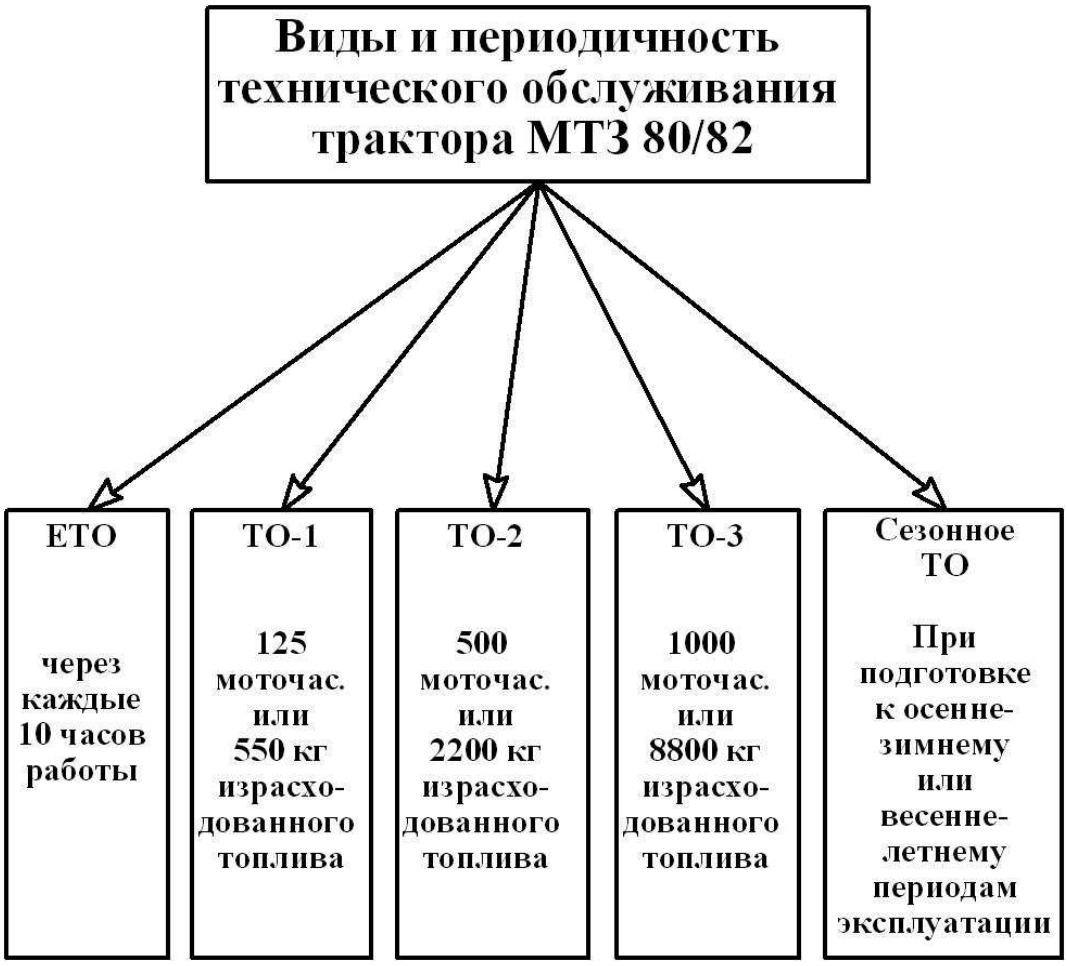


Рисунок 2.23 – Карта потока периодичности технического обслуживания тракторов МТЗ-80, -82

Разработанные информационные карты должны быть постоянно под рукой у исполнителя работ, поэтому они должны иметь удобную форму и размеры. Их можно ламинировать.

Трудности внедрения прогрессивных технологий и технических средств в сельском хозяйстве связаны с низкой информированностью

исполнителей. Полезная информация малодоступна. Особенно в потоке рекламных объявлений и прочего спама, характерного для нынешнего состояния Интернета. Возить с собой учебную литературу тоже очень неудобно. Если работних относится к начинающим трудовую деятельность в сельском хозяйстве, ему трудно запомнить все наставления бригадира или специалиста, его память напрягается, и некоторые сведения забывается. Появляется риск упущений в технологии.

Внедрение карт потока является новым подходом в совершенствовании и продвижении в жизнь прогрессивных технологий. Они способствуют оперативности всех работ и повышению эффективности сельскохозяйственного производства. В картах можно найти сведения о том, какие операции являются главными в технологическом процессе выращивания культуры, какая последовательность проведения операций, какие средства контроля качества при этом применимы.

Руководство производством при условии внедрения информационных карт становится более оперативным и эффективным. Сокращаются сроки проведения инструктажей, наглядно представляется вся схема проведения операций, более доходчивыми становятся объяснения по агротехнике, появляется возможность быстрой корректировки технологии. Упрощается контроль проведения операций.

2.7. Конструктивно-технологические особенности проектирования комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин и оценка их эффективности применения

Анализ конструктивных особенностей сельскохозяйственных машин, производимых в настоящее время, показывает, что существуют три основных типа комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных машин:

- комбинированные машины, спроектированные из несколько последовательно соединенных простых орудий, выполняющих отдельные технологические операции;

- комбинированные машины, в конструкции которых входят специальные комбинированные рабочие органы, выполняющие все технологические операции технологического процесса;

- комбинированные машины, на основной раме которой последовательно размещены разные по назначению рабочие органы, выполняющие отдельные технологические операции.

Доказана высокая эффективность применения комбинированных машин, обеспечивающих совмещение технологических операций [21, 23, 26, 46, 83, 97, 106, 107, 115, 121, 161, 164-167, 176-178, 184, 203, 223, 260, 261, 268].

В частности, в работе [268] приведены результаты исследования о влиянии совмещения технологических операций в комбинированном почвообрабатывающем агрегате с активными рабочими органами на качество обработки почвы и посев зерновых культур с учетом различных скоростных режимов фрезы. Доказана агротехническая эффективность совмещения предпосевной обработки почвы с посевом зерновых культур комбинированным агрегатом в условиях Московской области.

Исследования Ю.И. Кузнецова [164] посвящены разработке комплекса комбинированных агрегатов для совмещения операций по обработке почвы в системе интенсивного земледелия. Им разработаны закономерности протекания технологических процессов различных операций при основной обработке почвы, предпосевной подготовке, а также предложены математические модели для расчёта параметров рабочих органов комбинированных агрегатов и общие принципы их проектирования.

Во многих сельскохозяйственных предприятиях, особенно в дехканских (фермерских) хозяйствах Таджикистана в настоящее время в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур применяют однооперации-

онные сельскохозяйственные машины. Это обеспечивает основную и предпосевную обработку почвы и посев семян сельскохозяйственных культур после многократных проходов агрегатов по полю. При этом, естественно, почва уплотняется, расходуется неоправданно большая энергия. Совмещение технологических операций в один технологический процесс и одновременное их выполнение обеспечивает экономию топливно-энергетических, трудовых и денежных затрат. При этом обеспечивается проведение полевых механизированных работ в сжатые агротехнические сроки с минимальным разрывом и с достаточно высоким качеством.

Анализ исследований [14, 16, 40, 65, 75, 78, 86, 96, 130, 149, 151, 159, 154, 176-178, 201, 213, 260, 261, 268] позволяет выделить основные требования к комбинированным машинам. Комбинированные машины должны обеспечить следующие преимущества:

- сокращение рабочего времени на процесс за счет одновременного выполнения нескольких технологических операций;

- повышение производительности труда;

- снижение энергетических затрат при выполнении технологического процесса;

- высокое качество технологического процесса;

- энергоэффективность процесса, в том числе за счет оптимальной загрузки энергетического средства (трактора);

- безопасность труда;

- надежность технологического процесса.

Исследованиями [7, 13, 79, 114, 174, 175, 183, 185, 193, 226, 246] установлено, что около 85-90 % площадей, освобождаемых после уборки основной культуры (предшественника) и пригодных для повторного посева сельскохозяйственных культур, имеют влажность ниже 12-14 %, то есть содержат запас влаги, недоступный для культурных растений. Такие площади, согласно требованиям агротехники, непригодны для посева по традиционной технологии.

При обработке почвы влажностью меньше 12-14 % образуются глыбы, которые в межоперационном периоде, особенно в условиях жаркого сухого климата Таджикистана, быстро высыхают и упрочняются.

Для измельчения таких глыб требуются большие затраты энергии и труда. В связи с этим, до обработки почвы и посева семян на этих площадях производят влагозарядковый полив. В целом традиционная технология обработки почвы, подготовки её к посеву и посев семян требуют недопустимо много времени, что противоречит требованиям агротехники.

Эту задачу в принципе можно решить путем проектирования и применения комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин.

Такие машины должны обеспечить рыхление почвы на глубину 20-25 см, измельчение верхнего слоя почвы на глубину посева, внесение стартовой дозы минеральных удобрений ниже глубины посева семян, выравнивание почвы и посев семян на заданную глубину, заделку семян, нарезку поливных борозд, а при необходимости, поверхностное внесение ядохимикатов (гербицидов, фунгицидов и инсектицидов) для подавления и уничтожения семян сорняков, болезней и вредителей растений.

2.8. Разработка энергоэффективных почвообрабатывающе-посевных машин с учетом их динамических характеристик

В настоящее время внимание ученых и специалистов, работающих в отрасли АПК, в основном уделено разработке энергосберегающих технологий производства сельскохозяйственной продукции и соответствующих технических средств.

Анализ показывает, что в настоящее время примерно 74% сельхозмашин загружают тракторы на 34,5-87,5%, и только 13% машин увеличивают нагрузку до 95%. Это свидетельствует о том, что около 74 % машин не обеспечивают реализацию потенциальных энергетических возможностей сельскохозяйственных агрегатов, то есть не могут считаться энергоэффективными [105].

Для разработки и создания энергоэффективных сельскохозяйственных агрегатов необходим научно обоснованный подход по обоснованию потребной мощности сельскохозяйственных машин. Обоснование значений потребной мощности сельскохозяйственных машин, обеспечивающих максимум коэффициента полезного действия (КПД) энергетических средств должно быть произведено с учетом динамических характеристик тракторов в составе сельскохозяйственных агрегатов.

Для проведения системного анализа динамических характеристик тракторов здесь принимается во внимание то, что исследуемые параметры в идеальных условиях подчиняются детерминированным функциям. При выполнении технологических процессов сельскохозяйственные агрегаты функционируют в условиях, когда на все энергетические, технико-экономические и агротехнологические показатели влияют случайные входные параметры. Эти случайные входные параметры служат причиной динамического хаоса в детерминированной системе [105].

Колебания входных параметров в конечном итоге приводят к большим изменениям в динамической системе. Если первоначальное состояние энергетических и технико-экономических показателей сельскохозяйственных агрегатов можно описать детерминированными моделями, то дальнейшее поведение параметров в вероятностных условиях функционирования машин можно с высокой вероятностью прогнозировать с помощью вероятностных моделей.

Принцип учета динамического хаоса базируется на учете неопределенностей и случайностей в процессе функционирования различных сельскохозяйственных агрегатов.

В целом, функционирование сельскохозяйственных агрегатов связано с тем, что все рассматриваемые процессы $X_i(t)$ и $Y_i(t)$ являются случайными в вероятностно-статистическом смысле (рисунок 2.24 и 2.25).

На рисунках 2.24 и 2.25 введены обозначения: $У_{\min}, У_{\max}$ – соответственно минимальное и максимальное значения параметра $У$; $\overline{У}$ – математическое ожидание параметра $У$; $\Delta_{\overline{У}}$ – установочный допуск на уровень настройки параметра $У$; $\varphi(У)$ – плотность вероятностей этого параметра $У$; $Y_{\text{Н}}$ – номинальное значение искомого параметра $У$; $\overline{P}_q^*$ – вероятность его выхода за пределы контрольного допуска L_B^* или L_H^*; $\overline{P}_\Delta^*$ – вероятность попадания параметра в пределы контрольного допуска L_B^* или L_H^*; $\sigma_У$ – среднее квадратичное отклонение параметра $У$.

При анализе случайных процессов их можно рассматривать как одномерные модели, то есть ограничиться рассмотрением показателя или параметра с одним входом и одним выходом. В совокупности система одномерных моделей параметров и показателей работы сельскохозяйственных агрегатов дает полное представление о поведении их как динамической системы.

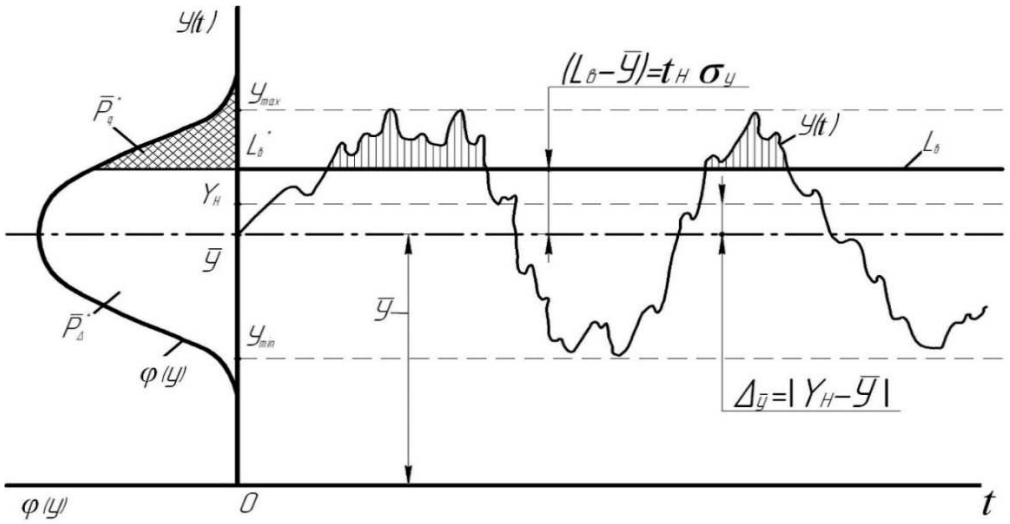


Рисунок 2.24 – Схема процессов X(t) с верхней L_B^* заданной границей

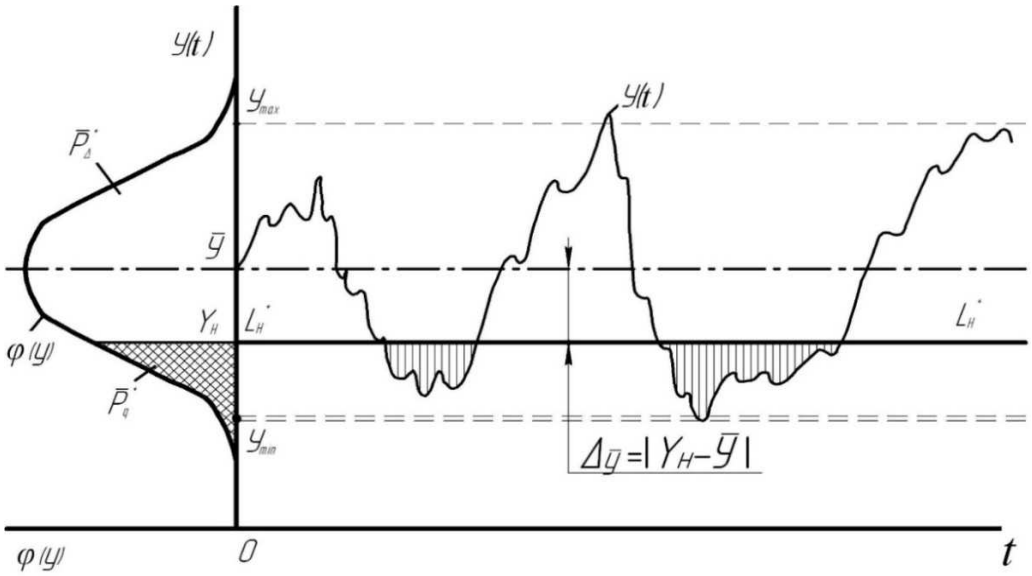


Рисунок 2.25 – Схема процессов X(t) с нижней L_H^* заданной границей

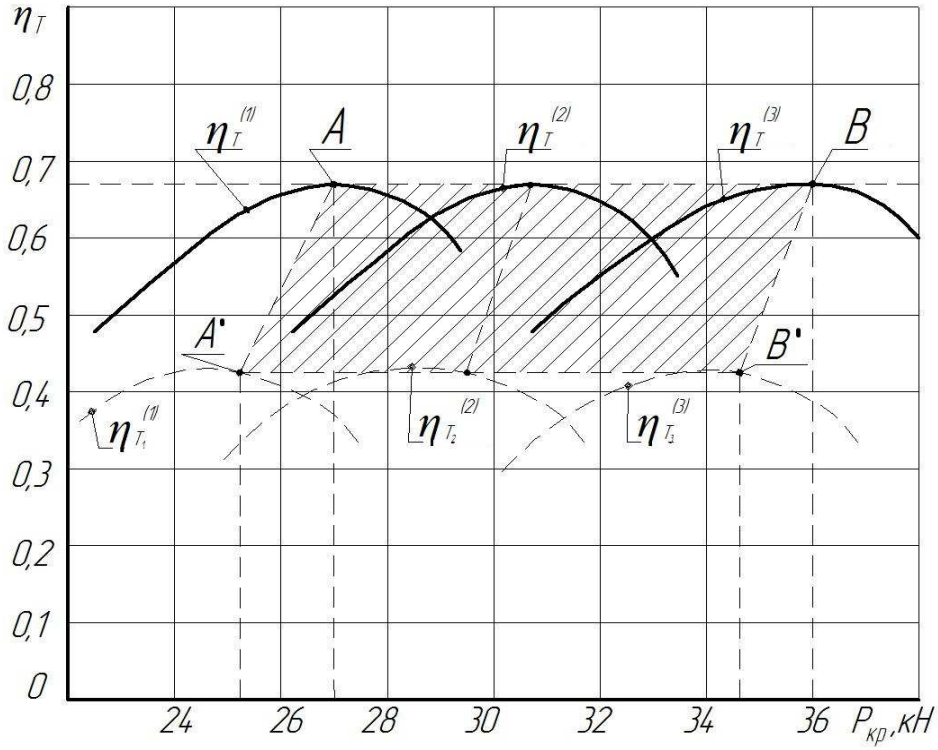
Анализ характеристик колесных и гусеничных тракторов показывает, что диапазон номинальных тяговых усилий колеблется в достаточно широких пределах (таблица 2.3).

Таблица 2.3 –Диапазон изменения номинальных тяговых усилий тракторов различных тяговых классов [105, 249, 250]

Класс тяги трактора, т	Диапазон номинальных тяговых усилий, кН
0,2	1,8-5,4
0,6	5,4-8,1
0,9	8,1-12,6
1,4	12,6-18,0
2,0	18-27
3,0	27-36
4,0	36-45
5,0	45-54
6,0	54-72
8,0	72-108

Широкий диапазон изменения номинальных тяговых усилий тракторов объясняется тем, что трактора определенного тягового класса имеют различные массу, тягово-мощностные и сцепные свойства, характеристики ходовых систем и т.д. На диапазон изменения номинальных тяговых усилий так-

же существенно влияют характеристика фона, физико-механические свойства почвы, коэффициент сцепления, коэффициент сопротивления качению и многие другие эксплуатационные факторы, которые определяют вероятностные условия функционирования сельскохозяйственных агрегатов. В этой связи, диапазон изменения (эволюции) максимальных значений тягового КПД тракторов различных тяговых классов колеблется в очень широких пределах. В качестве примера на рисунке 2.26 представлена схема определения зоны изменения максимальных значений тягового КПД тракторов с различными тягово-сцепными и мощностными показателями на определенном агрофоне.



$\eta_T^{(1)}, \eta_T^{(2)}, \eta_T^{(3)}$ – КПД тракторов одного тягового класса различного типоразмерного ряда;

$\eta_{T_1}^{(1)}, \eta_{T_2}^{(2)}, \eta_{T_3}^{(3)}$ – КПД тракторов одного тягового класса различного типоразмерного ряда с учетом влияния широкого спектра вероятностных факторов внешней среды

Рисунок 2.26 – Схема определения диапазона изменения (эволюции) максимальных значений тягового КПД тракторов с различными тягово-сцепными и мощностными показателями.

Рисунок 2.26 свидетельствует о широком диапазоне ($A-A^*-B-B^*$) изменения (эволюции) максимальных значений тягового КПД трактора с сельскохозяйственной машиной при его работе на различных агрофонах.

В целом, в разрезе одного тягового класса существует типоразмерный ряд (система тракторов), состоящий из базовой модели и ее модификациий. Модификации от базовой модели отличаются эксплуатационной массой, мощностью двигателя, типоразмером шин (для колесных) тракторов.

Широкий диапазон изменения КПД по горизонтали ($A-B-A^*-B^*$) объясняется разнообразием тягово-мощностных и тягово-сцепных качеств тракторов отдельно взятого класса тяги.

Широкий диапазон изменения КПД по вертикали ($A-A^*-B-B^*$) объясняется случайным характером технологических, энергетических и технико-экономических показателей в вероятностных условиях функционирования сельскохозяйственных агрегатов.

При разработке энергоэффективных технических средств следует обосновать потребную мощность машин, обеспечивающих достижение высокого КПД и реализацию потенциальных энергетических возможностей сельскохозяйственных агрегатов в процессе реализации технологии. При этом оценку динамических характеристик сельскохозяйственных агрегатов необходимо производить по следующим критериям: динамический фактор $Д$, коэффициент полезного действия трактора η_T, удельная мощность двигателя $У_{N_e}$, буксование δ движителей трактора, удельный тяговый расход топлива $g_{кр}$ и коэффициент энергетической эффективности технических средств и технологического процесса $K_{T.CP}$.

Коэффициент энергетической эффективности технических средств $K_{T.CP}$ и технологического процесса является новым показателем и вводится впервые. Данный критерий и методика его определения более подробно будут изложены в следующих работах.

С учетом динамических характеристик энергетических средств нами были разработаны и созданы экспериментальные образцы универсальных комбинированных почвообрабатывающих и почвообрабатывающе-посевных агрегатов КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз». Исследования названных агрегатов показали их высокую энергетическую эффективность при выполнении технологических процессов. Значения коэффициента энергоэффективности разработанных нами агрегатов находились в пределах $K_{T.CP} = 0{,}88 - 0{,}98$.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что при проектировании машин с повышенными эксплуатационными характеристиками, обеспечивающими энергоэффективность агрегатов и выполняемых ими технологических процессов, необходимо учитывать динамические свойства энергетических средств и рабочих машин. При этом сельскохозяйственные агрегаты необходимо рассматривать как динамическую систему.

2.9. Выводы по разделу 2

Проведенные теоретические исследования позволили сформулировать следующие выводы.

1. Из-за случайного характера внешних возмущающих факторов в условиях эксплуатации МТА их энергетические параметры и технико-экономические показатели изменяются в широких пределах. В этой связи при определении и обосновании оптимальных параметров и режимов работы МТА необходимо учитывать влияние вероятностного характера внешних возмущающих факторов на энергетические и технико-экономические параметры технических средств.

2. Усовершенствована методика определения критериев эффективности использования комбинированного агрегата и составления сбалансированной системы их эксплуатационных параметров, отличающаяся тем, что математические модели для вычисления критерия эффективности, определения затрат энергии и технико-экономических показателей дифференцирова-

ны по степени рассеивания внешней нагрузки, а их оптимизация производится с учетом показателей качества технологических операций. При этом обоснование оптимальных значений целевой функции (критериев оптимизации) производится с учетом их структуры с выявлением наиболее напряженных статей для определения возможных путей экономии энергии при использовании комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов.

3. При обосновании оптимальных параметров и режимов работы проектируемых комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов в качестве основных критериев оптимизации следует принимать качество проведения операций и минимум энергетических затрат.

4. Повышение эффективности технологии возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах можно обеспечить на основе реализации следующих научных принципов её формирования:

- принцип экономии энергии в технологических процессах и операциях;

- принцип повышения энергоэффективности технических средств и технологических материалов;

- принцип выбора оптимальной структуры технологии.

5. Предложенная методика расчета конструктивно-технологических параметров позволяет спроектировать энергоэффективные комбинированные почвообрабатывающе-посевные машины с высокими технико-экономическими показателями.

6. Для повышения эксплуатационной надежности применяемых технических средств и эффективности технологических процессов предложен организационный приём, улучшающий наглядность и контроль проведения операций путём визуализации их последовательности в специально разработанных картах.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНЫХ АГРЕГАТОВ

3.1. Обоснование рациональной скорости движения комбинированного агрегата

В традиционных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, когда применяются простые полевые операции, скорости выполнения каждой из них не коррелируются между собой. Они выбираются либо по энергетическим возможностям тягового средства, либо по их влиянию на качество проведения операции. В первом случае при выборе скорости доминирует тяговый расчёт агрегата, а во втором преобладают экспериментальные данные и производственный опыт по определению влияния скорости на агротехнические показатели качества работы.

При работе комбинированного агрегата, когда выполняется одновременно несколько операций, выбор рациональной скорости движения усложняется, так как появляются противоречия и взаимозависимость между частными агротребованиями, и тем в большей мере, чем больше технологических операций комбинируется в одном рабочем проходе. В разработанной нами технологии комбинированные агрегаты выполняют одновременно шесть и семь полевых операций (рисунки 3.1 и 3.2). При таком обилии операций расчёт рабочей скорости по мощностному признаку тягового средства отходит на второй план, так как результат расчёта наверняка нарушит агротехнические рекомендации хотя бы для одной из комбинируемых операций. Надо учитывать взаимозависимость требований в поисках компромиссного решения. Здесь возможны два подхода. Самый простой – это расчёт средней скорости по агротехническим требованиям для каждой операции.

В общем случае среднюю скорость движения МТА при выполнении отдельных технологических операций с применением однооперационных машин в технологическом процессе можно рассчитать по формуле:

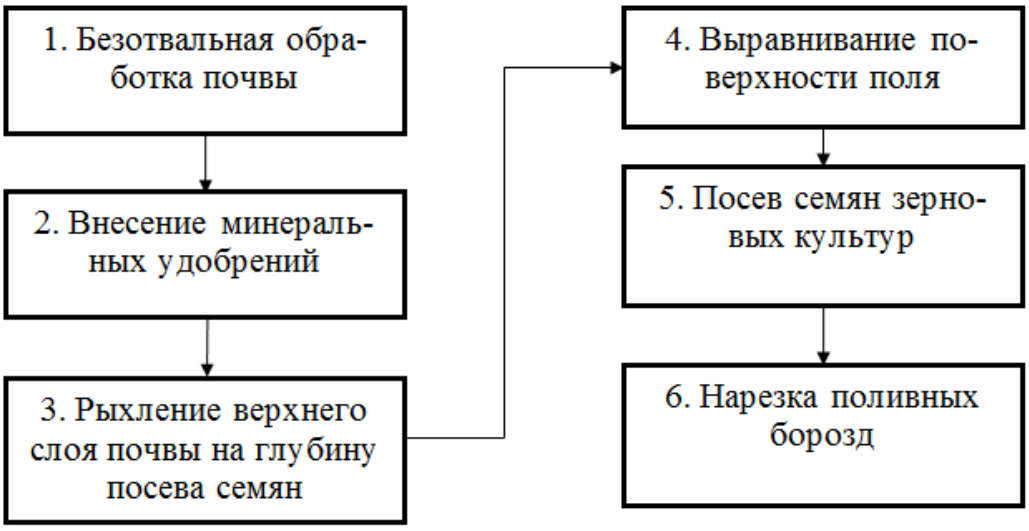


Рисунок 3.1 – Схема технологического процесса посева зерновых культур одновременным проходом МТА (первый вариант)

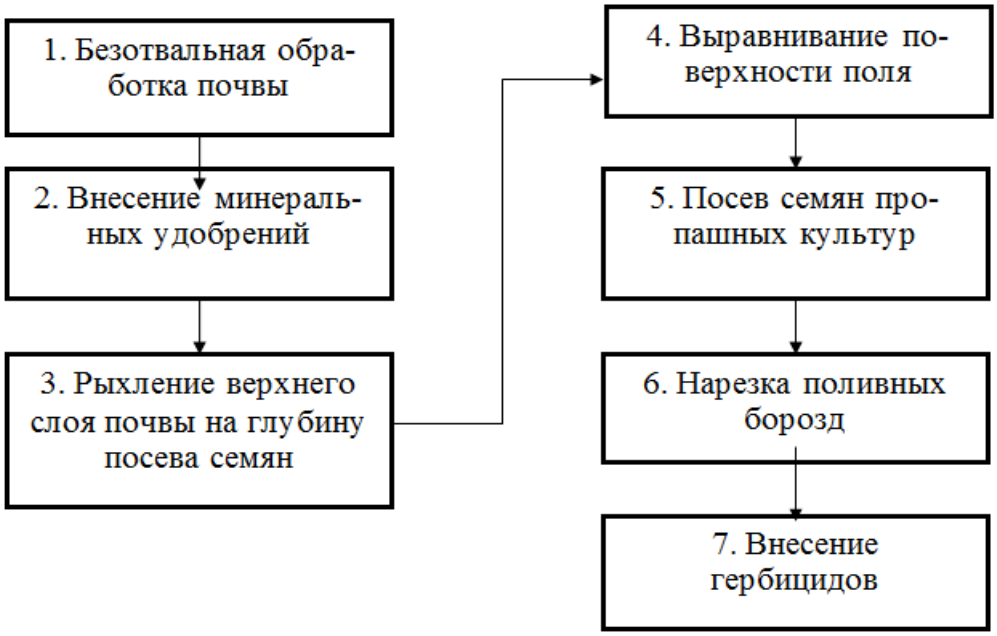


Рисунок 3.2 – Схема технологического процесса посева пропашных культур одновременным проходом МТА (второй вариант)

$$\overline{V}_p^{од.м} = \frac{\frac{V_{p.1}^{\min} + V_{p.1}^{\max}}{2} + \frac{V_{p.2}^{\min} + V_{p.2}^{\max}}{2} + \ldots + \frac{V_{p.n}^{\min} + V_{p.n}^{\max}}{2}}{n}, \qquad (3.1)$$

где $n-$ количество технологических операций в технологическом процессе;

$V_{p.1}^{mim}, V_{p.2}^{mim}, \ldots, V_{p.n}^{mim}$ – нижние пределы агротехнических допустимых скоростей выполнения i – й технологической операции [136, 214];

$V_{p.1}^{\max}, V_{p.2}^{\max}, \ldots, V_{p.n}^{\max}$ – верхние пределы агротехнических допустимых скоростей выполнения i – й технологической операции [136, 214].

Выражение (3.1) позволяет определить среднее значение рабочей скорости движения. Оно больше подходит для раздельного выполнения операций отдельными МТА с заданными скоростными и нагрузочными режимами. При раздельном выполнении полевых механизированных работ имеется ввиду, что все технологические операции равнозначны по критериям оценки их эффективности.

В принципе выражение (3.1) нежелательно использовать для расчета среднего значения скорости движения МТА при выполнении технологического процесса комбинированными машинами, так как при этом среднее значение скорости движения комбинированного агрегата может существенно отличаться от оптимальной, отвечающей требованиям качества выполнения процесса и других критериев оценки его эффективности.

Приведём пример расчета среднего значения скорости МТА при выполнении технологического процесса обработки почвы и посева зерновых культур однооперационными машинами.

При выполнении технологического процесса обработки почвы, подготовки её к посеву и повторному посеву семян зерновых культур однооперационными машинами пределы агротехнических допустимых скоростей на технологические операции, согласно Правилам производства механизированных работ [136, 214], следующие (в км/ч):

- безотвальная обработка почвы – 6-12;
- внесение минеральных удобрений – 6-12;
- рыхление верхнего слоя почвы – 6-12;
- выравнивание поверхности поля – 6-15;
- посев семян зерновых культур – 7-14;

- нарезка поливных борозд – 6-9.

Используя выражение (3.1) можно определить среднюю скорость выполнения технологического процесса:

$$\overline{V}_p^{од.м} = \frac{\frac{V_{p.1}^{\min} + V_{p.1}^{\max}}{2} + \frac{V_{p.2}^{\min} + V_{p.2}^{\max}}{2} + ... + \frac{V_{p.n}^{\min} + V_{p.n}^{\max}}{2}}{n} =$$

$$= \frac{\frac{6+12}{2} + \frac{6+12}{2} + \frac{6+12}{2} + \frac{6+15}{2} + \frac{7+14}{2} + \frac{6+9}{2}}{6} = 9,25\,км/ч$$

Такой результат получен в качестве среднего значения для равнозначных операций.

Второй подход к решению вопроса выбора скорости учитывает значимость каждой операции. При выполнении технологического процесса одновременной обработки и подготовки почвы к посеву и повторного посева семян зерновых культур с применением комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата необходимо определить наиболее значимую технологическую операцию и значение скорости, обеспечивающее наилучшее качество процесса. То есть при совместном выполнении всех операций процесса на его качество влияют не только скорость движения МТА, но и сокращение межоперационного времени, а также совокупное воздействие рабочих органов на почву.

Практика показывает, что сокращение межоперационного времени позволяет уменьшить потери влаги в почве при ее обработке, а совокупное воздействие различных рабочих органов увеличивает степень крошения почвы. Оптимальная скорость движения комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата при этом может уменьшиться из-за ограничения, установленного наиболее значимой операцией, и оказаться меньшей, чем средняя скорость МТА с однооперационными машинами.

Незначительная потеря скорости МТА хотя и приводит к уменьшению производительности комбинированного агрегата, но обеспечивает высокую

эффективность технологии за счет существенного сокращения общего времени на выполнение технологического процесса и экономии энергетических и трудовых затрат.

В условиях жаркого и сухого климата в период повторного посева влажность почвы не превышает 12 -14 %, что затрудняет её обработку с требуемым качеством рыхления. Анализ показывает, что при проектировании комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин целесообразно предусмотреть в их конструкции активные рабочие органы, например фрезерные. Согласно требованиям агротехники [136, 214], пределы рабочих скоростей фрезерных почвообрабатывающих машин колеблются от 4 до 6 км/ч. При одновременном выполнении шести операций наиболее значимыми являются степень крошения почвы и качество посева семян. Из всех шести операций процесса, естественно, наиболее значимым фактором становиться степень рыхления почвы, от которого зависят и качественные показатели процесса. Скорость выполнения процесса в данном случае ограничивается допустимыми рабочими скоростями почвенной фрезы.

Математическую зависимость предела допустимых скоростей выполнения технологического процесса, состоящего из нескольких технологических операций, одновременно выполняемых комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатом, можно представить в качестве функции многих операций и степени их значимости:

$$V_p^{Д} = \frac{\sum_{i}^{n} V_p^{Д.i} \cdot K_З^{i}}{n}, \qquad (3.2)$$

где $V_p^{Д}$ – предел допустимых рабочих скоростей выполнения технологического процесса, состоящего из нескольких технологических операций, одновременно выполняемых комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатом;

n – количество технологических операций в технологическом процессе;

$V_p^{Д.i}$ – агротехнически допустимый предел скорости i – й технологической операции процесса;

$K_З^i$ – коэффициент значимости i – й технологической операции.

Коэффициент значимости $K_З^i$ технологических операций зависит от факторов, влияющих на его значение (рисунок 3.3).

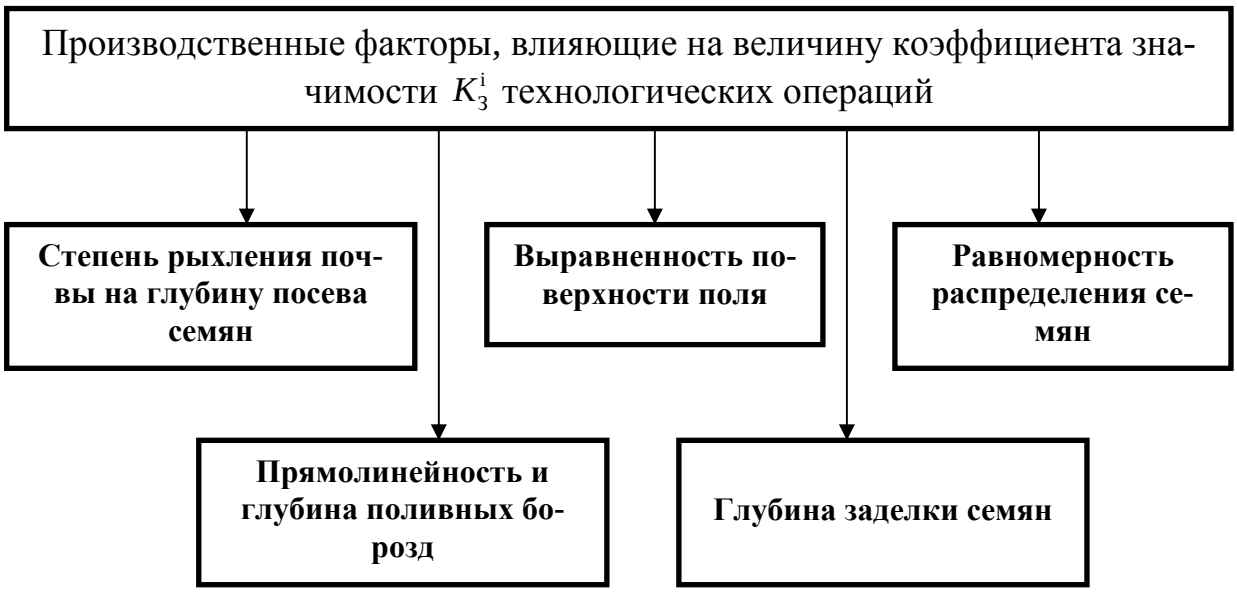


Рисунок 3.3 – Схема для определения наиболее значимых технологических операций производственного процесса (на примере одновременной обработки почвы и посева зерновых культур)

Из рисунка 3.3 следует, что коэффициент значимости $K_З^i$ технологической операции зависит от 5 основных факторов. С учетом этого, значение коэффициента $K_З^i$ можно определить по формуле:

$$K_З^i = \frac{Б_{ст}^{рыхл} + Б_{выр}^{поля} + Б_{равн}^{сем} + Б_{пр.гл}^{бор} + Б_{гл.зад}^{сем}}{5}, \qquad (3.3)$$

где $Б_{ст}^{рыхл}$ – количество оценочных баллов, полученных за показатель степени рыхления почвы на глубину посева семян;

$Б_{выр}^{поля}$ – количество оценочных баллов, полученных за показатель выровненности поверхности поля;

$Б_{равн}^{сем}$ – количество оценочных баллов, полученных за показатель равномерности распределения семян;

$Б_{пр.гл}^{бор}$ – количество оценочных баллов, полученных за показатель прямолинейности и глубины поливных борозд;

$Б_{гл.зад}^{сем}$ – количество оценочных баллов, полученных за показатель глубины заделки семян.

Согласно Правилам производства механизированных работ и других нормативных документов [2, 38, 136, 201, 214], оценка качества работы производится по трехбалльной системе:

- хорошее качество – 3 балла;
- удовлетворительное качество – 2 балла;
- неудовлетворительное качество – 1 балл.

С учетом изложенного, а также согласно выражению (3.3), максимальное значение коэффициента значимости операции равно

$$K_3^{\text{i}} = \frac{3+3+3+3+3}{5} = 3.$$

Минимальное значение коэффициента значимости операции составляет

$$K_3^{\text{i}} = \frac{1+1+1+1+1}{5} = 1.$$

Если анализировать технологические операции процесса и оценивать их значимость по показателям качества, показанным на рисунке 3.3, коэффициент значимости K_3^{i} рыхления верхнего слоя почвы фрезерными орудиями принимает наибольшее значение, то есть $K_3^{\text{i}} = 3$.

Безотвальная обработка почвы производится чизельными орудиями, рыхлительными или стрельчатыми лапами на жестких или упругих стойках. Такие рабочие органы обеспечивают первичное рыхление почвы пониженной влажности на заданную глубину со степенью рыхления ниже допустимого значения для предпосевной обработки, то есть менее 70-80 %. Но зато первичное рыхление почвы облегчает вторичную обработку последующими

рабочими органами (например, фрезерными) и внесение удобрений. Совокупное выполнение рыхления почвы тремя типами рабочих органов обеспечивает высокую степень рыхления.

Значения коэффициента K_3^i для безотвальной обработки почвы и внесения минеральных удобрений будет $K_3^i < 3$, так как в отдельности эти операции не смогут обеспечить высокую степень рыхления почвы.

Качество рыхления почвы в последующем влияет на возможность её выравнивания, а также влияет на качество посева семян и нарезки борозд. Таким образом, наиболее значимой операцией в процессе является рыхление почвы, и качественные показатели всего технологического процесса зависят от этой операции. В данном случае установленная наиболее значимая операция – рыхление почвы на глубину посева, которая осуществляется в комбинированном агрегате фрезерными рабочими органами, ставит общее ограничение на скорость комбинированной операции.

Обоснование структуры и оптимизация рабочей скорости выполнения технологических процессов даёт основание для выбора потребной мощности трактора для высокоэффективных комбинированных агрегатов.

Комплексное изучение взаимодействия различных рабочих органов, интенсивно действующих на почву пониженной влажности, способов и приемов обработки почвы, вида технологического процесса, технологических операций, производственных факторов, типа рабочих органов, показателей качества работы и скоростных режимов работы позволяет разработать эффективные комбинированные агрегаты для выполнения полевых механизированных работ.

Установленная при помощи приведенного расчёта рабочая скорость комбинированного агрегата в течение рабочего прохода не является постоянной, она меняется под действием переменного сопротивления почвы, сложности микрорельефа поверхности поля и других факторов. Разброс значений рациональной скорости можно определить только экспериментальным

путём и на основании непосредственных измерений и хронометражных наблюдений определить допустимые пределы её изменений для оптимизации энергетических затрат и выполнения агротребований на качество работы.

3.2. Влияние рабочей скорости агрегата на сменную производительность

В основу теоретического исследования сменной производительности агрегата от его рабочей скорости положим известное выражение

$$W = 0{,}1BV\tau, \qquad (3.4)$$

где W – производительность агрегата за час сменного времени, га/ч;

B– ширина захвата агрегата, м;

V – рабочая скорость движения, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

При всей простоте этого выражения оно не может считаться линейным, так как коэффициент τ тоже зависит от рабочей скорости и в довольно сложной аналитической зависимости. Раскроем эту зависимость для дальнейшего использования в расчёте производительности комбинированных агрегатов по экспериментальным данным. Для математического анализа выражения (3.4) будем использовать единицу измерения расстояний, скорости и площадей на базе метра, тогда это выражение примет вид

$$W = BV\tau\ , \qquad (3.5)$$

где W – производительность агрегата за час сменного времени, м^2/ч;

B– ширина захвата агрегата, м;

V – рабочая скорость движения, м/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

Разграничим производительные и непроизводительные затраты времени в течение смены на время непосредственной работы в борозде (T_p), время одного поворота (t_1), время одного технологического обслуживания, расходуемое для заправки технологических ёмкостей, очистки и регулировки ра-

бочих органов (t_2) и время утреннего техобслуживания и обеденного перерыва (t_3).

Полевые работы, связанные с опорожнением технологических ёмкостей, в том числе посевные операции, удобно анализировать по циклам работы. За цикл принимается продолжительность работы между заправками агрегата семенами, удобрениями и другими технологическими материалами.

Коэффициент использования сменного времени выражается соотношением

$$\tau = \frac{T_p}{T}, \tag{3.6}$$

где T_p – время непосредственной работы агрегата в борозде;

T – общая продолжительность рабочей смены.

$$T_p = t_{рц} \cdot n_ц, \tag{3.7}$$

где $t_{рц}$ – время работы в борозде в течение одного цикла;

$n_ц$ – число циклов за рабочую смену.

$$t_{рц} = \frac{L}{V} \cdot n, \tag{3.8}$$

где L – длина рабочего прохода между поворотами агрегата;

V – рабочая скорость агрегата;

n – число рабочих проходов в одном цикле.

$$n = \frac{L_1}{L}, \tag{3.9}$$

где L_1 – суммарная длина рабочих проходов за один цикл, или расстояние опорожнения заправочных ёмкостей.

$$n_ц = \frac{T - t_3}{t_ц}, \tag{3.10}$$

где t_3 – время утреннего техобслуживания и обеденного перерыва;

$t_ц$ – время одного цикла.

$$t_{ц} = t_{рц} + t_{пов.ц} + t_2, \tag{3.11}$$

где $t_{пов.ц}$ – суммарное время поворотов за один цикл;

t_2 – время одного технологического обслуживания.

$$t_{пов.ц} = t_1 \cdot n, \tag{3.12}$$

где t_1 – время одного поворота.

В результате всех подстановок выражение (3.6) приобретает вид конечной формулы:

$$\tau = \frac{\frac{L_1}{V} \cdot \frac{T - t_3}{\frac{L_1}{V} + \frac{L_1}{L} \cdot t_1 + t_2}}{T}, \tag{3.13}$$

где τ – коэффициент использования времени смены;

L – длина рабочего прохода в границах поля, м;

L_1 – путь опорожнения технологических ёмкостей, м;

V – рабочая скорость движения агрегата, м/ч;

T – продолжительность рабочей смены, ч;

t_1 – среднее время одного поворота, ч;

t_2 – среднее время одного технологического обслуживания, ч;

t_3 – время утреннего техобслуживания и обеденного перерыва, ч.

График зависимости (3.13) представлен на рисунке 3.1. Для исследования характера зависимости коэффициента использования рабочего времени от рабочей скорости движения агрегата были использованы численные значения входных параметров, характерные для условий работы комбинированного агрегата КМ-1,8 «Кишоварз» в УОУП «Хисор» Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур: длина рабочего хода L = 700 м, путь опорожнения технологических емкостей L_1 = 2700 м, продолжительность рабочей смены T = 8 часов, среднее время одного поворота t_1 = 1 минута, среднее время одного технологического обслуживания t_2 = 5 минут, время утеренего техобслуживания t_3 = 10 минут.

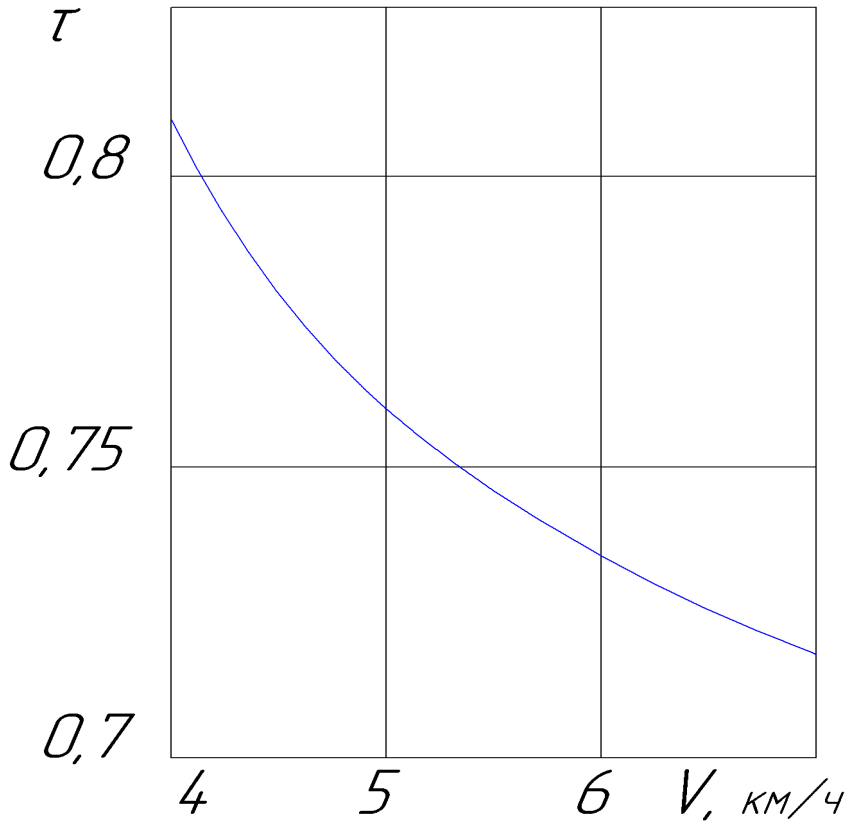


Рисунок 3.1 – Влияние рабочей скорости движения на коэффициент использования времени смены

Аналогичную последовательность и те же исходные данные применим для непосредственного определения аналитической зависимости сменной выработки и сменной производительности от рабочей скорости движения. Оставим те же единицы измерения расстояний, скоростей и площадей, тогда сменная выработка может быть определена произведением

$$W_{см} = BVT_р\,, \qquad (3.14)$$

где $W_{см}$ – сменная выработка, м^2;

V – рабочая скорость агрегата, м/ч;

$T_р$–время непосредственной работы агрегата в борозде, оно определяется в часах выражениями (3.7) – (3.12):

$$T_р = \frac{L_1}{V} \cdot \frac{T - t_3}{\frac{L_1}{V} + \frac{L_1}{L} \cdot t_1 + t_2}\,. \qquad (3.15)$$

Конечная формула для определения сменной выработки, выраженной в м^2, имеет вид

$$W_{см} = \frac{BVL_1(T - t_3)}{L_1 + \frac{VL_1 t_1}{L} + t_2 V}, \qquad (3.16)$$

если подставлять расстояния в метрах, скорость в метрах в час и время в часах. График этой зависимости (рисунок 3.2) показывает, что сменная выработка нарушает линейную зависимость от рабочей скорости из-за увеличения доли непроизводительных затрат времени.

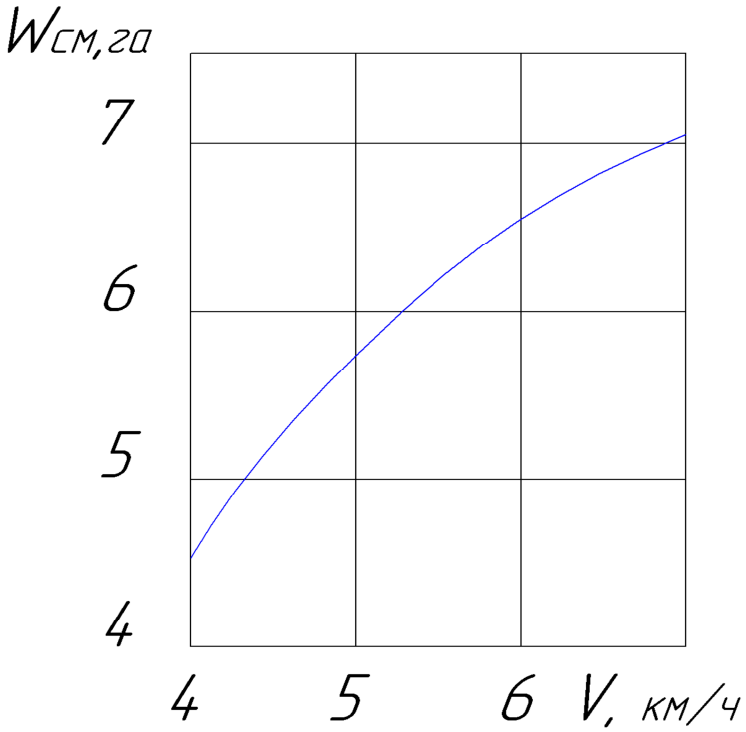


Рисунок 3.2 – Влияние рабочей скорости на сменную выработку агрегата

Пользуясь формулой (3.13), можно выразить классическое выражение (3.4) сменной производительности через функцию $\tau(V)$:

$$W = 10^{-4} \cdot B \cdot V \cdot \tau(V), \qquad (3.17)$$

где W – производительность агрегата за час сменного времени, га/ч;

B – ширина захвата агрегата, м;

V – рабочая скорость агрегата, м/ч;

$\tau(V)$ – функциональная зависимость коэффициента использования сменного времени от рабочей скорости агрегата.

График зависимости (3.17) приведен на рисунке 3.3.

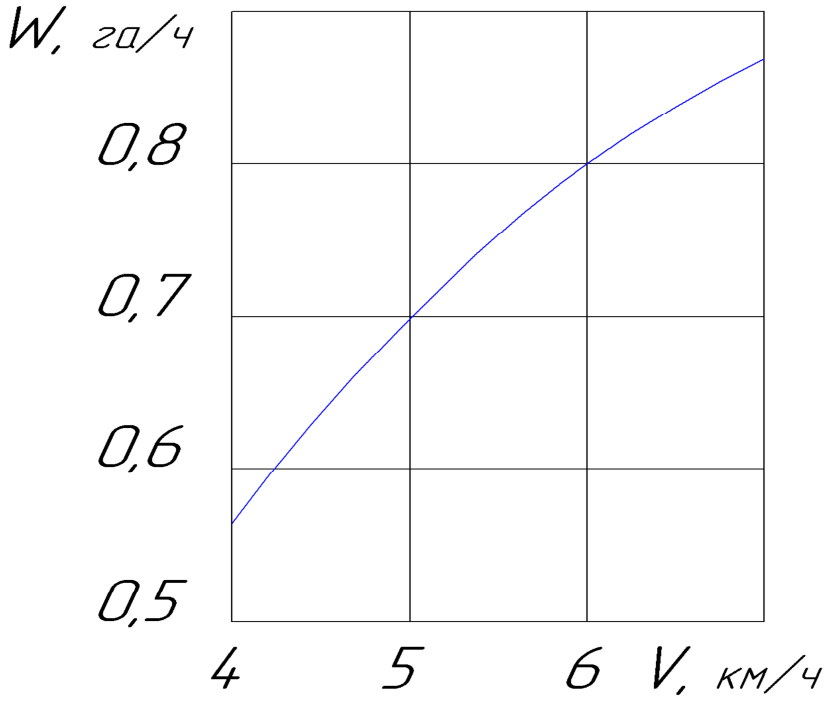


Рисунок 3.3 – Зависимость производительности за час сменного времени от рабочей скорости агрегата

График зависимости (3.17) показывает, что при точных расчётах сменной производительности нельзя пользоваться постоянной величиной коэффициента τ, так как он зависит от скорости движения агрегата.

3.3. Влияние случайного характера регулируемых параметров на разброс функции оптимизации

В задачи исследования входит обоснование режимов работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных комплексов с оценкой их качественного функционирования. На основании анализа изменчивости входных параметров следует определить допускаемые границы скорости движения, а следовательно и оценочных показателей, таких как производительность и расход топлива и обосновать оптимальные режимы работы агрегатов по энергетическим параметрам с гарантией удовлетворения агротехнических

оценок качества работы. Исследование изменчивости входных параметров требует большого количества полевых опытов с измерениями контролируемых показателей для получения статистических зависимостей. В рамках теоретического обоснования в качестве примера покажем влияние случайного характера продолжительности отдельных составляющих проведения комбинированной операции посева на сменную производительность агрегата.

По хронометражным наблюдениям посевной операции комбинированным агрегатом КМ-1,8 «Кишоварз» при посеве пшеницы наиболее изменчивыми оказались такие параметры как затраты времени (t_1) на повороты, сопряжённые с необходимостью очистки рабочих органов, продолжительность (t_2) технологических остановок для заполнения бункеров для семян и удобрений, затраты времени (t_3) на проведение утреннего техобслуживания, переезда до поля и обеденного перерыва. Затраты времени t_1 изменялись в пределах от 0,5 до 2,5 минут, t_2 – от 3,5 до 8 минут, t_3 – от 10 до 35 минут. Фактическая продолжительность смены (T) изменялась от 8 часов 35 минут до 9 часов 40 минут. Средние значения этих затрат времени можно принять за математические ожидания случайной величины. Выражая их в часах, имеем:

$M_{t\cdot1}$ = 0,025 ч; $M_{t\cdot2}$ = 0,095 ч; $M_{t\cdot3}$ = 0,375 ч; M_T = 9,125 ч.

Средние квадратичные отклонения этих затрат времени могут быть определены из соотношения

$$\sigma_{t\cdot i} = \frac{t_{i\cdot\max} - t_{i\cdot\min}}{6}, \qquad (3.18)$$

где $t_{i\cdot\max}$, $t_{i\cdot\min}$ – максимальное и минимальное значения случайной величины.

$\sigma_{t\cdot1}$ = 0,006 ч; $\sigma_{t\cdot2}$ = 0,013 ч; $\sigma_{t\cdot3}$ = 0,069 ч; σ_T = 0,181 ч.

Определим числовые характеристики случайной величины-сменной выработки агрегата, вычисляемой по выражению (3.16). Поскольку эта величина зависит от рабочей скорости, её числовые характеристики будут изменяться при каждом фиксированном значении скорости. Тогда, в соответствии с теоремами о сложении и умножении математических ожиданий некоррели-

рованных случайных величин [61], математическое ожидание сменной выработки выражается зависимостью, аналогичной формуле (3.16):

$$M_{W\cdot см}=\frac{B\cdot V\cdot L_1\cdot(M_T-M_{t\cdot 3})}{L_1+M_{t\cdot 2}\cdot V+M_{t\cdot 1}\cdot\dfrac{V\cdot L_1}{L}}\ . \tag{3.19}$$

Для принятых исходных данных эта зависимость графически выглядит также восходящей кривой (рисунок 3.4).

Дисперсия линейной функции нескольких некоррелированных случайных величин

$$Y=\sum_{i=1}^{n}a_i\cdot X_i+b\,, \tag{3.20}$$

где a_i , b – не случайные величины, выражается формулой

$$D_y=D\left[\sum_{i=1}^{n}a_i\cdot X_i+b\right]=\sum_{i=1}^{n}a_i^2\cdot D\left[X_i\right]. \tag{3.21}$$

Чтобы определить дисперсию или среднее квадратичное отклонение сменной выработки (выражение (3.16)), представим это выражение в виде частного от деления случайной величины X на случайную величину Y:

$$W_{см}=\frac{X}{Y}\,. \tag{3.22}$$

Математические ожидания обеих случайных величин равны:

$$M_X=B\cdot V\cdot L\cdot(M_T-M_{t\cdot 3})\,; \tag{3.23}$$

$$M_Y=L_1+\frac{V\cdot L_1}{L}\cdot M_{t\cdot 1}+V\cdot M_{t\cdot 2}\,, \tag{3.24}$$

а их дисперсии

$$D_X=(BVL)^2(D_T-D_{t\cdot 3})\,; \tag{3.25}$$

$$D_Y=\left(\frac{VL_1}{L}\right)^2\cdot D_{t\cdot 1}+V^2\cdot D_{t\cdot 2}\,. \tag{3.26}$$

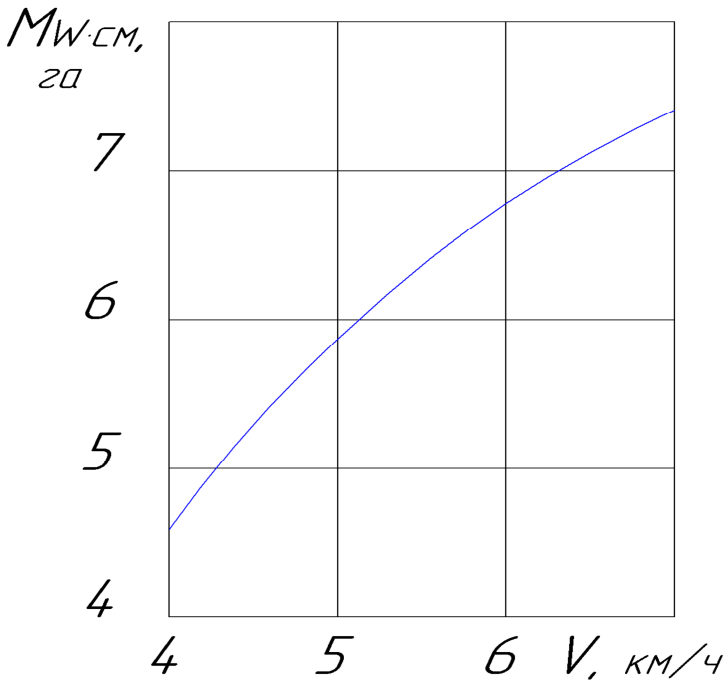


Рисунок 3.4 – Математическое ожидание сменной выработки в функции от рабочей скорости

Дисперсию частного от деления двух независимых случайных величин можно определить, пользуясь правилом «трёх сигма»: для нормально распределённой случайной величины всё рассеивание (с точностью до долей процента) укладывается на участке $M \pm 3\sigma$. Тогда диапазоны возможных значений величин X и Y укладываются в пределах

$$X_{\min} = M_X - 3 \cdot BVL \cdot \sqrt{D_T - D_{t \cdot 3}} \; ; \tag{3.27}$$

$$X_{\max} = M_X + 3 \cdot BVL \cdot \sqrt{D_T - D_{t \cdot 3}} \; ; \tag{3.28}$$

$$Y_{\min} = M_Y - 3 \cdot V \cdot \sqrt{\left(\frac{L_1}{L}\right)^2 \cdot D_{t \cdot 1} + D_{t \cdot 2}} \; ; \tag{3.29}$$

$$Y_{\max} = M_Y + 3 \cdot V \cdot \sqrt{\left(\frac{L_1}{L}\right)^2 \cdot D_{t \cdot 1} + D_{t \cdot 2}} \; . \tag{3.30}$$

Максимальное значение сменной выработки агрегата получится при $X=X_{max}$ и $Y=Y_{min}$, а минимальное – при $X=X_{min}$ и $Y=Y_{max}$. Тогда среднее квадратичное отклонение этого показателя можно вычислить по выражению

$$\sigma_{W\cdot см} = \frac{1}{6}\cdot\left(\frac{M_X + 3\cdot BLV\cdot\sqrt{D_T - D_{t\cdot 3}}}{M_Y - 3\cdot V\cdot\sqrt{\left(\frac{L_1}{L}\right)^2\cdot D_{t\cdot 1} + D_{t\cdot 2}}} - \frac{M_X - 3\cdot BLV\cdot\sqrt{D_T - D_{t\cdot 3}}}{M_Y + 3\cdot V\cdot\sqrt{\left(\frac{L_1}{L}\right)\cdot D_{t\cdot 1} + D_{t\cdot 2}}}\right).$$

Это же выражение можно представить более краткой записью:

$$\sigma_{W\cdot см} = \frac{\sigma_Y\cdot M_X + \sigma_X\cdot M_Y}{(M_Y)^2 - 9\cdot(\sigma_Y)^2}. \qquad (3.31)$$

Неопределённость средней выработки возрастает по мере повышения рабочей скорости агрегата (рисунок 3.5). На графике зависимости (3.31) полоса возможных значений функции в пределах $M_{W\,см} \pm 3\sigma_{W\,см}$ расширяется с увеличением аргумента. Видоизменяются и плотности вероятности сменной выработки под влиянием возрастающего разброса значений этой случайной величины (рисунок 3.6).

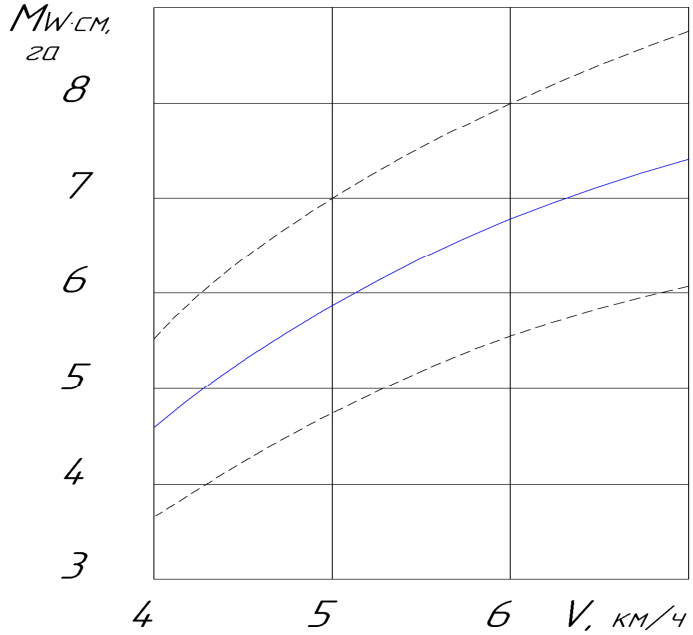


Рисунок 3.5 – Сменная выработка агрегата с учётом среднего квадратичного отклонения в функции от рабочей скорости

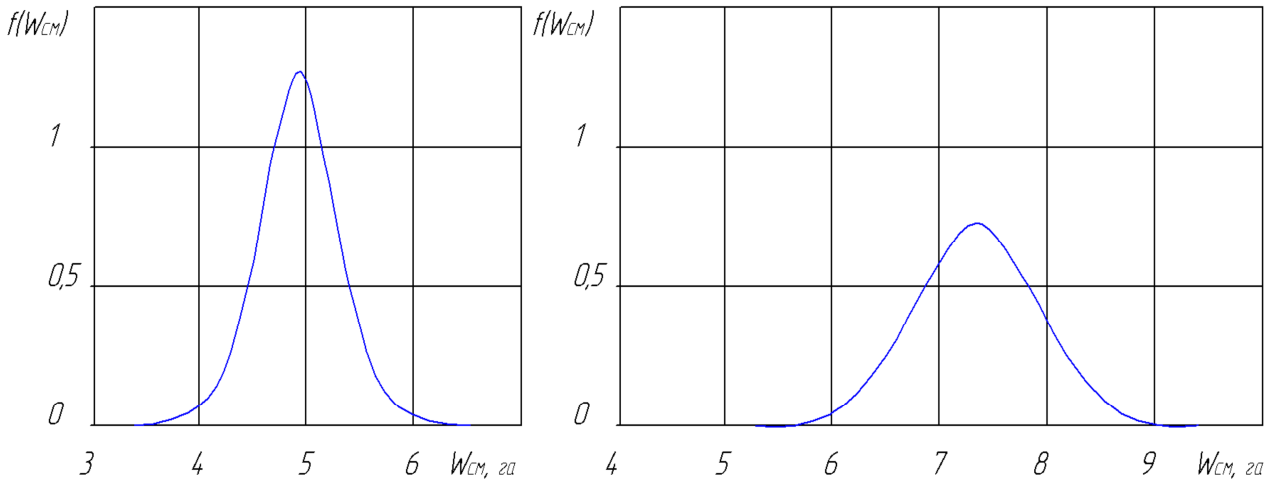


Рисунок 3.6 – Плотность вероятности сменной выработки при рабочих скоростях 4 и 7 км/ч

Если при рабочей скорости 4 км/ч математическое ожидание сменной выработки равно $M_{W\cdot см}$= 4,9 га, среднее квадратичное отклонение $\sigma_{W\cdot см}$= 0,31 га и коэффициент вариации $V_{W\cdot см}$= 0,063, то при скорости 7 км/ч эти показатели соответственно равны 7,37 га, 0,55 га и 0,075.

3.4. Оценка качественного функционирования МТА

Анализ многочисленных исследований ученых [1, 34, 40, 87, 131, 135, 259] показывает, что машинно-тракторные агрегаты подвергаются воздействию нагрузок случайного характера. При этом из-за колебания нагрузки энергетические параметры, агротехнические и технико-экономические показатели МТА ухудшаются и изменяются в достаточно широких пределах. Характеристики рассеяния, такие как дисперсия, среднее квадратичное отклонение и коэффициент вариации показывают значимость рассеивающих факторов, которые являются основной причиной ухудшения параметров и показателей работы МТА. В целом можно заключить, что когда дисперсия (соответственно среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации) больше, параметры и показатели оценки работы МТА ухудшаются в большей степени. Чем меньше характеристик рассеяния, тем лучше параметры или показатели работы МТА. Анализ показывает, что характеристики рассе-

яния фактически являются неуправляемыми процессами. При этом на оценочные показатели функционирования МТА можно наложить определенные ограничения, например, посредством обоснования оптимального значения среднего квадратичного отклонения и соответственно установочному допуску Δ_{σ_x} на точность настройки контролируемого параметра [91].

Эффективное и качественное функционирование МТА при выполнении технологических операций и процессов оцениваются по значениям вероятностно-статистических оценок контролируемых энергетических параметров, агротехнических и технико-экономических показателей.

Для оценки эффективного функционирования МТА используются установочные допуски на точность настройки $\Delta_{\bar{X}}$ и средние значения $\bar{X}$ (математические ожидания) контролируемых параметров.

Для оценки качественного функционирования МТА используют контрольные допуски $L^*_{\text{В}}$ и $L^*_{\text{Н}}$, установочные допуски на точность настройки Δ_{σ_x} и характеристики рассеяния параметров (обычно среднее квадратическое отклонение).

Если контролируемый параметр X в рабочем процессе соответствует нормальному закону, то качество этого процесса оценивается по выражениям [91]:

$$K_{XH} = \sigma^*_{XK} / L^*_{\text{Н}}; \quad K_{XB} = \sigma^*_{XK} / L^*_{\text{В}}, \tag{3.32}$$

где σ^*_{XK} – среднее квадратичное отклонение контролируемого параметра при функционировании МТА;

$L^*_{\text{Н}}$, $L^*_{\text{В}}$ – соответственно нижняя и верхняя предельные границы одностороннего допуска (контрольный допуск);

K_{XH}, K_{XB} – коэффициенты, определяемые по отношению среднего квадратичного отклонения параметра к соответствующим значениям $L^*_{\text{Н}}$ и $L^*_{\text{В}}$.

Коэффициенты K_{XH} и K_{XB} для нормального закона распределения контролируемых параметров МТА составляют величину 0,167. Данный коэффи-

циент и его значение, равное 0,167 применяется в нормативно-технической документации при оценке качества функционирования технических средств [91]. Ниже приводим пример оценки качественного функционирования МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» по контролируемому параметру − сменной выработке в гектарах.

Первый шаг – по опытным данным определяем числовые характеристики установочных параметров, воздействующих случайно на контролируемый параметр. В нашем примере установочными, то есть поддающимися регулировке параметрами являются непроизводительные остановки агрегата в течение смены, которые влияют на контролируемый параметр – сменную выработку:

$M_{t\cdot1}$ = 0,025 ч, $\sigma_{t\cdot1}$ = 0,006 ч; $M_{t\cdot2}$ = 0,095 ч, $\sigma_{t\cdot2}$ = 0,013 ч; $M_{t\cdot3}$ = 0,375 ч, $\sigma_{t\cdot3}$ = 0,069 ч; M_T = 9,125 ч, σ_T = 0,181 ч.

Второй шаг – вычисляется номинальное значение рабочей скорости по агротехническим показателям качества выполнения комбинированной операции. Для этого используются выражения (3.2) и (3.3). В нашем примере V_p = 5,9 км/ч.

Третий шаг – по выражению (3.16) вычисляется номинальное значение сменной выработки и приравнивается к верхнему значению контрольного параметра $L_{\text{В}}^{*}$:

$$W_{см} = L_B^{*} = 6{,}55 \text{ га}.$$

Принимая коэффициент $K_{ХВ}$ = 0,167, по выражению (3.32) вычисляется допускаемое значение среднего квадратичного отклонения контролируемого параметра $\sigma_{ХВ}^{*}$:

$$\sigma_{ХВ}^{*} = K_{ХВ} \cdot L_B^{*} = 1{,}09 \text{ га}.$$

Четвёртый шаг – по выражению (3.31) вычисляется среднее квадратичное отклонение сменной выработки $\sigma_{W\cdot см}$ и сравнивается с допускаемым значением среднего квадратичного отклонения контролируемого параметра $\sigma_{ХВ}^{*}$. В нашем примере оказалось $\sigma_{W\cdot см}$ = 0,462 < 1,09, и коэффициент $K_{ХВ}$

меньше своего нормативного значения. Следовательно, работа агрегата должна быть признана качественной, в противном случае надо было бы регулировать установочные параметры, то есть продолжительность непроизводительных остановок агрегата, как по их разбросу, так и по математическому ожиданию.

Другими контролируемыми параметрам для качественного функционирования агрегата могут быть крутящий момент двигателя, сила тяги трактора, удельный расход топлива и т.д. Разброс этих показателей зависит от случайного характера таких установочных параметров как рабочая скорость агрегата, глубина обработки почвы, поперечные размеры нарезаемых поливных борозд и др. При оценке качественного функционирования агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» по контролируемому параметру – крутящему моменту на коленчатом валу двигателя Д-243 за номинальное значение его крутящего момента принимается величина, заявленная в технической характеристике и проверенная в контрольных испытаниях двигателя $M_H = 260{,}2$ Н·м. Для эталонных условий, например для одностороннего допуска с верхней предельной границей

$$\left.\begin{aligned} L_{\text{В}}^{*} &= M_H, \\ L_{\text{В}}^{*} &= \pm 3\sigma_{м} = \left|6\sigma_{м}\right|, \end{aligned}\right\} \qquad (3.33)$$

где $M_H = 260{,}2 H \cdot м$ – номинальное значение крутящего момента на коленчатом валу двигателя Д-243 трактора МТЗ-82.1.

Допускаемое значение среднеквадратичного отклонения крутящего момента, по методике профессора Джабборова Н.И. [91], при $L_{\text{В}}^{*} = M_H = 260{,}2 H \cdot м$ и нормативном значении $K_{ХВ} = 0{,}167$

$$\sigma_{ХК}^{*} = K_{ХВ} \cdot L_{\text{В}}^{*} = 43{,}453 \text{ Н·м}. \qquad (3.34)$$

Если в процессе работы крутящий момент изменяется со средним квадратичным отклонением $\sigma^*_{ХК} < 43{,}453 \text{Н} \cdot \text{м}$, то $K_{ХВ}$<0,167. При $K_{ХВ}$<0,167 функционирование МТА считается качественным.

Ограничения, устанавливаемые на характеристики рассеяния параметров установочными допусками Δ_{σ_x}, контрольным допуском $L^*_{\text{В}}$ (или $L^*_{\text{Н}}$), позволяют определять границы и зоны качественного функционирования МТА по контролируемым энергетическим параметрам, агротехническим и технико-экономическим показателям. Числовые характеристики установочных параметров и их статистические зависимости с функциями отклика определены в экспериментальных исследованиях.

3.5. Выводы по разделу 3

1. Рациональная рабочая скорость комбинированного агрегата, выполняющего несколько полевых операций одновременно, выбирается расчётным путём по агротехническим допускаемым скоростям для каждой из них с учётом коэффициента значимости операции в комбинированном рабочем процессе.

2. С увеличением рабочей скорости агрегата коэффициент использования времени смены понижается, в результате чего сменная выработка и часовая сменная производительность агрегата отклоняются от линейной зависимости от скорости в сторону уменьшения.

3. Непроизводительные остановки агрегата по технологическим и иным причинам являются установочными параметрами, это случайные величины, математические ожидания их продолжительности и средние квадратичные отклонения отрицательно влияют на контролируемый параметр качественного выполнения комбинированной операции – сменной производительности агрегата.

4. Оптимизация режима работы комбинированного агрегата по критерию удельных энергозатрат с учётом качества проведения составляющих операций может быть реализована по методике профессора Джабборова Н.И по коэффициенту разброса контролируемого параметра при условии экспериментального определения числовых характеристик колебания настроечных параметров рабочего процесса.

4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Цель и задачи экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования проведены с целью подтверждения и проверки теоретических разработок по совершенствованию технологии повторного посева сельскохозяйственных культур в орошаемых землях Таджикистана и обоснованию комплекса технических средств с оптимизацией режимов их эксплуатации.

В программу экспериментальных исследований включено решение следующих задач.

1. Проведение фотографии рабочего времени для определения основных показателей эксплуатационно-технологической оценки спроектированных экспериментальных образцов комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с тракторами класса тяги 1,4.

2. Анализ предыдущих исследований, касающихся расхода топлива и энергетических затрат в технологиях повторного посева зерновых и пропашных культур.

3. Учет и оценка расхода и притока энергии на возделывание сельскохозяйственных культур на повторных посевах в условиях орошаемого земледелия Республики Таджикистан.

4. Проведение полевых опытов для обоснования оптимальных значений эксплуатационных параметров комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с трактором класса 1,4.

5. Проведение экспериментальных исследований с целью нахождения вероятностно-статистических оценок эксплуатационных показателей комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» с трактором класса 1,4.

6. Проведение сравнительной оценки расчетных и экспериментальных данных.

7. Сравнительная оценка типовой и рекомендуемой технологий производства сельскохозяйственных культур на повторных посевах в условиях орошаемого земледелия Республики Таджикистан.

8. Сопоставление результатов экспериментальных исследований с теоретическими данными с целью утверждения соответствия разработанных математических моделей по определению эксплуатационных показателей технических средств, применяемых в технологии возделывания сельскохозяйственной продукции на повторных посевах.

4.2. Программа экспериментальных исследований

Составленная программа дала возможность четко решить намеченные задачи, которая включала в себя следующие элементы исследования:

- определение условий испытаний и критериев оценки эффективности работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с тракторами класса 1,4;

- проведение полевых опытов с целью определения эксплуатационных показателей комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с тракторами класса 1,4;

- проведение фотографии рабочего времени комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с тракторами класса 1,4 для установления эксплуатационно-технологической оценки;

- учет притока и расхода энергии на технологию производства сельскохозяйственной продукции на повторных посевах в установленных условиях.

Общий вид объектов исследований показан на рисунках 4.1-4.5.

На рисунке 4.6 показан агрофон до и после функционирования ком-

бинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз».

Рисунок 4.1. Почвообрабатывающее-посевной агрегат
в составе МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

Рисунок 4.2. Общий вид почвообрабатывающе-посевного агрегата
МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (вид спереди)

Рисунок 4.3. Почвообрабатывающе-посевной агрегат
в составе МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

Рисунок 4.4.Почвообрабатывающе-посевной агрегат
МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» (вид сбоку)

Рисунок 4.5. Почвообрабатывающее-посевной агрегат МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» при работе на стерне после уборки озимых зерновых

Рисунок 4.6. Агрофон до и после работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

4.3. Условия проведения экспериментальных исследований

Экспериментальные исследования проводились на типичных светлых сероземных почвах Гиссарской долины Республики Таджикистан.

Объекты экспериментальных исследований были подготовлены на кафедре сельскохозяйственных и мелиоративных машин факультета механизации Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур.

Трактор МТЗ-82.1 (год выпуск 2008г, двигатель Д-243, заводской № 363634, 2008 года выпуска) использовался в качестве мобильного энергетического средства. Условия проведения испытаний определялись в соответствии с государственным стандартом ГОСТ 20915-75 [70, 71].

Для проведения полевых опытов выбирались наиболее ровные участки поля, которые причиняли наименьший разброс измеряемых параметров.

Твердость и влажность почвы определялись в горизонтах 0-10 и 10-20 см. Для определения влажности брали навески грунта из каждого горизонта в пяти точках по диагонали выбранного зачетного участка.

Твердость почвы определяли твердомером Ревякина и пенетрометром DICKEY-John. Фактические значения показателей, характеризующих условия проведения исследований, приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1-Аготехнические условия испытаний МТЗ-82.1+КМ 1.8 «Кишоварз»

Показатель	Значения показателя
Тип почвы	Светлый серозем
Агрофон	Стерня зерновых колосовых
Рельеф, град.	2-3
Микрорельеф, ± см	3 – 5
Влажность почвы, % в слое: 0-10 см 10-20 см	 12,3 15,8
Твердость почвы, МПа в слое: 0-10 см 10-20 см	 0,12 0,18
Плотность почвы в слое 0-10 см, г/см^3	0,81
Гребнистость поверхности почвы, см	2,54
Температура воздуха, °С	25,2
Относительная влажность воздуха, %	61,0
Скорость ветра, м/с	2,0 – 3,0

Таблица 4.2 – Условия экспериментальных исследований МТАМТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз»

Показатель	Значения показателя
Тип почвы	Светлый серозем
Агрофон	Стерня зерновых колосовых
Рельеф, град.	1 – 2
Микрорельеф, ± см	4 – 5
Влажность почвы, % в слое: 0-10 см 10-20 см	 14,2 16,6
Твердость почвы, МПа в слое: 0-10 см 10-20 см	 0,14 0,19
Плотность почвы в слое 0-10 см, г/см^3	0,90
Гребнистость поверхности почвы, см	3,20
Температура воздуха, °С	26,8
Относительная влажность воздуха, %	63,0
Скорость ветра, м/с	1,5 – 2,0

4.4. Оборудование и измерительная аппаратура для экспериментальных исследований

При эксплуатационно-технологической оценке работы почвообрабатывающе-посевных агрегатов МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» и МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз» применялись следующие приборы:

– измерение расхода топлива двигателя производилось двухпоршневым расходомером топлива марки ДРТ – ЛСХИ;

– линейно-угловые параметры измерялись штангенциркулем ГОСТ 166 – 80 с погрешностью измерений до 0,05 мм, инструментальной линейкой с погрешностью до 0,5 мм;

– измерения и учет времени производились двухстрелочным секундомером СДС-1-1-010;

– микрорельеф поля измерялся комплектом линеек, реек № 4;

– влажность почвы определялась весовым методом с применением электронных весов и сушильного шкафа СШ-3 ТУ 79;

– твердость почвы определялась твердомером Ревякина и пенетрометром DICKEY-John;

– крошение почвы (степень рыхления) определялось весовым методом с применением весов РП-100Ш-13 ГОСТ 11219;

– для измерения ширины захвата агрегата использовали металлическую рулетку № 2;

– габаритные размеры МТА определялись с помощью металлической рулетки №2;

– для определения массы технических средств использовали весы автомобильные РП-15Ш.

Для измерения тягового усилия применяли метод буксировки трактором Т-4А с тензометрическим тяговым звеном. Крутящий момент двигателя измерялся методом тензометрирования на первичном валу коробки передач.

На рисунке 4.7 показан общий вид расходомера топлива ДРТ-ЛСХИ, установленный в системе питания двигателя Д-243 трактора МТЗ-82.1.

До начала экспериментов и после их завершения были проведены тарировки измерительной аппаратуры. Измерение энергетических параметров и агротехнических показателей работы агрегатов, их обработка и оценка производились по методикам, изложенные в работах [64, 85, 202, 219, 252]. В лабораторных условиях была проведена тарировка двухпоршневого расходомера топлива марки ДРТ-ЛСХИ (рисунок 4.8).

При проведении экспериментальных исследований определялись и оценивались агротехнологические показатели качества технологического процесса. Измерялись количественные значения глубины обработки почвы, профиля поверхности поля, гребнистости поверхности, степени рыхления (крошения) почвы, глубины заделки семян и т.д.

Рисунок 4.7– Расходомер топлива ДРТ-ЛСХИ, установленный в системе питания двигателя Д-243 трактора МТЗ-82.1

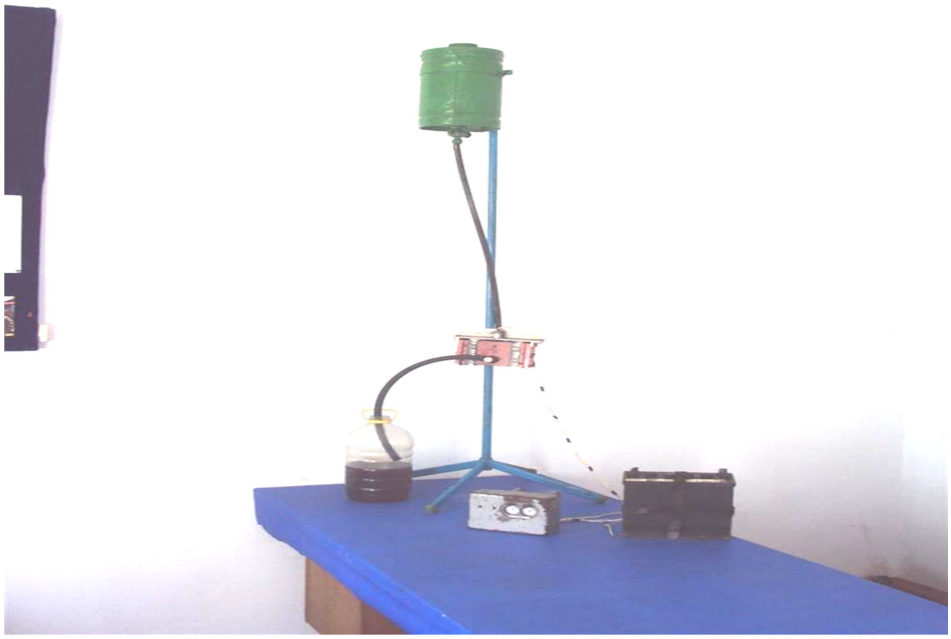


Рисунок 4.8 –Тарировка расходомера топлива марки ДРТ-ЛСХИ

Рисунки 4.9 и 4.10 отражают процесс и монтаж расходомера топлива ДРТ-ЛСХИ [142] на трактор МТЗ-82.1.

Рисунок 4.9. Установки расходомера топлива на трактор МТЗ-82.1

Рисунок 4.10 – Монтаж расходомера топлива ДРТ-ЛСХИ
на трактор МТЗ-82.1

Рисунки 4.11 и 4.12 представляют процесс измерения глубины борозды после проведения технологического процесса.

Рисунок 4.11 – Измерение глубины поливной борозды

Рисунок 4.12 – Измерение глубины поливной борозды

4.5 Энергетическая и эксплуатационно-технологическая оценка работы объектов испытаний

Эксплуатационно-технологическая оценка работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с трактором МТЗ-82.1 проводилась в соответствии с ГОСТ Р 52778-2007 Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007 и типовой операционной технологии механизированных работ [72].

Общая схема измеряемых параметров и показателей работы объектов исследований, определяемых в процессе их экспериментальных исследований, показана на рисунке 4.13.

При проведении экспериментальных исследований регистрировались следующие показатели:

- количество израсходованного двигателем топлива;
- масса семян;
- масса минеральных удобрений;
- объем работы, выполняемый почвообрабатывающе-посевным агрегатом за смену;
- время работы МТА;
- время, затраченное на повороты, переезды агрегатов с участка на участок и т.д.;
- затраты времени на отдых и личные надобности основного и вспомогательного персонала.

В соответствии с Правилами производства механизированных полевых работ [205], проводились измерения и контроль качества функционирования почвообрабатывающе-посевных агрегатов МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» и МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз».

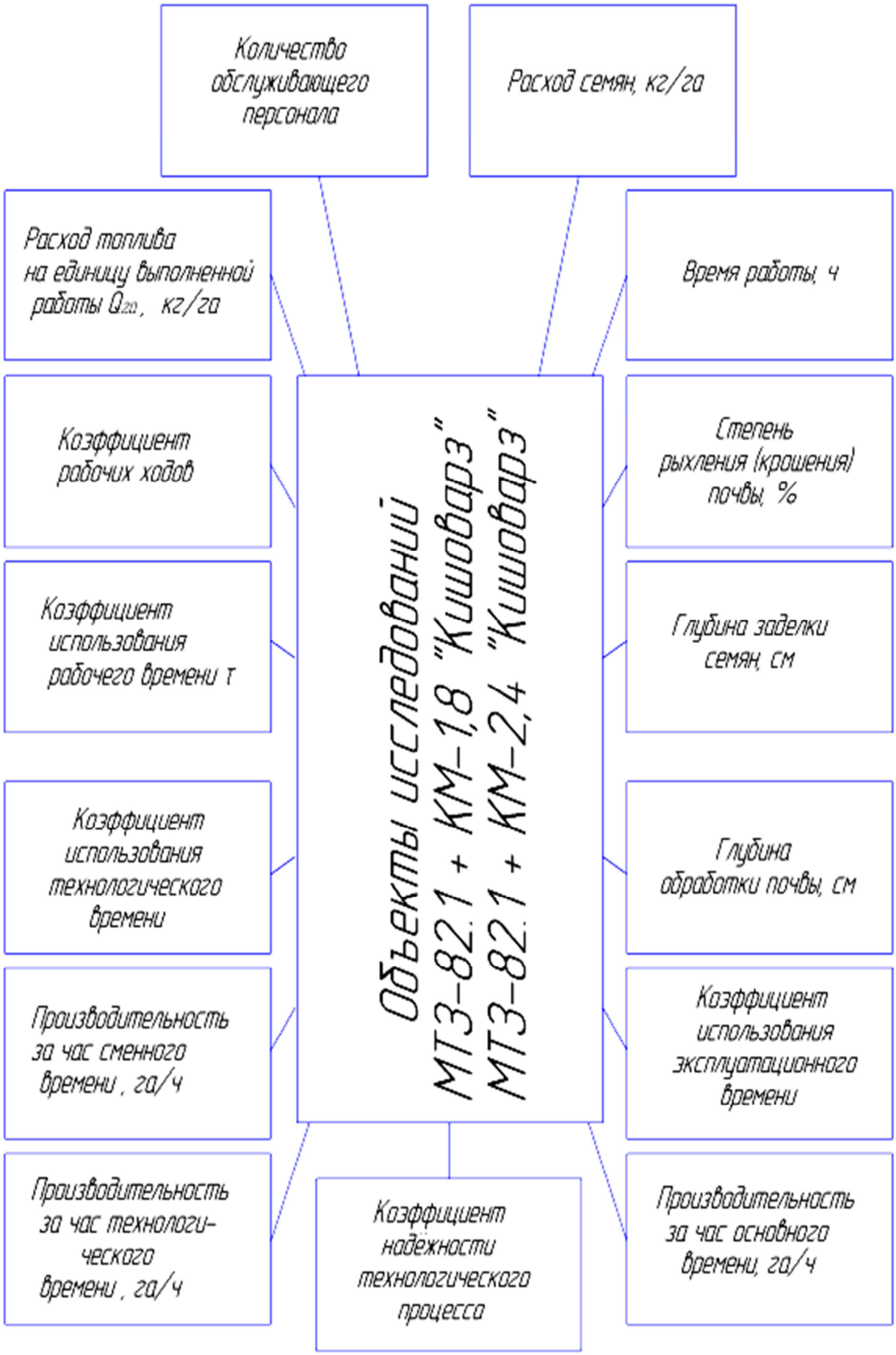


Рисунок 4.13 – Перечень параметров и показателей работы МТА, значения которых определяются в ходе эксперимента

4.6. Методика обработки опытных данных

Данные, полученные в ходе эксперимента, были обработаны по известной методике статистической оценки эксперимента [225]. При анализе эмпирических сведений использованы методы, основанные на электронных таблицах Excel, описанные в методическом пособии профессора А.М. Валге [39, 41].

Ниже приведена типовая методика, применяемая для определения вероятностно-статистических оценок исследований тягового усилия трактора на примере МТЗ-82.1.

В случае, когда объем выборки $N \geq 25$, а значение тягового усилия $P_{кр}$ задается многозначным числом, для проведения расчетов вводят дополнительную случайную величину, которая определяется формулой:

$$P'_{кр} = (P_{кр} - P_{кр_0})h^{-1}; \qquad (4.1)$$

где $P'_{кр}$ –случайная вновь задаваемая величина; $P_{кро}$ – арифметическое среднее средних показателей тягового усилия $P_{кр}$ трактора, кН; h – интервал, кН.

Величину интервала h можно определить из следующей формулы:

$$h = \frac{P_{KP.\max} - P_{KP.\min}}{K - 1}, \quad \text{кН} \qquad (4.2)$$

где $P_{кр_{\max}}$ – максимальное значение тягового усилия трактора, кН, $P_{кр\,\min}$ – минимальное значение, кН; К – количество заданных интервалов.

Для определения других вероятностных и статистических оценок энергетических и агротехнических параметров работы трактора применялись следующие зависимости:

Величина начальных моментов a_1 , a_2, a_3 и a_4 вновь задаваемой величины $P_{кр}$ [225]:

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= \sum m_i P'_{кр} \Big/ \sum m_i ; \\ a_2 &= \sum m_i (P'_{кр})^2 \Big/ \sum m_i ; \\ a_3 &= \sum m_i (P'_{кр})^3 \Big/ \sum m_i ; \\ a_4 &= \sum m_i (P'_{кр})^4 \Big/ \sum m_i , \end{aligned}\right\} \qquad (4.3)$$

где $\sum m_i$ – суммарное значение экспериментальных данных, полученных для частот тягового усилия МЭС.

Значения центральных моментов можно найти по известным зависимостям [225]:

$$\left.\begin{aligned} m_2 &= a_2 - a_1^2 ; \\ m_3 &= a_3 - 3a_1a_2 + 2a_1^3 \\ m_4 &= a_4 - 4a_1a_3 + 6a_1^2a_2 - a_1^4 . \end{aligned}\right\} \qquad (4.4)$$

Величина среднего значения $\overline{P_{кр}}$ и среднее квадратическое отклонение σ_p тягового усилия МЭС:

$$\left.\begin{aligned} \overline{P_{кр}} &= P_{кро} + a_1 h ; \quad \text{кН;} \\ \sigma_p &= h m_2^{1/2} ; \quad \text{кН.} \end{aligned}\right\} \qquad (4.5)$$

Значение коэффициента вариации ν_p :

$$\nu_p = \sigma_p \ / \ \overline{P_{кр}} . \qquad (4.6)$$

Значения показателя асимметрии:

$$A_p = m_3 \ / \ (m_2^3)^{1/2} ; \qquad (4.7)$$

Значения эксцесса величины $P_{кр}$:

$$E_p = (m_4 / \ m_2^2) - 3 . \qquad (4.8)$$

Значение вероятности совпадения экспериментальных и теоретических распределений параметра тягового усилия исследовалась по критерию Пирсона χ^2, значение которого определяется формулой [225]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{N} \frac{(m_i - m_i^{/})^2}{m_i^{/}}, \quad (4.9)$$

где N – количество интервалов.

Выражение 4.10 позволяет определить число степеней свободы *K*:

$$K = N - r - 1, \quad (4.10)$$

где r = 2 – число параметров, по которым происходит распределение.

Для определения теоретических значений частоты $m_i^{/}$ использована формула:

$$m_i^{/} = h\sigma_p^{-1}\varphi(t)\sum_{t=1}^{N} m_i, \quad (4.11)$$

Вышеуказанные величины заносятся в таблицу, с учетом которой, согласно методике [225] устанавливается вероятность согласия P(χ^2). В том случае, если P(χ^2) > 0,05, делался вывод о том, что распределение частот исследуемого критериального значения не противоречит нормальному закону (закону Гаусса).

Процесс оптимизации показателей работы МТА сопряжен с большим количеством достаточно сложных вычислений. Массив расчётов в процессе оптимизации энергетических и технико-экономических показателей работы МТА многократно возрастает и требует значительных временных затрат.

В целях упрощения процесса расчетов и оптимизации указанных параметров работы МТА учеными Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Институт агроинженерных и экологических проблем с/х производства» был разработан пакет программ «Расчет и оптимизация энергетических параметров дизельных двигателей в составе машинно-

тракторных агрегатов» [124]. В 2010 году специалисты факультета механизации Таджикского аграрного университета успешно апробировали данный пакет на ЭВМ.

Данная компьютерная программа основана на ряде математических моделей, которые дифференцированы по степени рассеивания внешней нагрузки. Эта программа, базируясь на экстремальных значениях показательных критериев, позволила определить наиболее рациональные значения энергетических параметров дизельных двигателей МЭС, входящих в состав машинно-тракторных агрегатов.

Применение компьютерных методов с помощью которых осуществляется процессы расчета и выбора наиболее рациональных параметров МТА не предполагает дифференцирования громоздких интегральных выражений, что значительно сокращает время расчетов и требования к ЭВМ.

В качестве исходных данных применяются результаты стендовых испытаний двигателя МЭС. На их основе описанная программа строит графические зависимости влияния внешней нагрузки на основные характеристики двигателя: эффективная мощность, часовой расход топлива, частота вращения коленчатого вала, крутящий момент.

На основе числовых значений указанных характеристик программа позволяет определить наиболее рациональные значения параметров и показателей работы МТА в соответствии с выбранными критериями оценки. Кроме того она находит максимальный часовой расход топлива и значения максимальной эффективной мощности для заданных условий работы МТА [124].

Минимальные требования к системе: Intel Celeron 430,Widows XP и выше, частота процессора 1.8 GHz. Язык ввода: VBA 6.3. Объем программы 1,4 Мб.

На рисунках 4.14 и 4.15 представлены главный экран с основным меню программы, на котором происходит поле ввода исходных значений и поле вывода результатов.

На рисунках 4.16 и 4.17 представлен принт результатов расчета по указанной программе и форма графика часового расчета.

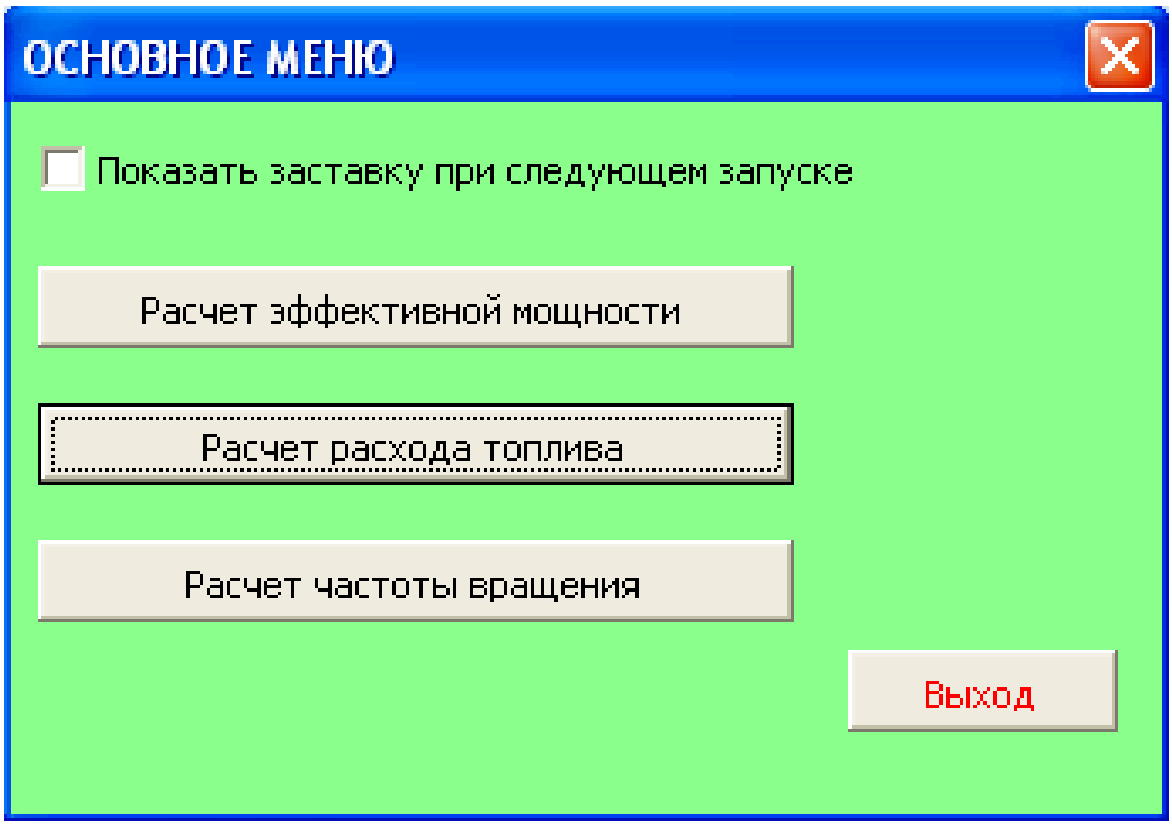


Рисунок 4.14 –Основное меню программы

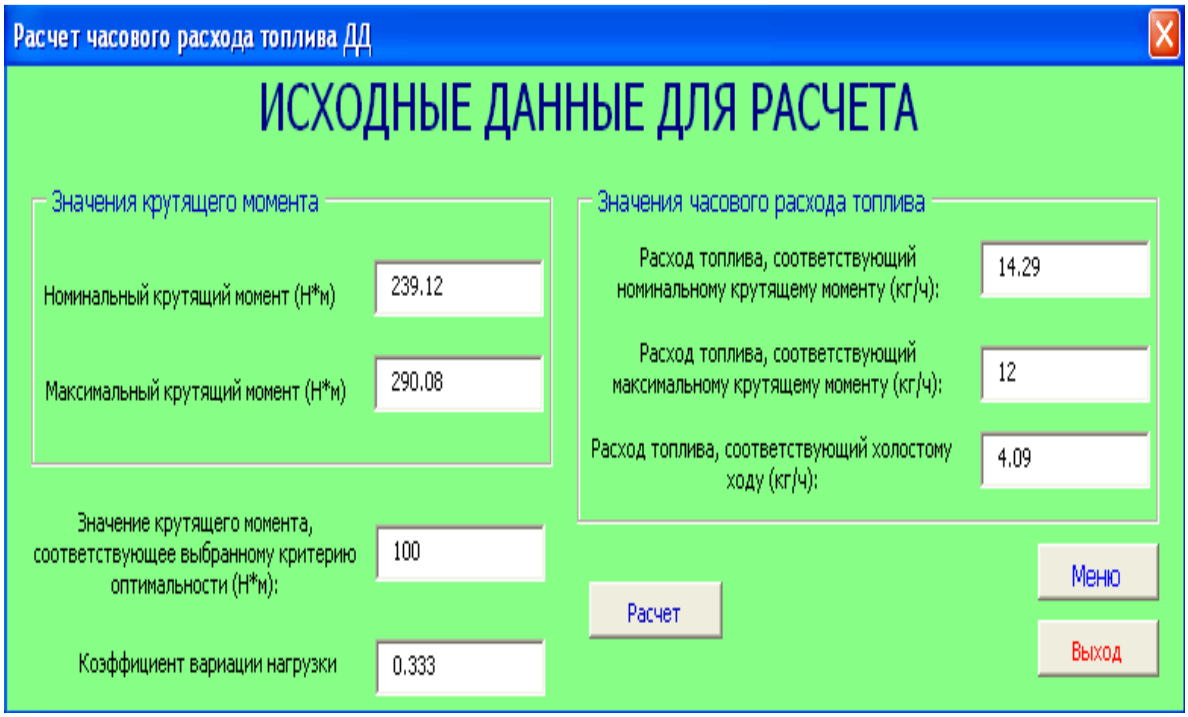


Рисунок 4.15 –Форма ввода для определения «Часового расхода топлива»

ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Номинальный крутящий момент (Н·м):	$M_н$	239,12	Часовой расход топлива, соответствующий номинальному крутящему моменту (кг/ч):	$G_{тн}$	14,29
Максимальный крутящий момент (Н·м):	M_{max}	290,08	Часовой расход топлива, соответствующий максимальному крутящему моменту (кг/ч):	$G_{т.о}$	12
Значение крутящего момента, соответствующее выбранному критерию оптимальности (Н·м):	$\overline{M}_к^*$	100	Часовой расход топлива, соответствующий холостому ходу (кг/ч):	$G_{тх}$	4,09
Коэффициент вариации нагрузки	$\nu_м$	0,333			

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Максимальное значение часового расхода топлива (кг/ч):	$\overline{G}_{т max}^*$	11,68	Крутящий момент на валу ДД, соответствующий максимальному значению часового расхода топлива (Н·м):	$\overline{M}_к^*$	213,99

Часовой расход топлива, соответствующий выбранному критерию оптимальности (кг/ч): $\overline{G}_т^*$ 8,36

Рисунок 4.16 –Принт с результатами расчета «Часового расхода топлива»

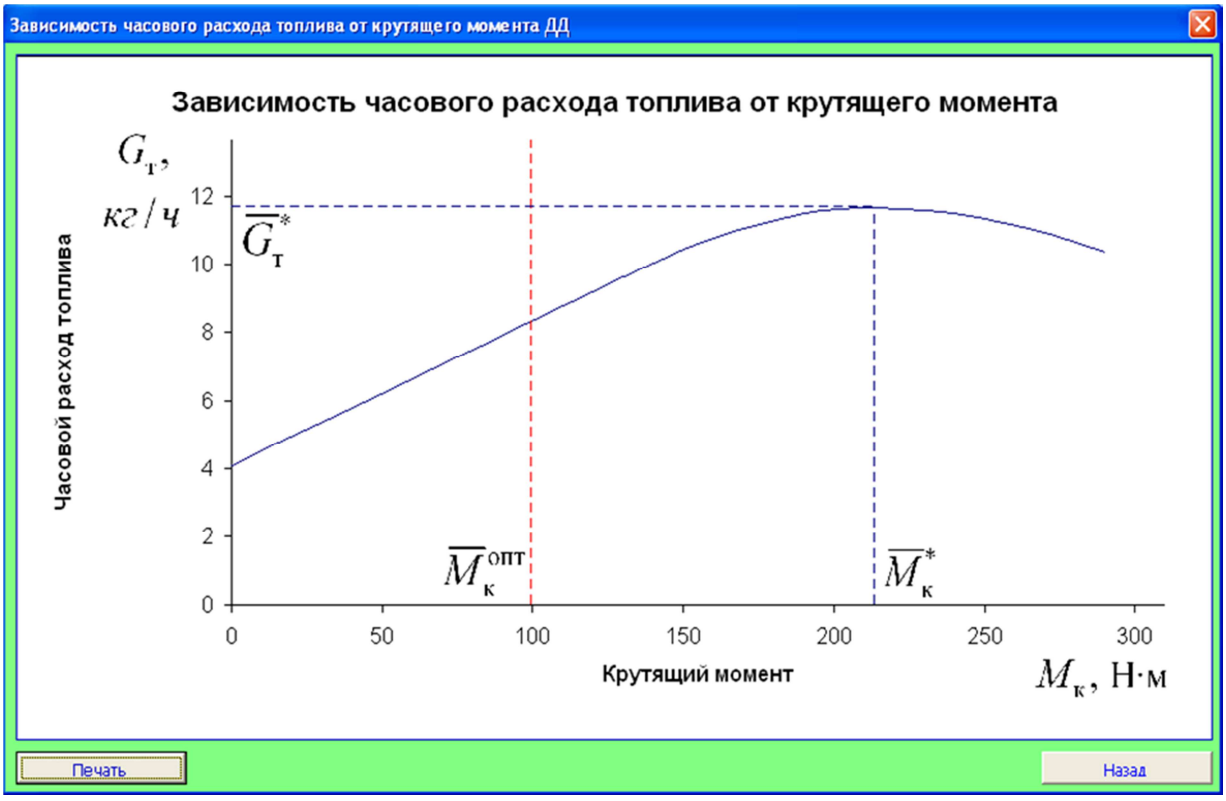


Рисунок 4.17 – Графика влияния крутящего момента на часовой расход топлива.

Измерение твёрдости почвы

Твёрдость, или несущая способность почвы, характеризует её сопротивляемость внедрению постороннего тела. Этим посторонним телом в данном случае являются рабочие органы сельскохозяйственных машин [134, 239], которые взаимодействуют с ней, контактируя различными рабочими поверхностями.

Твёрдость почвы определяется путём измерения усилия внедрения наконечника с определённой формой и площадью сечения и последующего расчёта по выражению

$$T_{CP} = \frac{P_{CP}}{S}, МПа \qquad (4.12)$$

где T_{CP} – средняя твёрдость почвы, МПа;

S – площадь внедряемого наконечника, мм^2;

P_{CP} – среднее усилие на штанге твердомера, Н.

Одним из самых распространённых приборов для измерения твёрдости почвы является твердомер системы Ю.Ю. Ревякина. Существуют также и другие приборы подобного типа, в том числе и импортные. В наших исследованиях был задействован пенетрометр DICKEY – John [134]. В комплект этого прибора входят два наконечника. На твёрдых почвах применяется наконечник с малым диаметром, так называемый полдюймовый, поскольку его диаметр равен 0,5 дюйма. На более рыхлых почвах рекомендуется использовать наконечник с диаметром 0,75 дюйма. На индикаторе прибора имеется две шкалы, каждая из них соответствует своему наконечнику (рисунок 4,18). Для полдюймового наконечника служит внутренняя шкала, а для наконечника с диаметром 0,75 дюйма используется внешняя шкала. Такое разграничение применимости шкал очень удобно, так как их можно градуировать сразу в единицах измерения твёрдости почвы. В соответствии с английской системой единиц измерения, шкалы показывают твёрдость почвы, выраженную в фунтах на квадратный дюйм.

Рисунок 4.18 – Индикатор пенетрометра DICKEY – John

Шкалы прибора разграничены цветом на три категории твёрдости почвы: зелёный цвет соответствует мягким почвам с твёрдостью от нуля до 200 фунтов на квадратный дюйм, желтый цвет – соответственно для значений от 200 до 300 и для твёрдых почв с показателем выше 300 применяется шкала красного цвета.

При работе с прибором сначала надо выбрать и установить подходящий наконечник в соответствии с типом почвы, а затем провести непосредственное измерение путём вдавливания наконечника до заданной глубины погружения в почву и снять показание стрелки на индикаторе. При вдавливании наконечника в почву движения оператора должны быть медленными и без рывков.

Глубина погружения наконечника контролируется по шкале на штанге прибора. Шкала проградуирована в дюймах – от трёх до 18 дюймов. Как и положено по методике проведения полевых опытов, число измерений долж-

но быть не менее 30, повторности измерений располагаются по диагонали контрольного участка поля.

При обработке данных необходимо перевести результаты из английской системы единиц измерения в метрическую, для чего в инструкции, придаваемой к пенетрометру, имеется таблица перевода (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Перевод показаний пенетрометра в метрическую систему измерений [134]

Английская система мер, Ibs	Техническая система мер, кг/см^2	Метрическая система мер, МПа
0-200	0-14	0-1,4
200-300	14-21	1,4-2,1
300-500	21-35	2,1-3,5

В процессе снятия показаний прибора возникают неудобства в том, что деления шкал имеют довольно крупный шаг, и трудно определить точное значение измеряемой величины. Чтобы минимизировать цену деления шкалы, нами предложена номограмма (рисунок 4.19). По ней можно перевести графическим способом численные значения твёрдости почвы из английской системы измерений в метрическую или в техническую систему. Поскольку при этом не применяются математические способы пересчёта, номограмма экономит время при обработке данных.

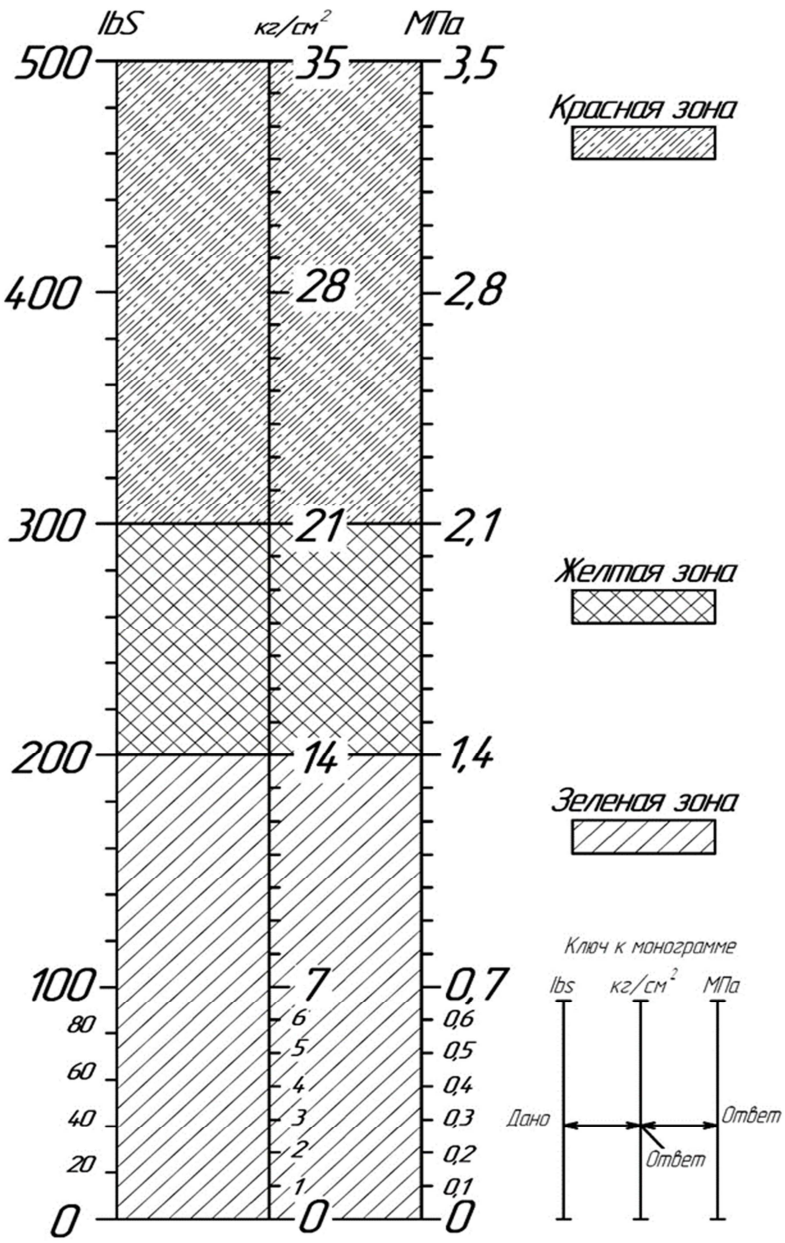


Рисунок 4.19 – Номограмма для перевода показаний пенетрометра

4.7. Состояние повторных посевов

При проведении полевых опытов по совершенствованию технологии возделывания зерновых и пропашных культур на повторных посевах на орошаемых землях Таджикистана с применением разработанных комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» была проведена апробация посевов.

По заключению апробационной комиссии, состояние посевов, проведенных спроектированными комбинированными почвообрабатывающе-посевными машинами КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз», были лучше по сравнению с посевами, проведенными по традиционной технологии.

При проведении обработки почвы и посева зерновых культур (на примере пшеницы) была использована комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-1,8 «Кишоварз» в агрегате с трактором МТЗ-82.1.

При проведении обработки почвы и посева хлопчатника на повторных посевах была использована комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с трактором МТЗ-82.1.

Следует отметить, что комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-2,4 «Кишоварз» разработана для посева пропашных культур, в том числе и семян хлопчатника.

КМ-2,4 «Кишоварз» можно использовать для одновременной обработки почвы и посева пропашных культур и для основных посевов.

Необходимо отметить, что Гиссарская долина и Кулябская зона Таджикистана являются регионами с повышенной влажностью в осенне-зимний и весенний периоды. В данных регионах, особенно в весенний период, из-за обильных осадков зачастую повреждаются посевы хлопчатника и других сельскохозяйственных культур. В этой связи приходится пересевать культуры, особенно хлопчатник. Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-2,4 «Кишоварз» была апробирована на примере посева хлопчатника на повторных посевах после уборки зерновых культур.

В качестве примера на рисунке 4.20 показана фотография, показывающая состояние посевов пшеницы.

На рисунках 4.21 и 4.22 показано состояние посевов хлопчатника на повторных посевах.

Рисунок 4.20 – Состояние повторного посева пшеницы на 15 сентября 2012 года (Гиссарский район)

Рисунок 4.21 – Состояние посевов хлопчатника на повторных посевах (начало июня 2013 года)

Рисунок 4.22 – Состояние посевов хлопчатника на 25 августа 2013 года (Гиссарский район, Учебное хозяйство ТАУ имени Шириншо Шотемур)

4.8. Оценка погрешностей измерений и точности результатов исследований

Для контроля и управления технологическими операциями необходимо располагать объективной информацией, сведениями о характеристиках и состояниях производимых процессов.

В процессе изготовления, а также при эксплуатации измерительных приборов и их хранении возникает достаточно большое количество факторов, которые оказывают различное влияние на их техническое состояние, что в конечном итоге отражается на точности приборов. В этой связи каждый прибор имеет свою точность [133]. Высокое качество производимой продукции невозможно обеспечить без применения приборов и средств измерений [2, 133].

Приборы и оборудования широко используются для измерения размеров, учета продукции, контроля и регулирования технологических параметров и характеристик процессов в различных отраслях сельскохозяйственного производства. Высокое качество производимой продукции невозможно обеспечить без применения приборов и средств измерений [2, 133].

Погрешность прибора является главной метрологической характеристикой измерительных средств. В результате воздействия большого числа случайных факторов, возникающих в процессе изготовления, хранения и эксплуатации измерительных средств, их показания отличаются от истинных значений измеряемых ими величин. Эти отклонения являются погрешностями измерительных средств.

В зависимости от формы числового выражения различают абсолютные, относительные и приведенные погрешности [133].

Абсолютная погрешность измерительного прибора Δ_n – это разность между показанием прибора и истинным (действительным) значением измеряемой величины. Действительное значение обычно устанавливается путем измерения образцовым прибором.

Абсолютная погрешность оценивает точность прибора только в одной точке диапазона измерений и выражается в единицах измеряемой величины [133]:

$$\Delta_n = X_n - X_д, \qquad (4.13)$$

где X_n – показания прибора;

$X_д$ – действительное значение измеряемой величины.

Относительная погрешность измерительного прибора δ_n – это отношение абсолютной погрешности измерительного прибора к истинному (действительному) значению измеряемой величины. Относительная погрешность (%) средства измерения может быть выражена как

$$\delta_n = \pm \frac{\Delta_n}{X_n} 100. \qquad (4.14)$$

Приведенная погрешность измерительного прибора γ – это отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению Она характеризует точность измерительного прибора по всему диапазону измерений.

Приведенную погрешность (%) выражают как [133]:

$$\gamma = \pm \frac{\Delta_n}{X_N} 100. \qquad (4.15)$$

где X_N – условно принятое значение, равное верхнему пределу измерений или диапазону измерений, или длине шкалы.

Чем меньше систематические погрешности, тем выше точность и правильнее результат измерения. От систематических погрешностей освобождаются, устраняя источники их возникновения до начала измерений, исключая их в процессе измерения, внося вычисленные поправки в результате измерения. Наиболее рациональный путь – устранение источников погрешностей. Он существенно упрощает и ускоряет процесс измерения [2, 42, 133].

Вычисление среднего арифметического исправленных результатов наблюдений. Среднее арифметическое $\overline{X}$ из полученных при измерении отдельных единичных наблюдений вычисляют по формуле [42, 225]:

$$\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} X_i, \qquad (4.16)$$

где X_i – результат наблюдения;

n – число единичных наблюдений.

Оценка среднеквадратического отклонения результата наблюдения и измерения. Среднеквадратическое отклонение S результата единичного наблюдения, взятого из совокупности таких измерений, определяется по формуле [42, 225]:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}, \qquad (4.17)$$

где X_i – i – й результат наблюдения;

$\overline{X}$ – среднее арифметическое исправленных результатов измерений параметра;

n – число наблюдений.

При измерении глубины обработки почвы и глубины посева семян зерновых культур дискретным методом ошибка не превышала ± 1,5%.

При измерении нормы внесения удобрения погрешность находилась в пределе ± 2,0%.

При измерении расхода топлива расходомером топлива ДРТ – ЛСХИ погрешность составила ± 1,5%.

Погрешность обработки опытных данных равнялась ± 0,5%.

На основании используемой методики выявлено, что суммарная ошибка при измерении энергетических и агротехнических параметров, а также обработки опытных данных не превышает позволительного уровня (5%).

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ АНАЛИЗ

5.1. Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур

Нами разработан и защищен патентом Республики Таджикистан способ одновременной обработки почвы и посева семян зерновых культур [26].

Способ одновременной поверхностной обработки почвы и посева семян зерновых культур включает применение комбинированных машин для выполнения сплошной культивации почвы, фрезерования, разравнивания, внесения минеральных удобрений и посева семян.

Комбинированные машины должны вносить минеральные удобрения на глубину H=15-20 см, то есть ниже глубины расположения семян; фрезеровать почву на глубину H_1=10-15 см; после разравнивания почвы высевать семена на заданную глубину H_2=2-8 см; дополнительно выполнять нарезку поливных борозд на глубину H_3=8-12 см.

Глубину обработки и выполнение технологических процессов необходимо регулировать опорно-приводными колесами агрегата в зависимости от влажности почвы.

Такая последовательность операций послужила основой для разработки комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-1,8 «Кишоварз», обеспечивающей их реализацию за один рабочий проход.

5.2. Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур

Нами был разработан и защищен патентом Республики Таджикистан комбинированный способ обработки почвы и посева пропашных культур [232]. Изобретение относится к отрасли сельского хозяйства, в частности к способу предпосевной подготовки почвы и посева пропашных культур (хлопчатника, кукурузы и т.д.).

Известен ряд способов для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур. Наиболее близким к изобретению является«Способ од-

новременной обработки почвы и посева семян зерновых культур», выполняемый комбинированным агрегатом КМ-1,8 «Кишоварз», Патент МПИ Центра Республики Таджикистан № TJ 431 от 28.12.2011 (Саттори И., Ахмадов Б., Сафаров М. Амиров Н., Шарипов Р.З.). Данный способ предусматривает выполнение следующих технологических операций:

- сплошная культивация с внесением минеральных удобрений;
- фрезерование почвы;
- разравнивание поверхности почвы;
- рядовой посева семян;
- нарезка поливных борозд.

Недостатками этого способа являются:

- посев семян только зерновых и овощных культур;
- посев производится только узкорядным способом;
- не предусмотрена технология внесения гербицидов.

Целью предлагаемого способа является снижение энергетических затрат и улучшение качества выполняемых технологических операций при возделывании пропашных культур в условиях орошаемого земледелия Республики Таджикистан.

Указанная цель достигается тем, что рекомендуемый способ выполняется комбинированной почвообрабатывающе-посевной машиной, которая агрегатируется с тракторами класса 1,4, и за один проход выполняется семь технологических операций: сплошная обработка почвы, внесение минеральных удобрений, фрезерование и разравнивание поверхности почвы, пунктирный посев семян пропашных культур, нарезка поливных борозд, а также внесение гербицидов на поверхность поля после посева.

В этом комбинированном агрегате сплошная обработка почвы и внесение минеральных удобрений выполняются стрельчатыми рабочими органами культиватора на глубину H; измельчение комьев рабочими органами почвообрабатывающей фрезы на глубину H_1; разравнивание поверхности почвы планировщиком; посев семян производится полозовидными сошни-

ками на заданную глубину H_2 с заделкой загортачоми катками; нарезка поливных борозд осуществляется бороздоделателями на глубину H_3. Распиливающим наконечником производится опрыскивание гербицидами поверхности поля. Глубина обработки почвы и выполнения других технологических операций регулируется опорно-приводными колесами.

Преимуществом предлагаемого способа является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений культиватором, почвообрабатывающей фрезой и планировщиком, посев семян, нарезка поливных борозд и нанесение гербицидов на поверхность поля выполняются одновременно за один проход агрегата. Минеральные удобрения вносятся рабочими органами культиватора ниже глубины хода почвообрабатывающей фрезы и строго под осевой линией расположения высеваемых семян, что имеет немаловажное значение для полноты их усвоении растениями и положительно влияет на рост и развитие растений, экономию топливно-энергетических ресурсов, улучшает качество и эффективность возделывания пропашных культур.

5.3. Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-1,8 «Кишоварз»

Известны комбинированные машины для поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур. В качестве примера можно привести комбинированный агрегат КА-3,6 для совмещения предпосевной обработки почвы и посева зерновых культур [152].

Комбинированный агрегат КА-3,6 состоит из нескольких последовательно смонтированных устройств, в том числе навесного культиватора КФГ-3,6 с почвообрабатывающей фрезой для сплошного рыхления поверхности почвы, сцепного устройства, зернотуковой сеялки СЗ-3,6, заравнивателя почвы, сошниковой группы для посева семян зерновых культур, вспомогательных механизмов и прикатывающего приспособления. Минеральные удобрения и семена высеваются вместе и на одинаковую глубину.

Недостатки комбинированного агрегата КА-3,6:

- слишком большие габаритные размеры по длине, которые на относительно небольших полях крестьянских (фермерских) хозяйств Таджикистана не способствуют качественному выполнению технологических процессов, особенно на разворотах остаётся очень много необработанных участков (огрехов);

- минеральные удобрения и семена зерновых культур высеваются на одном уровне зерновой сеялкой СЗ-3,6, что противоречит требованиям агротехники;

- отсутствует устройство для нарезки поливных борозд.

Кроме этого, для почвенно-рельефных и климатических условий Республики Таджикистан нет необходимости в уплотнении почвы катками после посева.

На рисунке 5.1 представлена общая схема КМ-1,8 «Кишоварз».

Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-1,8 «Кишоварз», предназначено для сплошной обработки почвы и посев зерновых культур. Машина включает в себя несколько последовательно смонтированных устройств, выполненных на одной раме: раму с навесным механизмом 1, культиватор с рабочими органами 2 и 3 для поверхностной обработки почвы и внесения минеральных удобрений, установленными в два ряда, почвообрабатывающую фрезу 4, заравниватель почвы 5, однодисковые сошники 6для посева семян зерновых культур, бороздорезы 7, смонтированные перед семяпроводами, семенной ящик 8 с высевающими аппаратами и семяпроводами, туковый ящик 9 с высевающими аппаратами и тукопроводами, трансмиссию, состоящую из конического редуктора 10, цепной передачи 11, промежуточного карданного вала 12 и промежуточной опоры 13 для подключения карданного валу отбора мощности (ВОМ) трактора, опорно-приводное колесо 14 с механизмами регулировки глубины обработки и передачи движения высевающим аппаратам семенного и тукового ящиков.

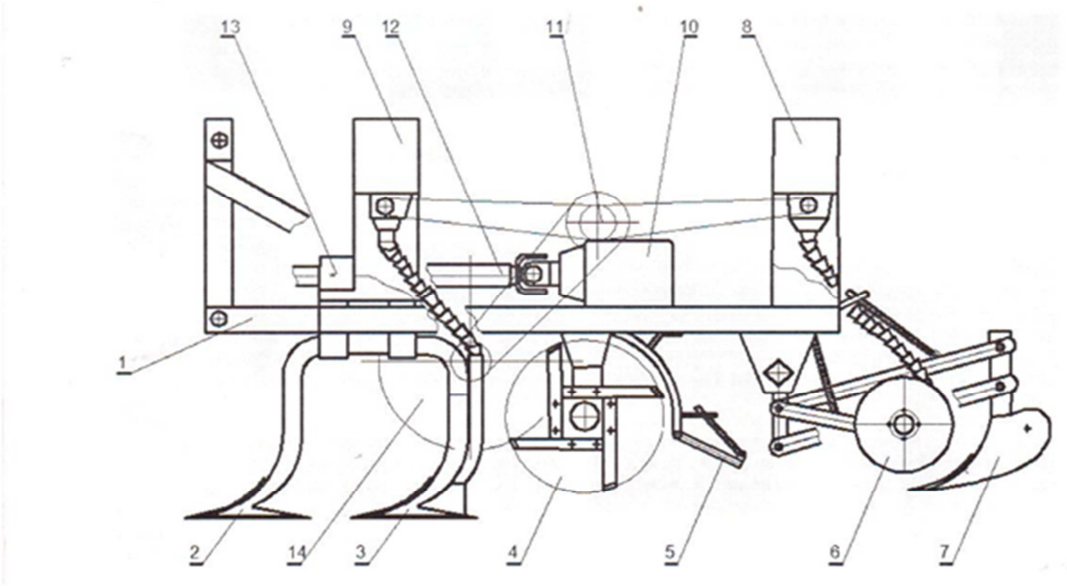


Рисунок 5.1 – Принципиальная схема комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-1,8 - «Кишоварз»

Комбинированная сельскохозяйственная машина КМ-1,8 «Кишоварз»работает следующим образом. Машина с помощью навесного механизма 1 навешивается на трактор. При движении агрегата поверхность почвы обрабатывается стрельчатыми рабочими органами 2 и 3 и вносятся минеральные удобрения на глубину до 20 см, после чего образовавшиеся комки попадают под обработку рабочими органами почвообрабатывающей фрезы 4, которые достигают глубины до 15 см.

Почвообрабатывающая фреза приводится в действие посредством промежуточного карданного вала 12, конического редуктора 10 и редуктора фрезы от ВОМ трактора. Заравниватель почвы 5 разравнивает поверхность почвы на всей ширине захвата машины.

Опорно-приводное колесо 14 посредством цепной передачи 13 передает вращение высевающим аппаратам семенного 8 и тукового 9 ящиков, а

также обеспечивает регулировку глубины обработки почвы, заделки семян зерновых культур и минеральных удобрений.

Преимуществом КМ-1,8 «Кишоварз» является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений культиватором, почвооб-

рабатывающей фрезой и разравнивателем, посев семян зерновых культур и нарезка борозд для полива выполняются одновременно в одном проходе агрегата, минеральные удобрения вносятся рабочими органами ниже уровня работы почвообрабатывающей фрезы и расположения семян зерновых культур. Комбинированная машина имеет относительно небольшой габаритный размер, обеспечивает лучшую маневренность, улучшает качество и эффективность технологического процесса.

5.4. Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-2,4 «Кишоварз»

Известен целый ряд комбинированных машин для поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур.

Известные комбинированные машины имеют следующие недостатки:

-высевающие аппараты высевают только семена зерновых и овощных культур;

-конструкцией сошниковой группы предусмотрен только рядовой посев семян зерновых и овощных сельскохозяйственных культур.

- конструкцией машин не предусмотрен механизм для внесения гербицидов на поверхность поля для подавления сорных растений.

Для устранения этих недостатков в спроектированной нами комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-2,4 «Кишоварз» для пропашных культур [230] на одной навесной раме установлены рабочие органы культиватора для сплошной обработки почвы с внесением минеральных удобрений, почвообрабатывающая фреза, заравниватель почвы, сошниковая группа для посева семян пропашных культур, механизмы для опрыскивания гербицидами поверхности поля, бороздорезы для нарезки поливных борозд.

На рис 5.2 представлен общая схема комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-2,4 «Кишоварз» для сплошное обработки почвы и посева семян пропашных культур. Он включает в себя раму с

навесным механизмом 1, опорно-приводные колеса 3 с механизмами регулировки 2 глубины хода рабочих органов, культиваторные лапы 4 и 5 для поверхностной обработки почвы и внесения минеральных удобрений, установленные в два ряда, почвообрабатывающую фрезу 6, заравниватель почвы 7 с пружинным механизмом 8 для регулировки усилия прижатия к почве, сошниковую группу 9, 10, 11, 12, 13, 16 для посева семян пропашных культур, бороздорез 14, закрепленный замком 17 с пружинным механизмом 18 для регулировки давления бороздоделателя на почву, трубопровод 19, закрепленный на раме кронштейном 20 и оснащенный наконечником 15 для внесения гербицидов, семенные ёмкости 23, оснащенные плавающими флажками 24 для контроля расхода семян, высевающие аппараты 22 и семяпроводы 21, туковые ёмкости 29 с флажками 30 для контроля расхода минеральных удобрений, высевающие аппараты 28, тукопроводы 27, конический редуктор 25, промежуточный карданный вал 26 для подключения к валу отбора мощности (ВОМ) трактора.

Комбинированная машина КМ-2,4 «Кишоварз» работает следующим образом. Поверхность почвы обрабатывается стрельчатыми рабочими органами (лапами) 4 и 5, вносятся минеральные удобрения на глубину до 20 см, после чего образовавшиеся комья измельчаются почвообрабатывающей фрезой 6, работающей на глубину до 15 см. Фреза 6 имеет привод от ВОМ трактора посредством промежуточного карданного вала 26 и конического-редуктора 25. Заравниватель 7 разравнивает поверхность почвы на ширину захвата машины. Опорно-приводное колесо 3 посредством цепной передачи приводит во вращательное движение высевающий аппарат 28 семенного ящика 29 и туковый аппарат 22 тукового ящика 23, а также обеспечивает регулировку глубины обработки почвы, заделки семян пропашных культур и минеральных удобрений.

Преимуществом предлагаемой машины является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений, посев семян пропашных

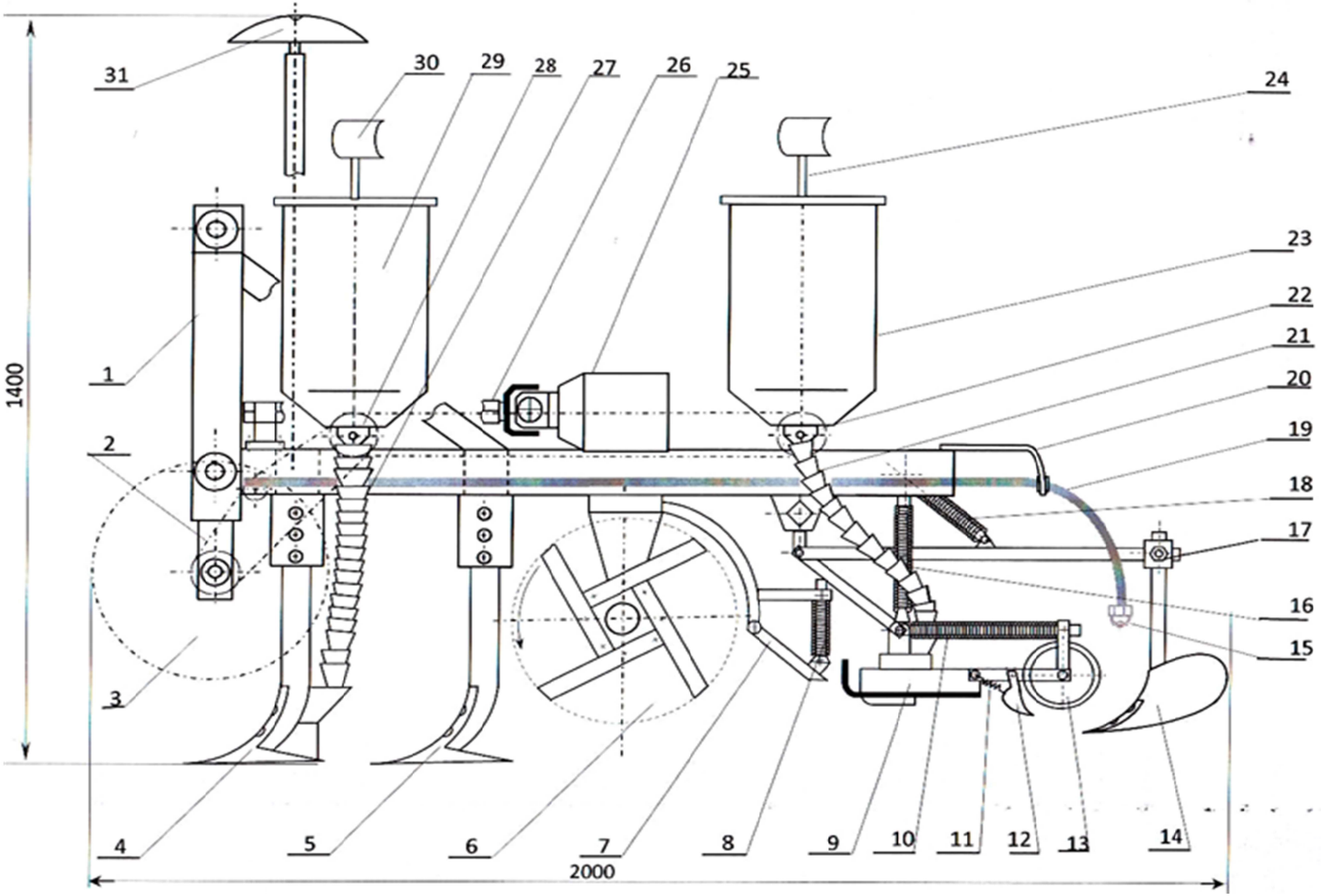


Рисунок 5.2 – Схема КМ-2,4 «Кишоварз»

культур, внесение гербицидов и нарезка поливных борозд выполняются одновременно за один проход агрегата. Минеральные удобрения вносятся передними рабочими органами ниже уровня работы почвообрабатывающей фрезы и расположения семян пропашных культур, что улучшает их усвояемость растениями. Комбинированная машина относится к типу навесных машин и орудий, имеет относительно небольшой габаритный размер, обеспечивает лучшую маневренность, улучшает качество и эффективность возделывания пропашных культур.

Минеральные удобрения вносятся полосами, расположенными под осевыми линиями рядков семян.

На рисунке 5.3 представлен общий вид комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» при работе.

Агрофон после обработки почвы и посева зерновых культур упомянутым агрегатом представлены на рисунке 5.4.

Общий вид (сзади и сбоку) комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с трактором МТЗ-82.1 показан на рисунках 5.5 и 5.6.

Рисунок 5.3 – Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» в процессе эксплуатации

Рисунок 5.4 – Состояние поверхности после обработки и сева зерновых

Рисунок 5.5 – Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с трактором МТЗ-82.1 (вид сзади)

Рисунок 5.6 – Трактор МТЗ-82.1, агрегатированный с комбинированной почвообрабатывающе-посевной машиной КМ-2,4 «Кишоварз» (вид сбоку)

5.5. Система агротехнических показателей для оценки качества работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин

К технологическим операциям предъявляются установленные агротехнические требования, которые должны быть выдержаны. Агротребования выражаются в виде агротехнологических показателей и представляют собой неизбежные нормативы качества выполнения механизированных полевых работ.

Проверочный контроль качества технологического процесса проводится во время его выполнения и по его окончании. Качество работы МТА проверяется с применением специальных инструментов и приспособлений. Полученные значения измерения показателей и параметров вводят в учетный лист исполнителя. Если работу выполняют недоброкачественно, то её бракуют, и она подлежит переработке [2, 38, 82, 113, 136, 201, 212, 214, 235].

При оценке показателей качества технологических операций большое значение имеют не только методы и средства контроля, но и число измерений и их повторностей. Каждую технологическую операцию характеризуют несколькими показателями по различным параметрам.

Установление технологических допусков (агротехнических нормативов) и оценка качества работы МТА базируются на основных вероятностно-статистических характеристиках показателей их работы и процессов, выпол-

няемых ими. К этим характеристикам относятся [2, 42] среднее значение агротехнологических показателей $\overline{X}$, дисперсия $Д(X)$ или среднеквадратическое отклонение σ_x, коэффициент вариации ν_x, или степень неравномерности δ_x. В процессе функционирования МТА показатели качества технологических процессов колеблются по пути и по времени, изменяясь по случайным законам. В этом случае дополнительно рассматривают параметры корреляционных функций $R_x(t)$ и спектральных плотностей $S_x(\omega)$ исследуемых показателей.

В условиях производства в основном применяют балльную систему оценки качества, при которой операцию можно оценивать по среднему баллу, суммой баллов, с учетом или без учета «весомости» показателей оценки [2, 42].

По средним оценкам, применение комбинированных и многооперационных машин и агрегатов, позволяет, по сравнению с одноопераційними машинами, снизить затраты труда на 30-0 %, расход топлива на 10-30 %, удельную металлоемкость на 20-25 % и повысить урожай отдельных сельскохозяйственных культур на 10-15 % [96, 97, 156, 161, 176-178].

Спроектированные нами комбинированные почвообрабатывающе-посевные машины КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» являются многооперационными.

Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-1,8 «Кишоварз» за один проход выполняет 6 технологических операций:

- безотвальную обработку почвы стрельчатыми лапами,
- внесение минеральных удобрений на глубину до 20 см,
- поверхностную обработку почвы фрезой,
- выравнивание поверхности почвы,
- посев семян,
- нарезку поливных борозд.

Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-2,4 «Кишоварз» за один проход выполняет 7 технологических операций:

- безотвальную обработка почвы стрельчатыми лапами,
- внесение минеральных удобрений на глубину до 20 см,
- поверхностную обработку почвы фрезой,
- выравнивание поверхности почвы,
- посев семян,
- нарезку поливных борозд,
- внесение гербицидов на поверхность поля.

В Правилах производства механизированных работ и других источниках [2, 38, 136, 201, 214] для каждой технологической операции предъявляются подобающие агротехнические требования, которые приводим ниже.

Безотвальная обработка почвы

К безотвальной обработке почвы предъявляются следующие требования. Допустимый диапазон скоростей движения агрегатов – 7-12 км/ч. Сохранение 90 % стерни за один проход агрегата при обработке на глубину до 16 см и до 80 % стерни при установке рабочих органов на глубину до 30 см.

При рыхлении на глубину до 16 см, допускается отклонение от заданных значений в пределах 1 см, а при глубине рыхления 30 см – в пределах 2 см. Колебания глубины хода рабочих органов от среднего значения не более 3-4 см при обработке до 16 см, 4-5 см при глубине до 30 см.

Поверхность поля после обработки должна быть без глубоких разъемных борозд и высоких гребней. На стыках проходов лап рабочих органов машин допускаются гребни (валики) высотой до 5-6 см, а в местах прохождения стоек – борозды шириной поверху не более 15-20 см.

Корни сорных растений должны быть полностью срезаны на глубину хода рабочих органов. Огрехи на стыках смежных проходов не допускаются.

После вспашки загона необходимо обработать поворотные полосы. Обработку следует выполнят в указанные агротехнические сроки, жела-

тельно при влажности почвы 16-22 %, потому что в таких условиях рабочие органы идут устойчиво как по глубине, так и по ширине захвата. При этом происходит наименьшее распыление почвы без образования мелких, легко выдуваемых фракций [38].

Внесение минеральных удобрений

Допустимый диапазон скоростей движения агрегатов при внесении удобрений – 12-18 км/ч.

Влажность подготовленных к внесению удобрений в зависимости от их вида должна быть в пределах 2-15 %. Диаметр гранул при измельчении – не более 5 мм.

Неравномерность высева удобрений для туковых сеялок – не более ± 15 %, для разбрасывателей – не более ± 25 %. Отклонение средней фактической дозы внесения – не более ± 10 %.

Перекрытия в стыковых проходах должны быт не более 5 % от ширины захвата МТА.

Необработанные поворотные полосы не допускаются. Время между разбрасыванием и заделкой удобрений – не более 12 ч [201].

Посев

Рабочая скорость посевных агрегатов при посеве с зерновым сеялкам допускается до 12 км/ч, а сеялками-культиваторами до 8км/ч.

Проведение посева в оптимальные агротехнические сроки, установленные с учетом почвенно-климатических условий и требований высеваемой культуры. Нормы высева семян должны соблюдаться в установленной мере и с отклонениями не более 3 %, а для семян трав – 4 %. Семена должны быть равномерно распределены по всей площади и в рядках. Средняя неравномерность размещения семян не должна превышать 4 %. Колебание нормы высева семян каждым аппаратом допускается не более 2 % от среднего высева одной катушки. Должна быть обеспечена равномерная и полная заделка семян на заданную глубину с допустимым отклонением не более 1 см. Запрещается наличие незаделанных в почву семян [38, 214].

Отклонения междурядий между двумя сошниками допускаются не более 1 см, ширины стыковых междурядий у смежных сеялок – не более 2 см и ширины стыковых междурядий двух проходов – не более 5 см.

Огрехи, образующиеся в итоге увеличения стыковых междурядий, забивания сошников и семяпроводов, а также пересевы и перекрытия не допускаются. Поворотные полосы должны быть засеяны с той же нормой высева. Не допускается уплотнения или гребнистость на поверхности засеянного поля, она должна быть ровной.

Соблюдение этих требований зависит от правильной регулировки сеялок и посевных агрегатов, от соответствующего режима работы машин и регулярного контроля за их техническим состоянием.

Специальная подготовка посевного агрегата проводится для посева зерновых по интенсивной технологии с оставлением посевной технологической колеи.

Посевные агрегаты комплектуют маркерами. Для выравнивания поверхности почвы за сеялками соединяют легкие бороны или волокуши. В засушливых условиях для получения дружных всходов к сеялкам присоединяют катки. Перед посевом тщательно проводят осмотр сеялки. На специальных площадках проводят регулировку на одинаковую норму высева всеми катушечными аппаратами, на глубину заделки семян, ставят установленную общую норму высева. Рыхление почвы по следам колес или гусениц мобильного энергетического средства проводятся легкими боронами или лапами культиватора.

Вал высевающих аппаратов при закрепленном рычаге регулятора высева должен устойчиво сохранять своё положение.

В рекомендациях приведено, что для посева обязательно использовать протравленные семена первого класса с всхожестью не меньше 80%. Масса 1000 зерен должна быть: для озимой пшеницы, твердой яровой пшеницы, ярового и озимого ячменя – не ниже 40 г, яровой мягкой пшеницы – не менее 35-40, овса – не менее 35 г.

Семена культур, которые не отвечают требованиям первого класса посевного стандарта, подвергаются обработке и снова проверяются на всхожесть.

При посеве одновременно вносят и минеральные удобрения. Интервал между подготовкой почвы к посеву и посевом семян должен быть не более суток.

В основном, показатели определяющие качество технологического процесса зерновых культур, представлены в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1. Критерии качества полевых работ [201, 214]

Показатель	Норматив	Балл	Метод определения
Норма высева	Соответствует заданной Отклоняется от заданной не более 3 % Отклоняется от заданной более 3 %	1 2 3	По фактическому расходу семян на всю площадь участка
Равномерность распределения семян (растений)	Средняя неравномерность 1-2 % Средняя неравномерность не более 4 % Средняя неравномерность не более 4 %	1 2 3	Подсчет семян (растений) на 1 кв.м в 10 местах по диагонали участка и расчет по методике
Глубина заделки семян	Соответствует заданной Отклоняется от заданной не более ±1 см Отклоняется от заданной более ±1 см	1 2 3	20-30 измерений после каждой сеялки по диагонали участка в 10 местах
Величина междурядий между сошниками и стыковых междурядий	Соответствует заданной Отклонение не более допустимых Отклонение больше допустимых	1 2 3	Путем наложения рулетки по всей ширине захвата агрегата в 10 местах по диагонали

Продолжение таблицы 5.1

Прямолинейность рядков	Рядки прямолинейны Прямолинейность рядков нарушена редко Прямолинейность рядков нарушена часто	1 2 3	Осмотр поля при проходе по диагонали
Огрехи и пересевы	Огрехов и пересевов нет Суммарная площадь огрехов и пересевов не более 0,1 % засеянной площади Суммарная площадь огрехов и пересевов более 0,1 % засеянной площади	1 2 3	Осмотр поля и обмер огрехов и пересевов

Таблица 5.2 – Шкала оценки качества посевных работ

Сумма баллов	Оценка
6 и менее	«Отлично»
От 7 до 10	«Хорошо»
От 11 до 15	«Удовлетворительно»
16 и более	«Неудовлетворительно»

Нарезка поливных борозд

Глубина поливных борозд должна соответствовать агротехническим требованиям. По глубине поливные борозды делят на мелкие (12-18 см), средние (18-20 см), глубокие (18-22) см. Полив по бороздам применяют на участках с уклонами до 0,02-0,03.

При средних уклонах (от 0,02 до 0,05) и средней водопроницаемости почвы борозды нарезают длиной 60-90 м. При небольших уклонах (до 0,02) и на легких, хорошо водопроницаемых почвах борозды делают длиной 25-30 м.

При больших уклонах борозды делают мелкими (до 12 см). На небольщих уклонах борозды нарезают глубиной до 20 см. На участках со средним - уклоном борозды нарезают глубиной 12-15 см. Отклонение глубины борозды от заданной не должно превышать ±2 см.

Внесение гербицидов

Равномерность распределения гербицидов должна быть оценена в соответствии с заданной нормой. Неравномерность распределения частиц гербицида или капель жидкости на поверхности определяется на глаз. Неравномерность распределения частиц гербицида или капель жидкости выражается в процентах и определяется как среднее арифметическое на поверхности.

Контроль качества работы комбинированных машин по вышеприведенным требованиям агротехники для одноопераційных машин было бы неправильным. Комбинация нескольких технологических операций и одновременное их выполнение одной машиной в совокупности может обеспечить результаты, отличающие от известных в литературе агротребований.

В связи с этим возникла необходимость разработки системы агротехнических требований для оценки качества работы разработанных комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 и КМ-2,4. Если анализировать технологические операции, выполняемые одноопераційными машинами, то качество каждой операции оценивается определенным перечнем показателей оценки (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Шкала показателей качества технологических операций

Названия операций	Показатели оценки качества
Безотвальная обработка почвы	1. Отклонение от заданной глубины обработки
	2. Число неподрезанных сорняков на 1 м^2
	3. Гребнистость
	4. Сохранение стерни
	5. Крошение почвы
	6. Огрехи и необработанные полосы

Продолжение таблицы 5.3

Внесение минеральных удобрений	1. Отклонение средней фактической дозы внесения от заданной
	2. Неравномерность распределения удобрений
	3. Наличие огрехов
	4. Отклонение от заданной глубины заделки
Фрезерование почвы	1. Отклонение средней фактической глубины обработки от заданной
	2. Комковатость почвы
	3. Перекрытие смежных проходов
	4. Огрехи и необработанные полосы
	5. Выравненность поля
Посев семян	1. Отклонение от нормы высева семян
	2. Отклонение от заданной глубины заделки семян
	4. Отклонение ширины стыковых междурядий
Нарезка поливных борозд	1. Огрехи
	2. Прямолинейность борозд
	3. Отклонение глубины борозды от заданной
Внесение гербицидов	1. Равномерность распределения частиц гербицида или капель жидкости
	2. Норма внесения
	3. Ширина захвата агрегата (определяют при сплошном внесении)

Из таблицы 5.3 видно, что для оценки качества отдельно взятой технологической операции в целом применяются от 3 до 5 показателей.

При использовании комбинированных агрегатов, когда технологические операции выполняются одновременно одной машиной с определенной последовательностью, многие показатели оценки качества, приведенные в таблице 5.3, теряют свою значимость.

Например, качество выполнения операции безотвальной обработки почвы оценивается 6-ю показателями. Если данная операция выполняется комбинированными машинами в совокупности с другими операциями, то наиболее значимым и легко контролируемым показателем останется только глубина рыхления почвы.

Последующие операции, выполняемые комбинированными машинами, влияют на значение отсеянных показателей оценки. С такой же последовательностью надо рассматривать и другие операции технологического процесса.

Для формирования новой системы показателей оценки качества (например, в таблице 5.3 их всего 24), необходимо их ранжировать по степени значимости и возможности контроля. После ранжирования показателей с учетом их значимости и возможности контроля устанавливаются основные показатели оценки качества работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин.

Анализ показателей оценки качества технологических операций показывает, что они, в конечном счете, влияют на урожайность возделываемой культуры. В противовес такому множеству показателей оценки (таблица 5.3) с вероятностным характером их изменения система показателей оценки качества работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин представляет собой более рациональное количество наиболее значимых показателей.

В конечном итоге, в новой системе показателей оценки качества работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» остались только наиболее значимые и доступные контролю параметры (таблицы 5.4 и 5.5).

Система показателей оценки качества работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин (таблицы 5.4 и 5.5) являют собой рациональное количество агротехнических показателей, подлежащих контролю.

Таблица 5.4 – Система показателей качества работы комбинированного агрегата КМ-1,8 «Кишоварз»

Показатель	Отклонения	Балл	Способ замера
Отклонение от заданной глубины обработки, см	Менее ±1 ±2 Более ±2	3 1 0	15-20 измерений по диагонали поля (двумя линейками)
Отклонение от заданной глубины заделки удобрений, см	Менее ±1 ±2 Более ±2	3 1 0	15-20 измерений по диагонали поля (двумя линейками)
Комковатость (размеры комков), см	Не более 3 Не более 5 Более 5	3 2 1	Визуально
Отклонение от нормы высева семян, %	±1,5 ±2 Более ±2	4 2 1	В 5 местах по длине высева подсчитать количество семян на 1 п.м.
Отклонение от требуемой глубины заделки семян, см	±1 ±1,5 Более ±1,5	3 2 1	15-20 измерений по диагонали поля (двумя линейками)
Отклонение ширины стыковых междурядий, см	±5 ±6 Более ±6	2 1 0	В трех-пяти местах участка поперек направлению посева рулеткой 5 м
Прямолинейность борозд в пределах ширины захвата машины, см	Менее 5 10 Более 10	3 2 1	В трех-пяти местах участка по направлению посева рулеткой 10 м

Таблица 5.5 – Система показателей качества работы комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-2,4 «Кишоварз»

Показатель	Отклонения	Балл	Способ замера
Отклонение от заданной глубины обработки, см	Менее ±1 ±2 Более ±2	3 1 0	15-20 измерений по диагонали поля (двумя линейками)
Отклонение от заданной глубины заделки удобрений, см	Менее ±1 ±2 Более ±2	3 1 0	15-20 измерений по диагонали поля (двумя линейками)
Комковатость (размеры комков), см	Не более 3 Не более 5 Более 5	3 2 1	Визуально
Отклонение от нормы высева семян, %	±1,5 ±2 Более ±2	4 2 1	В 5 местах по длине высева подсчитать количество семян на 1 п.м.
Отклонение от требуемой глубины заделки семян, см	±1 ±1,5 Более ±1,5	3 2 1	15-20 измерений по диагонали поля (двумя линейками)
Отклонение ширины стыковых междурядий, см	±5 ±6 Более ±6	2 1 0	В трех-пяти местах участка поперек направлению посева рулеткой 5 м
Прямолинейность борозд в пределах ширины захвата машины, см	Менее 5 10 Более 10	3 2 1	В трех-пяти местах участка по направлению посева рулеткой 10 м
Равномерность распределения частиц гербицида или капель жидкости, %	Менее 15 15-18 Более 15	2 1 0	Заметить время заполнения стакана (замеряют специальным мерным стаканом объемом 0,25л)

Обоснованные система показателей и допустимые их отклонения позволяют контролировать качество работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин. Обеспечение высокого качества выполнения технологических процессов создает необходимые условия для нормального роста и развития растений, увеличению их урожайности и снижению материальных и трудовых затрат на технологию производства продукции.

5.6. Критерии эффективности и сбалансированная система показателей для оценки эффективности технологий и технических средств

Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-1,8 «Кишоварз» разработана и предложена для одновременной поверхностной обработки и подготовки почвы к посеву, внесение минеральные удобрения и посева семена зерновых культур. Одним из лимитирующих факторов урожайности в аридной зоне земледелия является влажность почвы.

Накопление и сохранение влаги в посевной период тесно связано с необходимостью проведения технологических процессов в сжатые агротехнические сроки.

Анализируя условия, при которых проводится возделывание сельскохозяйственных культур на повторных посевах и ощущается острый недостаток энергоресурсов во всех категориях хозяйств страны в посевной период, можно делать вывод о том что, в качестве основного критерия эффективности разумно принять минимум энергоёмкости технологического процесса $E_i \to \min$.

Для того чтобы анализировать восприимчивость основного критерия $E_i \to \min$ к другим эксплуатационным показателям почвообрабатывающе-посевных агрегатов, были построены диаграммы. Анализ этих диаграмм позволил установить уровень чувствительности критерия $E_i \to \min$ энергоемкости технологического процесса, к изменению отдельно взятого эксплуатационного параметра агрегатов.

По результатам анализа была сформулирована сбалансированная система эксплуатационных показателей МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» по критерию минимум $E_i \to \min$ энергоемкости технологического процесса (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Наиболее рациональное соотношение эксплуатационных параметров работы МТА для минимальной энергоемкости процесса (КМ-1,8)

Эксплуатационные показатели МТА	Обозначение	Единицы измерения
Производительность	$\overline{W}_{ч}$	га/ч
КПД трактора	η_T	-
Тяговая мощность трактора	$N_{кр}$	кВт
Эффективная мощность двигателя	N_e	кВт
Часовой расход топлива двигателя	G_T	кг/ч
Скорость движения агрегата	V_p	м/с
Частота вращения коленчатого вала двигателя	$n_д$	мин$^{-1}$
Крутящий момент на коленчатом валу двигателя	$M_к$	Н·м

Система эксплуатационных показателей почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» представляет собой рациональное количество контролируемых эксплуатационных параметров, которые подлежат оптимизации на предмет достижения минимальных топливно-энергетических затрат технологического процесса обработки почвы, внесения минеральных удобрений и повторного посева сельскохозяйственных культур.

Для анализа чувствительности основного критерия – минимума энергоемкости технологического процесса $E_i \to \min$ к другим эксплуатационным показателям работы МТА МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз» были построены соответствующие диаграммы.

Результаты анализа диаграмм дал возможность установить степень чувствительности энергоемкости технологического процесса одновременной обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева сельскохозяйственных культур к изменению других эксплуатационных параметров и показателей почвообрабатывающе-посевного агрегатаМТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз».

В результате сформулирована сбалансированная система эксплуатационных показателей МТА МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» по критерию минимум $E_i \to \min$ энергоемкости технологического процесса (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Наиболее рациональное соотношение показателей работы МТА при минимальной энергоемкости процесса (КМ-2,4)

Эксплуатационный показатель МТА	Обозначение	Единица измерения
Производительность МТА	$\overline{W}_{ч}$	га/ч
КПД трактора	η_T	-
Тяговая мощность трактора	$N_{кр}$	кВт
Эффективная мощность двигателя	N_e	кВт
Часовой расход топлива двигателя	G_T	кг/ч
Скорость движения агрегата	V_p	м/с
Частота вращения коленчатого вала двигателя	$n_д$	мин$^{-1}$
Крутящий момент на коленчатом валу двигателя	$M_к$	Н·м

5.7. Вероятностно-статистический анализ эксплуатационных показателей почвообрабатывающе-посевных агрегатов

На основе проведенных экспериментальных исследований нами были определены вероятностные оценки агротехнических, энергетических, технико-экономических параметров и показателей разработанных нами почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с трактором класса 1,4. Основные результаты исследований ранее

были опубликованы в работах [20-28, 84, 93, 95, 101-109, 112, 116, 118-120, 122, 199, 230-232].

5.7.1. Закономерности изменения эксплуатационных параметров почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

Глубина обработки и степень рыхления почвы

По результатам анализа экспериментальных данных получены зависимости вероятностных оценок глубины обработки почвы от скорости движения почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» (таблица 5.8).

Таблица 5.8 – Вероятностно-статистические оценки глубины обработки почвы $h_{см}$ в зависимости от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (агрофон – стерня зерновых колосовых, высота над уровнем моря – 1000 м, Гиссарский район, почвы – светлый серозем, температура воздуха +25,2 ^{0}С, частота вращения ВОМ – 750 мин$^{-1}$)

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{h}_{см}$,см	$Д(h_{см})$, см^2	$\sigma_{h_{см}}$, см	$\nu_{h_{см}}$
0,507	19,50	1,0671	1,033	0,053
0,865	19,75	1,4521	1,205	0,061
1,410	17,33	2,1220	1,457	0,084
1,635	17,00	4,7350	2,176	0,128

Зависимости вероятностно-статистических оценок глубины обработки почвы $h_{см}$ от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(h_{см})$ параметра $h_{см}$ показаны на рисунке 5.7.

В диапазоне рабочих скоростей от 0,507 до 1,635 м/с, среднее значение глубины обработки почвы $\overline{h}_{см}$ изменялось в пределах 17,0-19,75 см. При этом среднеквадратическое отклонение σ_h глубины обработки с повышением скорости увеличивалось от 1,033 до 2,176 см. В указанном диапазоне скоро-

стей движения МТА наблюдалось увеличение коэффициента вариации $\nu_{h_{см}}$ от 5,3 до 12,8 %.

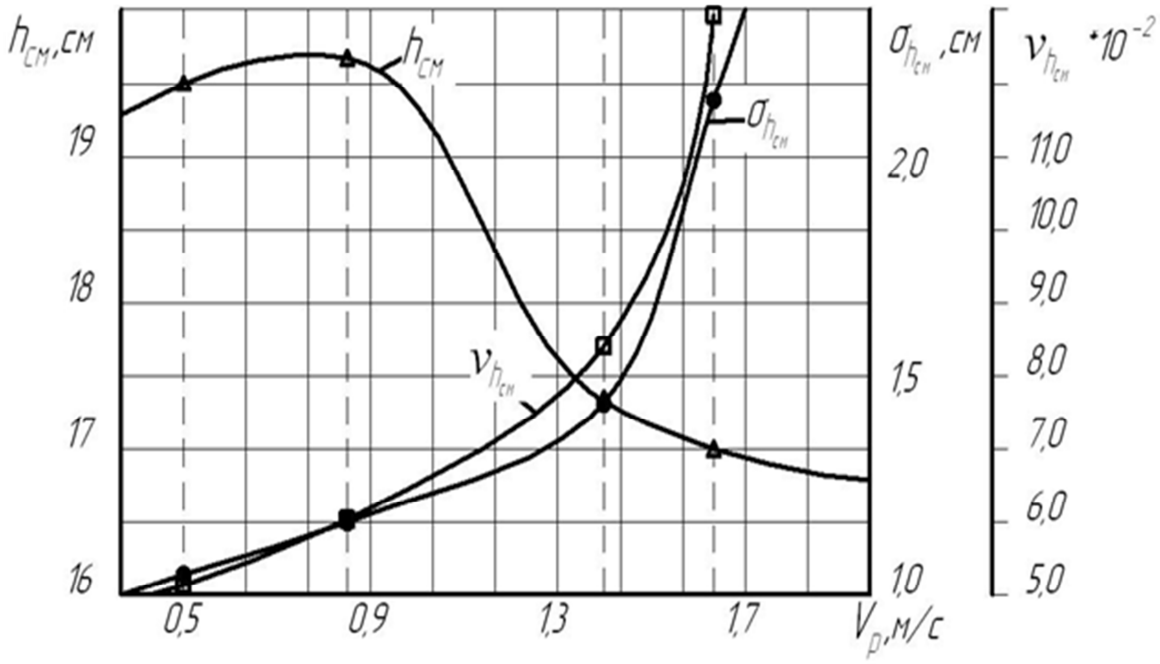
Используя методику, изложенную в разделе 3.4, можно оценить по значениям σ_h качественное функционирование комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз». Из данных таблицы 5.8 видно, что величина среднеквадратического отклонения σ_h колеблется в пределах от 1,033 до 2,176 см. С использованием формулы (3.34) и с учетом того, что установочная глубина обработки почвы $\sigma_h^{\text{уст}} = 20см$, определим значение среднеквадратического отклонения σ_h глубины обработки почвы, соответствующее $K_{XH} = 0{,}167$: $\sigma_h = 0{,}167 \cdot 20 = 3{,}34см$. Это означает, что когда $\sigma_h < 3{,}34$ см, значения K_{XH}<0,167. Во всем диапазоне изменения скорости движения комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» значения σ_h меньше допустимого (3,34 см).

Из этого можно заключить, что по данному исследуемому параметру, комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат функционирует качественно.

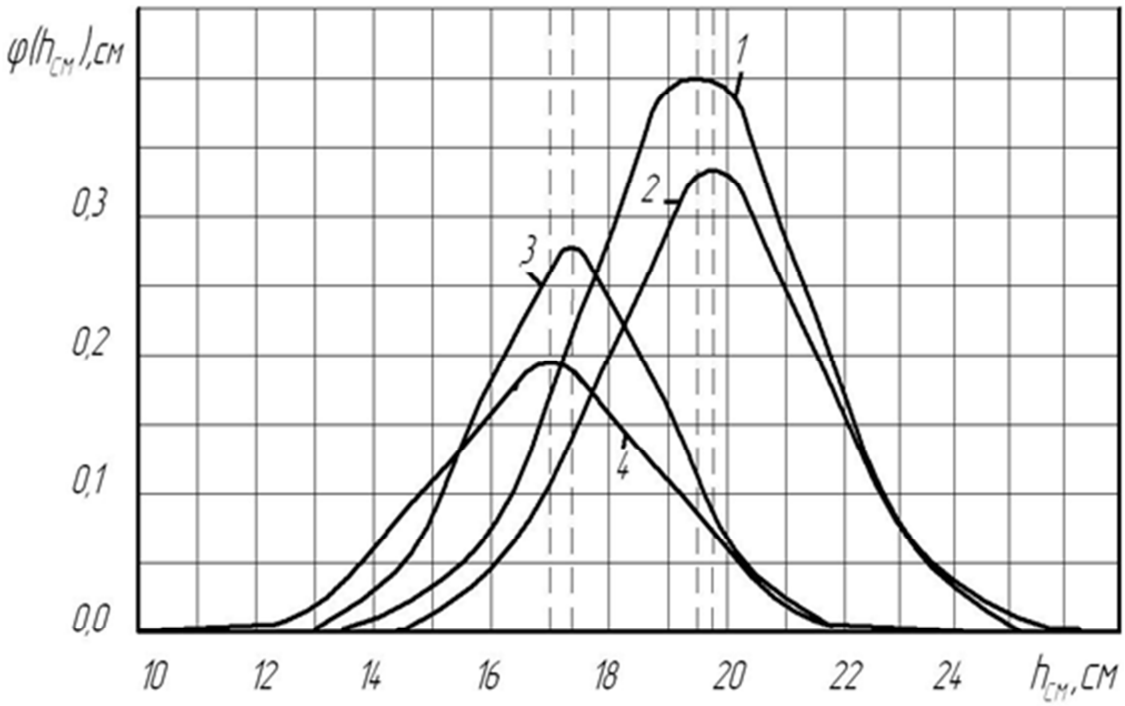
Вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот глубины обработки почвы $h_{см}$,варьировалась в пределах 0,28-0,81. Это означает, что колебания параметра $h_{см}$, соответствуют закону Гаусса.

При работе скорость исследуемого комбинированного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» ограничивается частотой вращения фрезерного барабана, который обеспечивает хорошее крошение почвы. В связи с этим нужно ставить ограничения на производительность агрегата и энергоемкость технологического процесса. В качестве основного критерия эффективности при работе данного агрегата принимается лучшее качества обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур.

Известно, что качество функционирования фрезы определяется как равномерностью обработки почвы по глубине, так и уровню ее рыхления.



а)



б)

1 – при $\overline{V}_p = 0{,}507 м/с$; 2 –при $\overline{V}_p = 0{,}865 м/с$; 3 –при $\overline{V}_p = 1{,}41 м/с$;
4 –при $\overline{V}_p = 1{,}635 м/с$

Рисунок 5.7 – Зависимости вероятностно-статистических оценок глубины обработки почвы $h_{см}$ от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(h_{см})$ параметра $h_{см}$ (б)

В соответствии с агротехническими требованиями $h \le 0{,}2a$, где a – максимальная глубина погружения ножа в почву [230].

Анализ экспериментальных данных (таблицы 5.8 и 5.9) и зависимости (рисунок 5.8) степени крошения почвы от скорости движения агрегата показывает, что наибольшая степень крошения почвы-90,4%, и соответственно этому качественный посев семян достигается при скорости 1,2 м/с (III рабочая передача трактора, пониженная).

Для вышеупомянутых условий экспериментальных исследований оптимальное значение производительности МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» составляет 0,70 га/ч, а энергоемкости технологического процесса – 8738,2 МДж/га.

Таблица 5.9 – Степень рыхления почвы в зависимости от скорости движения $\overline{V}_p$ агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с	Степень рыхления почвы K_o,%
0,507	76,3
0,865	81,7
1,410	87,6
1,635	77,5

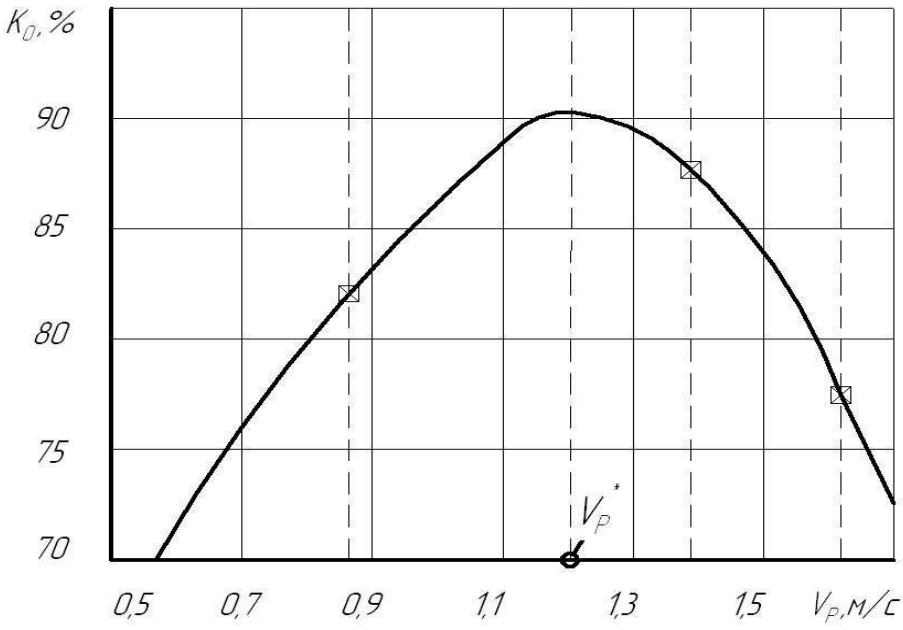


Рисунок 5.8 – Зависимость степени рыхления (крошения) почвы от рабочей скорости движения агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз»

Глубина посева семян

Вероятностно-статистические оценки глубины посева семян, выявленные во время экспериментальных исследований, приведены в таблице 5.10.

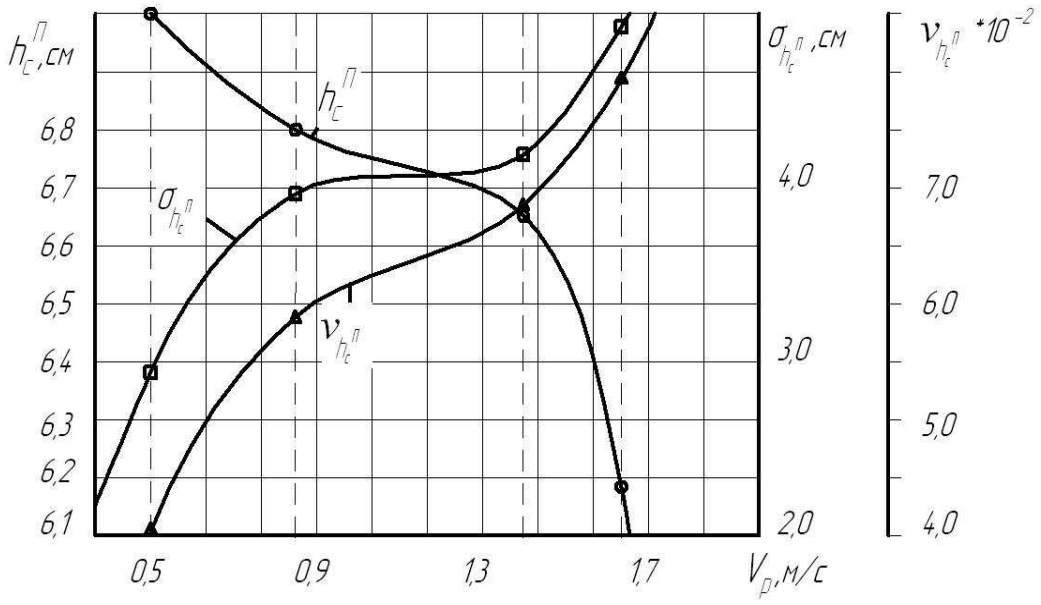
Таблица 5.10 – Вероятностно-статистические оценки глубины $h_c^{П}$ посева семян в зависимости от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{h}_c^{П}$,см	$Д(h_c^{П})$, см^2	$\sigma_{h_c^{П}}$, см	$\nu_{h_c^{П}}$
0,507	7,00	0,0824	0,287	0,041
0,865	6,80	0,1553	0,394	0,058
1,410	6,65	0,1927	0,439	0,066
1,635	6,17	0,2372	0,487	0,079

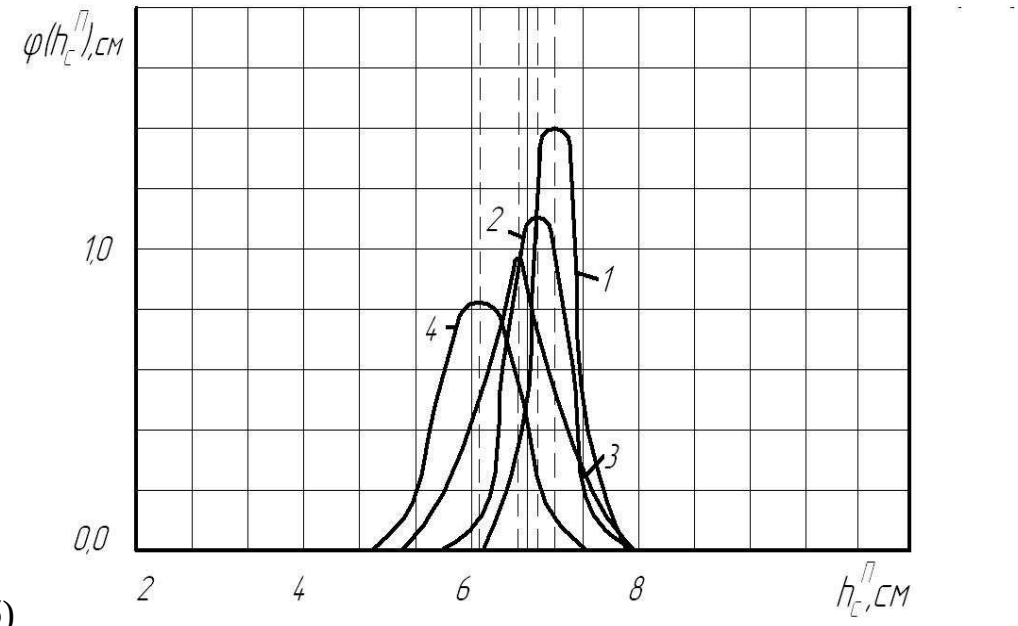
Увеличение скорости движения почвообрабатывающе-посевных агрегатов приводит к уменьшению среднего значения и увеличения среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации глубины посева семян. В диапазоне рабочих скоростей от 0,507 до 1,635 м/с, среднее значение глубины посева семян $\overline{h}_c^{П}$ изменялось в пределах 6,17-7,0 см. При этом среднеквадратическое отклонение $\sigma_{h_c^{П}}$ глубины посева семян с повышением скорости увеличивалось от 0,287 до 0,487 см. В данном диапазоне скоростей наблюдалось увеличение коэффициента вариации $\nu_{h_c^{П}}$ от 4,1 до 7,9 % (таблица 5.10, рисунки 5.9 и 5.10). Поскольку допуск на глубину посева равен одному сантиметру, то согласно выражению (3.34), допустимое значение $\sigma_{h_c^{П}}$ равно 0,17 см. Данные таблицы 5.10 подтверждают, что во всем интервале изменения скорости движения МТА, значения $\sigma_{h_c^{П}}$ больше допустимого, то есть больше 0,17 см. В этом случае, по данному параметру почвообрабатывающе-посевной агрегат функционирует низкокачественно. Это необходимо учесть при оптимизации режимов его работы.

Вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот глубины посева семян $h_c^{П}$ варьировалась в пределах 0,31-0,75.

На рисунке 5.9. показаны зависимости вероятностно-статистических оценок глубины посева семян $h_c^{П}$ от скорости $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» и плотности распределения вероятностей $\varphi(h_c^{П})$ параметра $h_c^{П}$.



а)



б)

1 – при $\overline{V}_p = 0{,}507 м/с$; 2 – при $\overline{V}_p = 0{,}865 м/с$; 3 – при $\overline{V}_p = 1{,}41 м/с$;

4 – при $\overline{V}_p = 1{,}635 м/с$

Рисунок 5.9 – Зависимости вероятностно-статистических оценок глубины посева семян $h_c^{П}$ от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(h_c^{П})$ параметра $h_c^{П}$ (б)

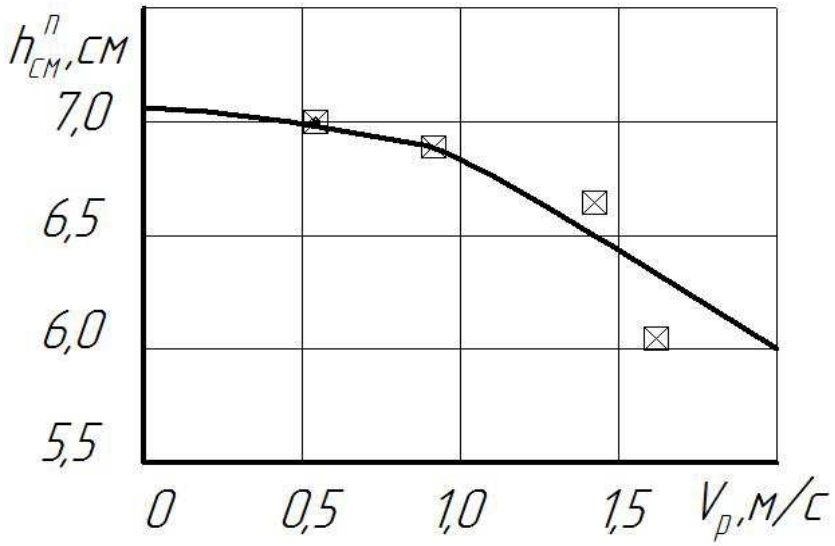


Рисунок 5.10 – Зависимость средней глубины $h_{см}^{П}$ посева от средней скорости $\overline{V}_p$ движения МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз»

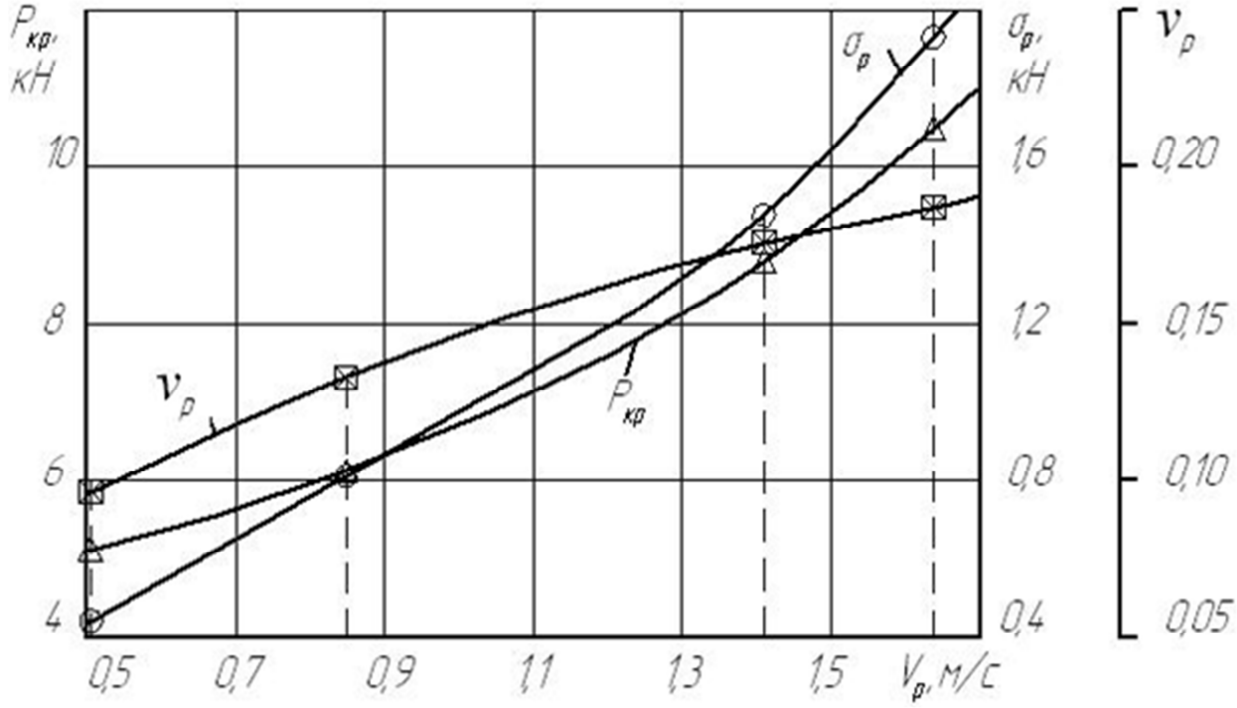
Тяговое усилие

По экспериментальным данным были установлены вероятностно-статистические характеристики тягового усилия $P_{кр}$ трактора МТЗ-82.1 от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (таблица 5.11).

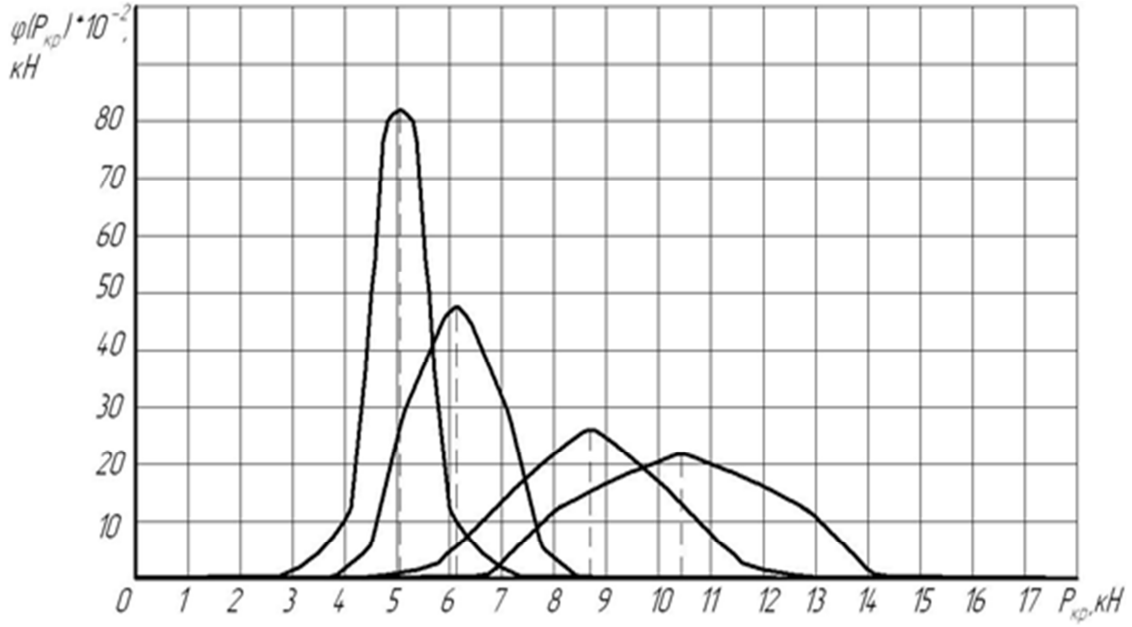
Зависимости вероятностно-статистических оценок тягового усилия $P_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» и плотности распределения вероятностей $\varphi(P_{кр})$ параметра $P_{кр}$ приведены на рисунке 5.11.

Таблица 5.11 – Вероятностно-статистические оценки силы тяги трактора в зависимости от скорости движения МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{P}_{кр}$, кН	$Д(P_{кр})$, кН^2	σ_P, кН	ν_p
0,507	5,161	0,2304	0,480	0,093
0,865	6,230	0,7073	0,841	0,135
1,410	8,716	2,1964	1,482	0,170
1,635	10,365	3,5979	1,897	0,183



а)



б)

1 – при $\overline{V}_p = 0{,}507 м/с$; 2 –при $\overline{V}_p = 0{,}865 м/с$; 3 – при $\overline{V}_p = 1{,}41 м/с$;

4 – при $\overline{V}_p = 1{,}635 м/с$

Рисунок 5.11 – Зависимости вероятностно-статистических оценок тягового усилия $P_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(P_{кр})$ параметра $P_{кр}$ (б)

Экспериментальные данные свидетельствуют, что повышение скоростного режима работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» приводит к увеличению среднего значения, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации тягового усилия $P_{кр}$ трактора. В диапазоне рабочих скоростей МТА от 0,507 до 1,635 м/с, среднее значение тягового усилия $P_{кр}$ трактора изменялось в пределах 5,161-10,365 кН.

С повышением скорости движения среднеквадратичное отклонение σ_P тягового усилия трактора увеличивалось от 0,480 до 1,897 кН, а также в данном диапазоне скоростей замечался рост коэффициента вариации ν_p от 9,3 до 18,3 %.

Вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот тягового усилия $P_{кр}$ варьировалась в пределах 0,45-0,83.

Согласно выражению (3.34), допустимое значение σ_P равно 2,34 кН (относительно номинального режима, соответствующего максимальному КПД трактора при $P_{кр.н} = 14кН$). Данные таблицы 5.11 показывают, что значения σ_P во всем диапазоне изменения скорости движения агрегата меньше допустимого, равного 2,34 см. Это означает, что по данному параметру $P_{кр}$, агрегат функционирует высококачественно.

Тяговая мощность трактора

Вероятностно-статистические оценки тяговой мощности $N_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз», выявленные при обработке опытных данных, представлены в таблице 5.12.

Таблица 5.12 – Вероятностно-статистические оценки тяговой мощности трактора в функции скорости движения МТА МТЗ-2.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{N}_{кр}$, кВт	$Д(N_{кр})$, кВт^2	$\sigma_{N_{кр}}$, кВт	$\nu_{N_{кр}}$
0,507	2,62	0,0347	0,186	0,071
0,865	5,39	0,2623	0,512	0,095
1,410	12,29	3,5359	1,880	0,153
1,635	16,95	7,4475	2,729	0,161

Повышение скоростного режима работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» также приведет к усилению среднего значения среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации тяговой мощности $N_{кр}$ трактора. В пределах рабочих скоростей от 0,507 до 1,635 м/с, среднее значение тяговой мощности $N_{кр}$ трактора изменялось в пределах 2,62-16,95 кВт.

Среднеквадратическое отклонение $\sigma_{N_{кр}}$ тяговой мощности трактора МТЗ-82.1 с повышением скорости МТА увеличивалось от 0,186 до 2,729 кВт, но оно было меньше допускаемого, равного 2,83 кВт. В данном диапазоне скоростей наблюдалось увеличение коэффициента вариации $\nu_{N_{кр}}$ от 7,1 до 16,1 % .

Вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот тяговой мощности трактора МТЗ-82.1 $N_{кр}$ варьировалась в пределах 0,38-0,71.

В связи с тем, что производительность почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» прямо пропорциональна тяговой мощности трактора, и процесс изменения их характера аналогичны, ниже представим зависимости вероятностно-статистических оценок производительности агрегата $W_ч$ за час сменного времени от скорости движения $\overline{V}_p$ исследуемого агрегата.

Производительность агрегата

Значения среднего значения $\overline{W}_ч$, дисперсии $Д(W_ч)$, среднеквадратического отклонения $\sigma_{W_ч}$ и коэффициента вариации $\nu_{W_ч}$ производительности агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» приведены в таблице 5.13. Зависимости вероятностно-статистических оценок производительности $W_ч$ за час сменного времени от скорости движения $\overline{V}_p$ почвообрабатывающе-посевного вышеназванного агрегата (а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(W_ч)$ параметра $W_ч$ (б) изображены на рисунке 5.12.

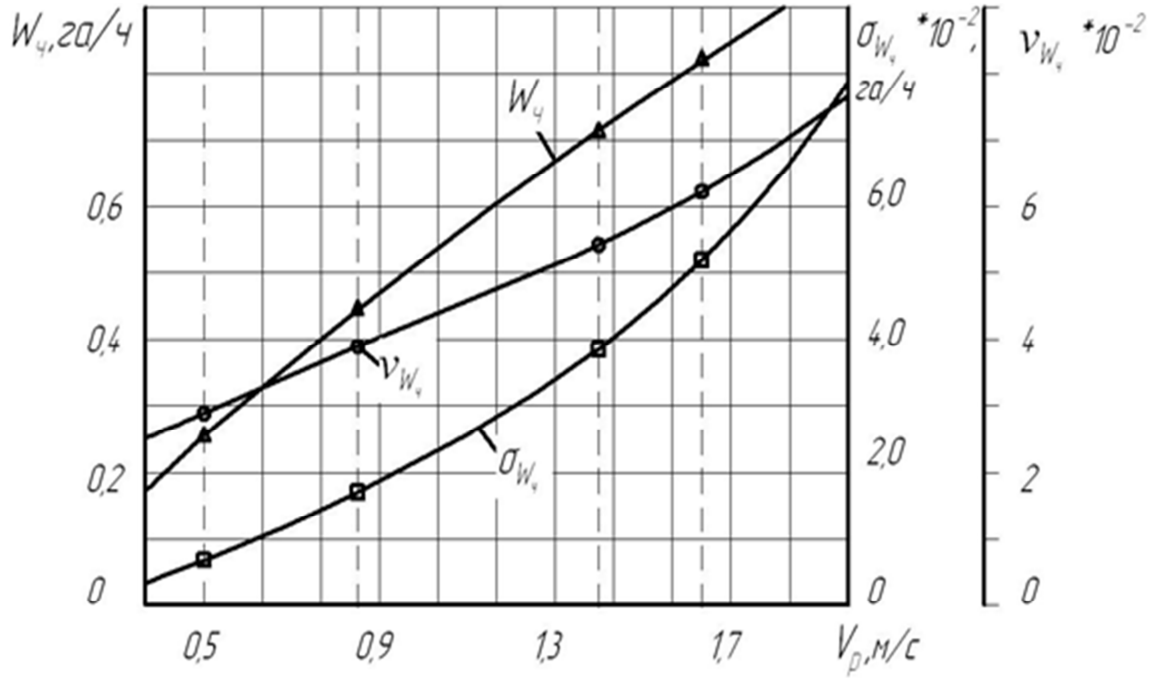
Таблица 5.13 – Вероятностно-статистические оценки производительности агрегата $W_ч$ за час сменного времени в функции от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{W}_ч$, га/ч	$Д(W_ч)$, (га/ч)^2	$\sigma_{W_ч}$, га/ч	$\nu_{W_ч}$
0,507	0,26	0,0001	0,0076	0,0293
0,865	0,44	0,0003	0,0173	0,0394
1,410	0,72	0,0015	0,0387	0,0540
1,635	0,83	0,0028	0,0529	0,0638

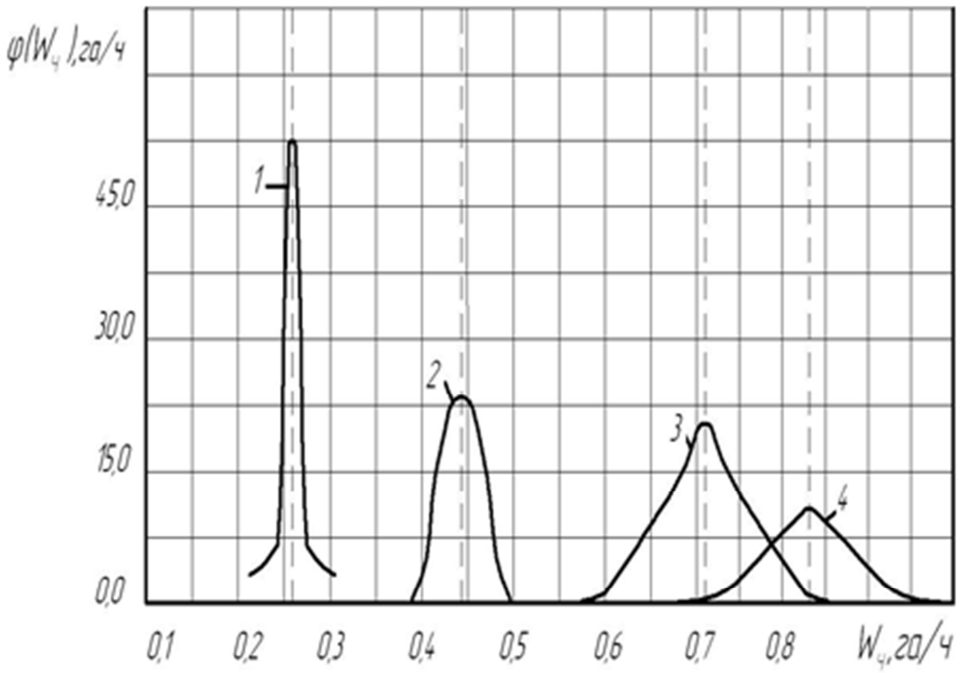
В пределах изменения рабочих скоростей почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» от 0,507 до 1,635 м/с, среднее значение производительности агрегата $\overline{W}_ч$ изменялось в пределах 0,26 – 0,83 га/ч. Не оставались постоянными и другие вероятностно-статистические оценки производительности МТА.

Среднеквадратическое отклонение $\sigma_{W_ч}$ производительности почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» с повышением скорости увеличивалось от 0,0076 до 0,0529 га/ч. В данном диапазоне скоростей движения МТА наблюдалось увеличение коэффициента вариации $\nu_{W_ч}$ от 2,93 до 6,38 %. При этом вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот производительности агрегата $h_{см}$ варьировалась в пределах 0,14-0,39.

При скорости движения $\overline{V}_p = 1{,}635 м/с$ граничное значение $\sigma_{W_ч}$ равно 0,14 га/ч (согласно выражению (3.34) и данных таблицы 5.13). Экспериментальные данные таблицы 5.13 свидетельствуют о том, что все значения среднеквадратического отклонения $\sigma_{W_ч}$ производительности комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» меньше 0,14 га/ч. Это означает, что агрегат по данному показателю, то есть производительности, функционирует качественно.



а)



б)

1 – при $\overline{V}_p = 0{,}507 м/с$; 2 –при $\overline{V}_p = 0{,}865 м/с$; 3 – при $\overline{V}_p = 1{,}41 м/с$;
4 – при $\overline{V}_p = 1{,}635 м/с$

Рисунок 5.12 – Зависимости вероятностно-статистических оценок производительности агрегата $W_ч$ за час сменного времени от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(W_ч)$ параметра $W_ч$ (б)

Удельный расход топлива на единицу выполненной работы

Значения удельного расхода топлива на единицу выполненной работы Q в зависимости от глубины обработки почвы $h_{см}$ и скорости движения $V_р$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» отражены в таблице 5.14.

На рисунке 5,13 изображены зависимости производительности $W_ч$, удельного расхода топлива $Q_{га}$ на единицу выполненной работы от скорости движения $V_р$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз.

Таблица 5.14 – Влияние глубины обработки почвы и скорости движения МТА на удельный расход топлива.

Скорость движения агрегата, м/с	Средняя глубина обработки, см	Удельный расход топлива на единицу выполненной работы, кг/га
0,507	19,50	22,05
0,865	19,75	15,40
1,410	17,33	12,06
1,635	17,00	10,61

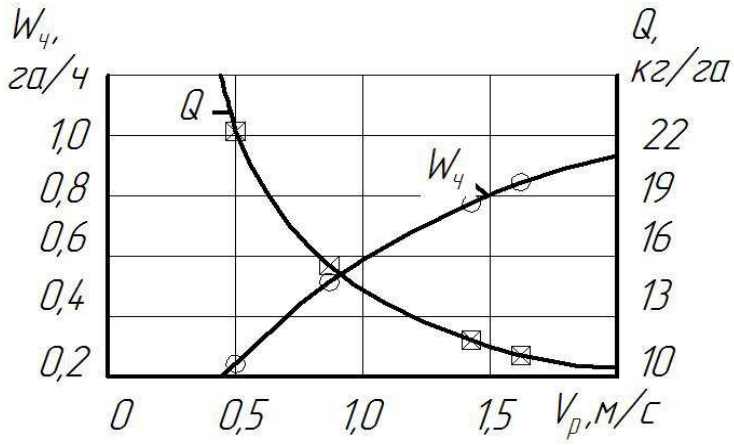


Рисунок 5.13 – Зависимости производительности $W_ч$ и удельного расхода топлива на единицу выполненной работы $Q_{га}$ от скорости $V_р$ движения МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что с повышением скоростного режима работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» от 0,507 до 1,635 м/с, значения погектарного рас-

хода топлива снижается с 22,05 до 10,61 кг/га. При этом наблюдается рост производительности почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз».

Прямые топливно-энергетические затраты

Зависимость среднего значения прямых топливно-энергетических затрат $E_П$ от скорости движения $V_р$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» представлена на рисунке 5.14.

Количественные характеристики прямых топливно-энергетических затрат при различных скоростных режимах работы МТА МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» приведены в таблице 5.15.

Таблица 5.15 – Показатели работы машинно-тракторного агрегата.

Скорость движения МТА, м/с (км/ч)	Средняя глубина обработки почвы, см	Средняя глубина посева семян, см	Прямые топливно-энергетические затраты, МДж/га
0,507 (1,82)	19,5	7,0	1162,03
0,865 (3,11)	19,75	6,80	811,58
1,410 (5,08)	17,33	6,65	635,56
1,635 (5,87)	17,00	6,17	559,15

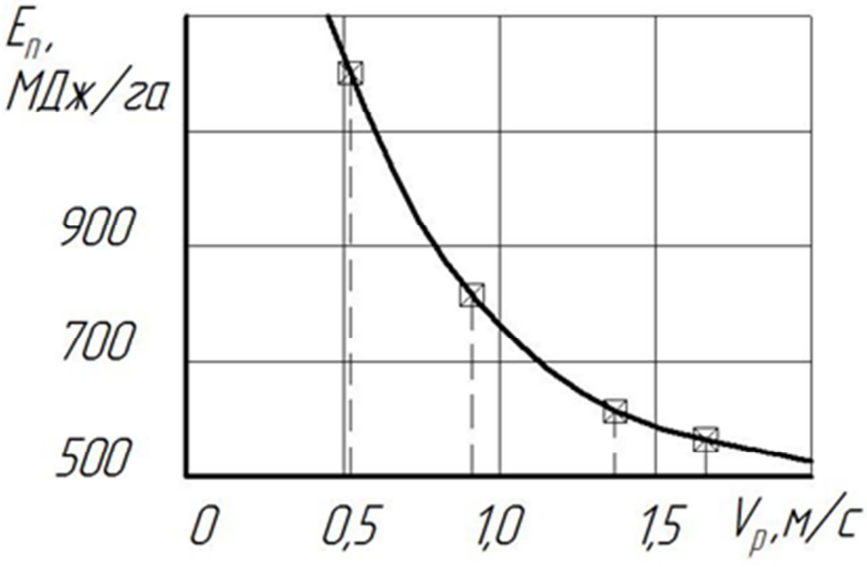


Рисунок 5.14 – Зависимость прямых топливно-энергетических затрат $E_П$ от скорости $\overline{V}_р$ движения МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз»

Экспериментальные данные, приведенные в таблице 5.15 показывают, что, в диапазоне скоростей движения почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» от 0,507 до 1,635 м/с, среднее значение прямых топливно-энергетических затрат на выполнение технологического процесса обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева зерновых культур снижается с 1162,03 до 559,15 МДж/га.

Энергоемкость технологического процесса

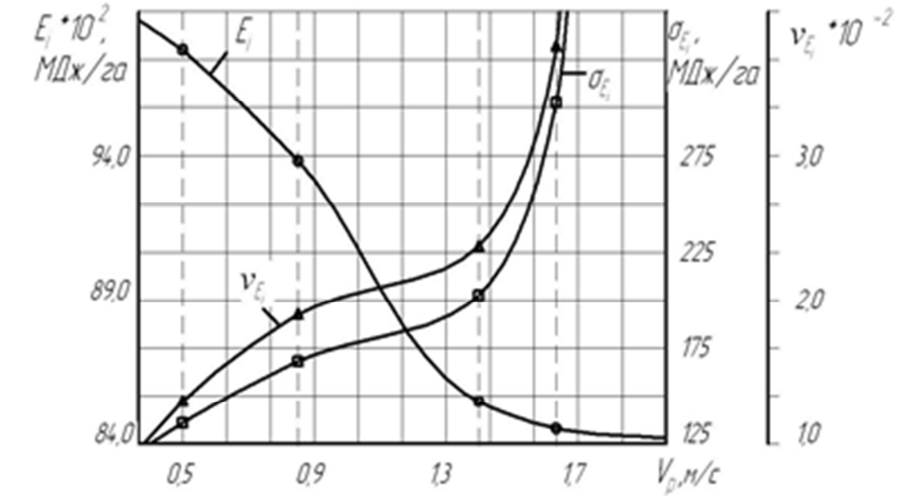
Вероятностные оценки энергоемкости технологического процесса одновременной обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева зерновых при работе почвообрабатывающе-посевной машины КМ-1,8 «Кишоварз» в агрегате с трактором МТЗ-82.1 приставлены в таблице 5.16.

Таблица 5.16. Вероятностные оценки энергоемкости технологического процесса E_i от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ- 82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

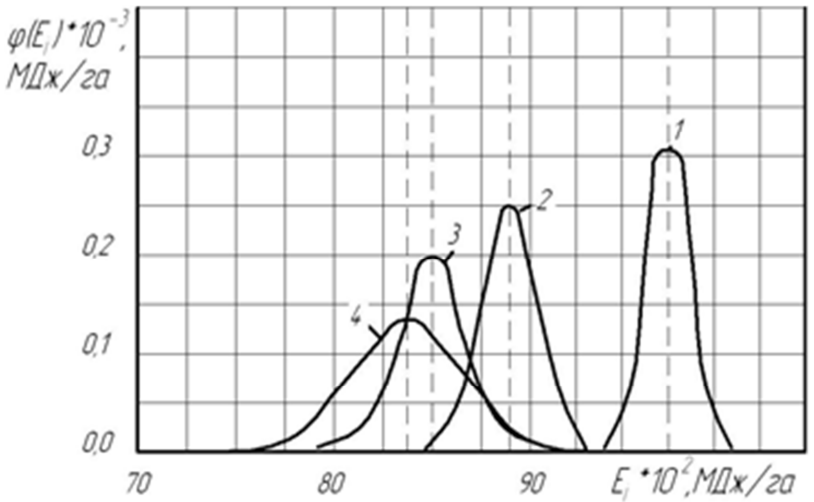
$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{E}_i$, МДж/га	$Д(E_i)$, (МДж/га)^2	σ_{E_i}, МДж/га	ν_{E_i}
0,507	9744,87	16048,58	126,683	0,013
0,865	8972,72	26085,16	161,509	0,018
1,410	8559,81	42203,54	205,435	0,024
1,635	8434,06	97381,44	312,060	0,037

Зависимости вероятностных оценок энергоемкости технологического процесса E_i от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» представлены на рисунке 5.15 а.

Зависимости плотности распределения вероятностей $\varphi(E_i)$ от энергоемкости технологического процесса E_i обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева зерновых представлены на рисунке 5.15 б.



а)



б) 1 – при $\overline{V}_p = 0{,}507 м/с$; 2 –при $\overline{V}_p = 0{,}865 м/с$; 3 – при $\overline{V}_p = 1{,}41 м/с$; 4 – при $\overline{V}_p = 1{,}635 м/с$

Рисунок 5.15. Зависимости вероятностных оценок энергоемкости технологического процесса E_i от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» (а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(E_i)$ от параметра E_i (б)

В пределах изменения рабочих скоростей МТА от 0,507 до 1,635 м/с, среднее значение энергоемкости технологического процесса $\overline{E}_i$ изменялось в пределах 8434,06-9744,87 МДж/га.

Среднеквадратическое отклонение σ_{E_i} энергоемкости технологического процесса с повышением скорости увеличивалось от 126,683 до 312,060 МДж/га, но оставалось меньше допускаемого значения, равного 1627 МДж/га. В данном диапазоне скоростей движения агрегата наблюдалось увеличение коэффициента вариации ν_{E_i} энергоемкости процесса от 1,3 до 3,7 %.

При этом вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот энергоемкости технологического процесса варьировалась в пределах 0,11-0,32.

Эмпирические зависимости для определения эксплуатационных показателей МТА МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз»

С помощью интерполяционной формулы Лагранжа [147] на основе полученных экспериментальных данных (таблицы 5.8-5.16) были выведены эмпирические зависимости глубины $h_{см}$ обработки почвы, глубины $h_c^{П}$ посева семян, степени рыхления K_o (крошения) почвы, производительности $W_ч$, удельного погектарного расхода топлива Q, прямых топливно-энергетических затрат $E_П$ и энергоемкости технологического процесса E_i от скорости движения V_p агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» (таблицы 5.17-5.20).

В производственных условиях эмпирические зависимости позволяют определить вероятностно-статистические характеристики агротехнических, энергетических и технико-экономических показателей почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» в пределах ограничений, наложенных условиями проведения экспериментальных исследований.

Таблица 5.17 – Зависимости для определения влияния скорости агрегата на оценки по глубине обработки и сева.

Показатель	Вероятностные оценки параметра	Расчетная формула
Глубина обработки почвы, $h_{см}$	$\bar{h}_{см}$, см	$0{,}8302\bar{V}_p^2 - 3{,}994\bar{V}_p + 21{,}3118$
	$\sigma_{h_{см}}$, см	$2{,}417\bar{V}_p^2 - 4{,}163\bar{V}_p + 2{,}522$
	$\nu_{h_{см}}$	$0{,}143\bar{V}_p^2 - 0{,}240\bar{V}_p + 0{,}138$
Глубина посева семян, $h_c^{П}$	$\bar{h}_c^{П}$, см	$-1{,}5476\bar{V}_p^2 + 2{,}5792\bar{V}_p + 6{,}0901$
	$\sigma_{h_c^{П}}$, см	$0{,}040\bar{V}_p^2 + 0{,}092\bar{V}_p + 0{,}230$
	$\nu_{h_c^{П}}$	$0{,}027\bar{V}_p^2 - 0{,}024\bar{V}_p + 0{,}046$

Таблица 5.18 – Зависимости для определения влияния скорости агрегата на оценки его тягового усилия и мощности.

Показатель	Вероятностные оценки параметра	Расчетная формула
Тяговое усилие $P_{кр}$ трактора	$\overline{P}_{кр}$, кН	$3{,}5940\overline{V}_p^2 - 3{,}6150\overline{V}_p + 6{,}6678$
	σ_P, кН	$0{,}8679\overline{V}_p^2 - 0{,}7984\overline{V}_p + 0{,}8822$
	ν_p	$-0{,}0084\overline{V}_p^2 + 0{,}0832\overline{V}_p + 0{,}0692$
Тяговая мощность $N_{кр}$ трактора	$\overline{N}_{кр}$, кВт	$10{,}4553\overline{V}_p^2 - 11{,}1252\overline{V}_p + 7{,}1904$
	$\sigma_{N_{кр}}$, кВт	$1{,}6406\overline{V}_p^2 - 1{,}2222\overline{V}_p + 0{,}3417$
	$\nu_{N_{кр}}$	$-0{,}0920\overline{V}_p^2 + 0{,}3158\overline{V}_p - 0{,}1093$

Полученные экспериментальные данные подтверждают достоверность установленных закономерностей изменения агротехнических параметров и показателей оценки эффективности технологического процесса обработки почвы с одновременным внесением удобрений и посева сельскохозяйственных культур в различных скоростных режимах работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз».

Результаты проведенных экспериментальных исследований в конкретных условиях функционирования агрегатов и полученные закономерности являются существенным дополнением к анализу функционирования МТА, и в дальнейшем использованы при обосновании рациональных (оптимальных) скоростных и нагрузочных режимов работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» и энергоемкости технологического процесса обработки почвы с одновременным внесением минеральных удобрений и посева семян зерновых культур.

Таблица 5.19 – Зависимости, показывающие влияние скорости движения агрегата на вероятностные оценки его работы.

Показатель	Вероятностные оценки параметра	Расчетная формула
Производительность МТА, $W_ч$	$\overline{W}_ч$, га/ч	$0{,}0182\overline{V}_p^2 + 0{,}5443\overline{V}_p + 0{,}0113$
	$\sigma_{W_ч}$, га/ч	$0{,}0254\overline{V}_p^2 - 0{,}0143\overline{V}_p + 0{,}0083$
	$\nu_{W_ч}$	$0{,}0144\overline{V}_p^2 - 0{,}0002\overline{V}_p + 0{,}0257$
Энергоемкости технологического процесса, E_i	$\overline{E}_i$, МДж/га	$667{,}970\overline{V}_p^2 - 2592{,}8570\overline{V}_p + 10887{,}7475$
	σ_{E_i}, МДж/га	$342{,}7990\overline{V}_p^2 - 569{,}9340\overline{V}_p + 327{,}5230$
	ν_{E_i}	$0{,}0404\overline{V}_p^2 - 0{,}0653\overline{V}_p + 0{,}0357$
Степень рыхления почвы, K_o	K_o, %	$-72{,}356\overline{V}_p^2 + 175{,}437\overline{V}_p - 15{,}914$

Таблица 5.20 – Эмпирические зависимости удельного расхода топлива Q на единицу выполненной работы, энергоемкости технологического процесса E_i и прямых топливно-энергетических затрат $E_П$ от скорости движения и производительности комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

Показатель	Расчетная формула
Удельный расход топлива на единицу выполненной работы Q, кг/га	$10{,}95269\overline{V}_p^2 - 33{,}60252\overline{V}_p + 36{,}27110$
Энергоемкость технологического процесса E_i, МДж/га	$6119{,}660\overline{W}_ч^2 - 8573{,}484\overline{W}_ч + 11560{,}287$
Прямые топливно-энергетические затраты $E_П$, МДж/га	$-169{,}2141\overline{W}_ч^2 - 432{,}3545\overline{W}_ч + 1034{,}5758$

Выявленные эмпирические зависимости (таблицы 5.17 и 5.20) выражают собой закономерности изменения агротехнических и эксплуатационных показателей работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» и справедливы в диапазоне рабочих скоростей $\overline{V}_p = 0{,}5 - 1{,}7 м/с$.

5.7.2. Закономерности изменения эксплуатационных параметров почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

В результате обработки экспериментальных данных были найдены вероятностно-статистические оценки глубины обработки почвы $h_{см}$, степени рыхления почвы K_o, глубины $h_c^{П}$ посева семян, тягового усилия $P_{кр}$ и тяговой мощности $N_{кр}$ трактора, удельного расхода топлива на единицу выполненной работы Q, прямых топливно-энергетических затрат $E_{П}$, энергоемкости технологического процесса E_i в зависимости от скорости МТА МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз».

Количественные характеристики вероятностно-статистических оценок глубины обработки почвы $h_{см}$ от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»представлены в таблице 5.21.

Таблица 5.21 – Вероятностно-статистические оценки зависимости глубины обработки почвы $h_{см}$ от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с (км/ч)	$\overline{h}_{см}$,см	$Д(h_{см})$, см^2	$\sigma_{h_{см}}$, см	$\nu_{h_{см}}$
0,90 (3,24)	20,1	0,712	0,844	0,042
1,52 (5,47)	19,86	1,024	1,012	0,051
1,97 (7,10)	19,28	1,250	1,118	0,058

В пределах колебания рабочих скоростей МТА от 0,90 до 1,97 м/с, среднее значение глубины обработки почвы $\overline{h}_{см}$ изменялось в диапазоне 19,28-20,10 см. Среднеквадратическое отклонение σ_h глубины обработки с увеличением скорости МТА от 0,90 до 1,97 м/с возрастало с 0,844 до 1,118 см.

С помощью выражения (3.34) определено граничное значение σ_h для оценки качественного функционирования комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз», которое равно

$\sigma_h = 3{,}34см$. Экспериментальные данные (таблица 5.21) показывают, что фактические значения σ_h меньше допустимого $\sigma_h = 3{,}34см$. Это свидетельствует о том, что комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» по данному параметру функционирует качественно.

В указанном диапазоне скоростей от 0,90 до 1,97 м/с наблюдалось увеличение коэффициента вариации $\nu_{h_{см}}$ от 4,2 до 5,8 %. Вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот глубины обработки $h_{см}$ варьировалась в пределах 0,38-0,84. Значения вероятности $P(\chi^2)$ свидетельствует о соответствии колебания глубины обработки почвы нормальному закону (или закону Гаусса).

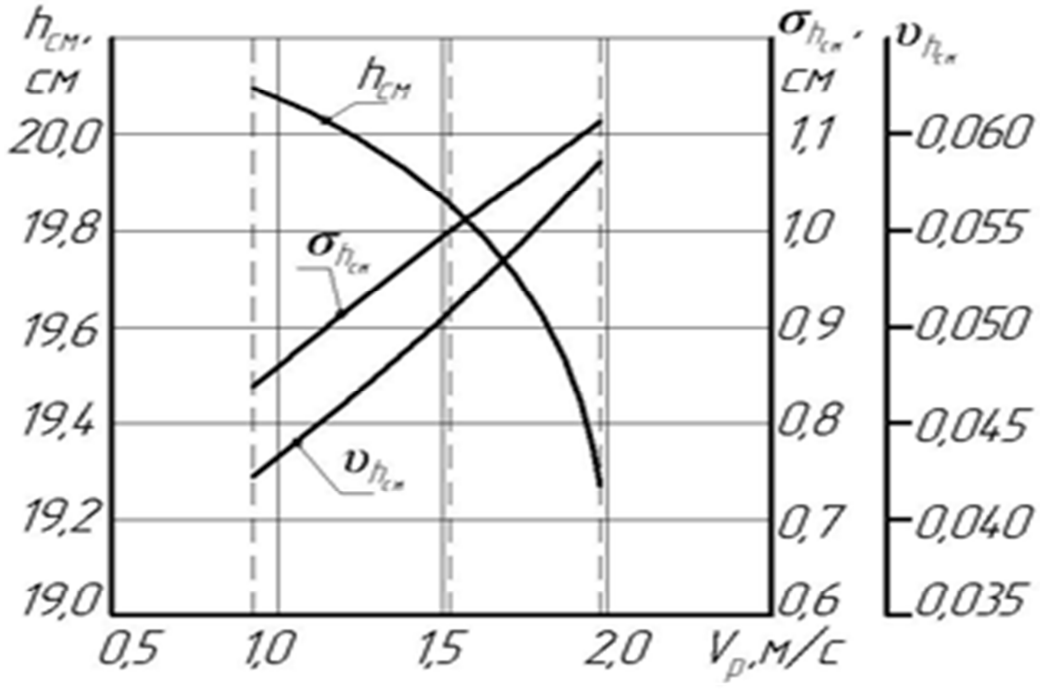
Графические зависимости вероятностных оценок глубины обработки почвы $h_{см}$ от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» и плотности распределения вероятностей $\varphi(h_{см})$ параметра $h_{см}$ показаны на рисунке 5.16.

Значения степени рыхления почвы при изменении скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ- 2,4 «Кишоварз» приведены в таблице 5.22.

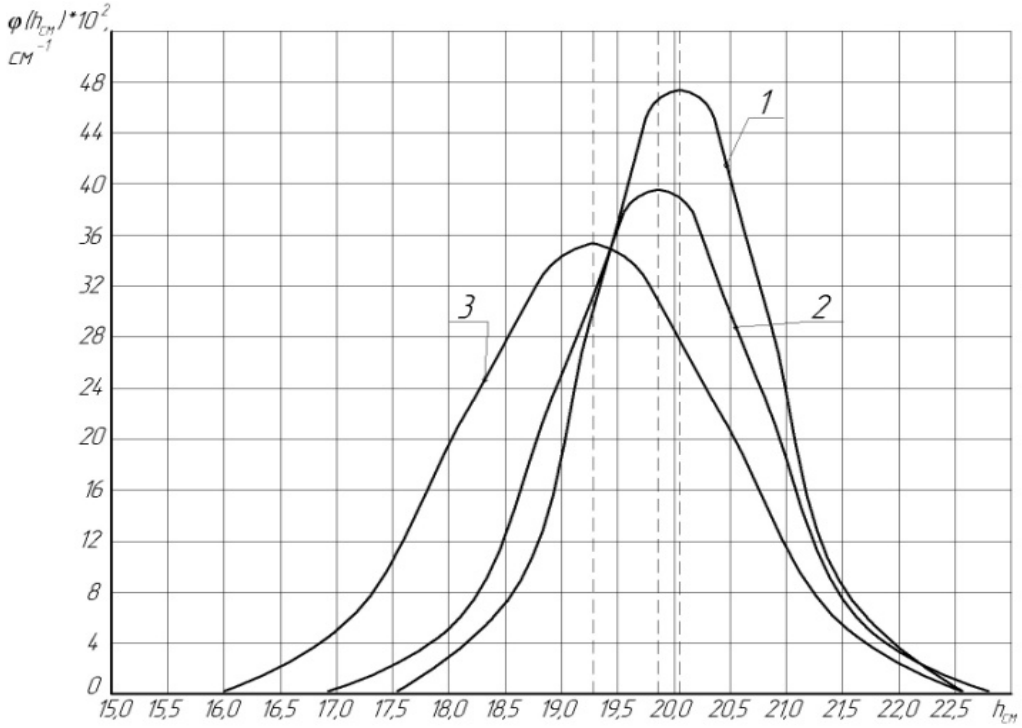
Таблица 5.22 –Значения степени рыхления почвы от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

Рабочая скорость $\overline{V}_p$, м/с	Степень рыхления почвы K_o, %
0,90	77,6
1,52	88,4
1,97	85,7

С увеличением скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» от 0,90 до 1,97 м/с степень рыхления почвы изменялась в пределах 77,6-88,4 %.



а)



б)

1– при $\overline{V}_p = 0{,}90 м/с$; 2– при $\overline{V}_p = 1{,}52 м/с$; 3– при $\overline{V}_p = 1{,}97 м/с$

Рисунок 5.16 –Влияние скорости движения $\overline{V}_p$ МТА на глубину обработки почвы

Максимальная степень рыхления почвы (88,4%) соответствует скорости движения МТА $\overline{V}_p = 1{,}52$ м/с.

Зависимость степени крошения почвы от скорости движения агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»представлена на рисунке 5.17.

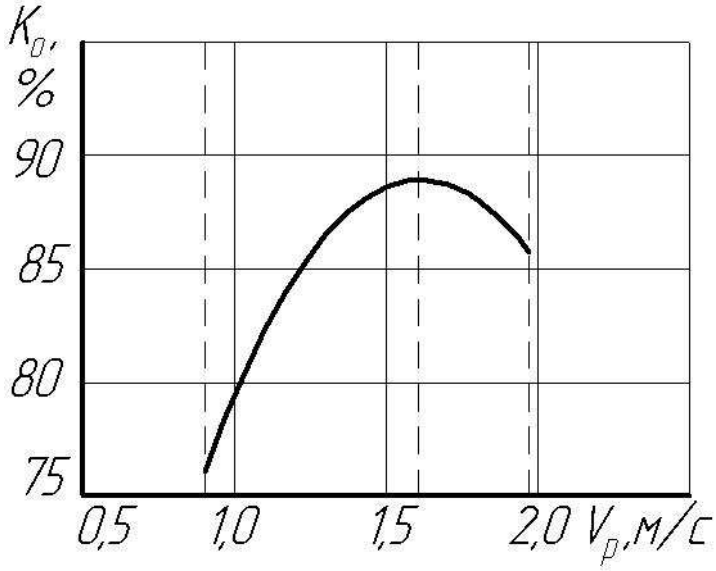


Рисунок 5.17 – Зависимость степени рыхления почвы от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

Количественные характеристики вероятностно-статистических оценок глубины $h_c^{П}$ посева семян хлопчатника от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» приведены в таблице 5.23.

Таблица 5.23 – Вероятностно-статистические оценки глубины $h_c^{П}$ посева семян хлопчатника от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{h}_c^{П}$,см	$Д(h_c^{П})$, см^2	$\sigma_{h_c^{П}}$, см	$\nu_{h_c^{П}}$
0,90	7,53	0,160	0,400	0,053
1,52	7,21	0,200	0,447	0,062
1,97	6,84	0,216	0,465	0,068

Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что при повышении скоростного режима работы МТАМТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» среднее значение глубины посева семян уменьшается, а ее среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации увеличиваются.

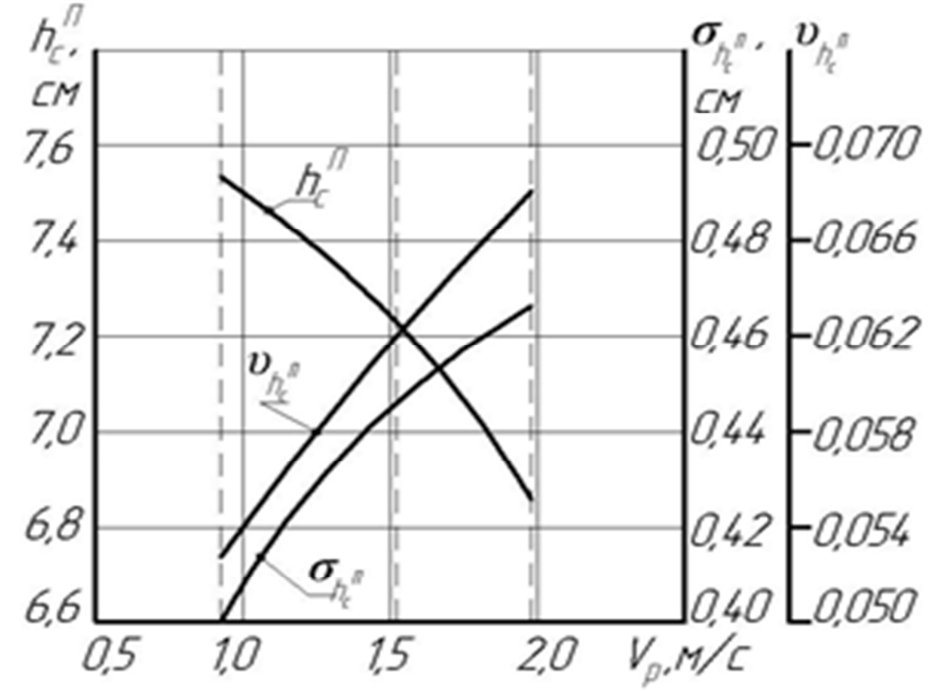
При возрастании скорости движения агрегата от 0,90 до 1,97 м/с, среднее значение глубины посева семян $\overline{h}_c^{П}$ изменялось в пределах 6,84-7,53 см. При этом среднеквадратическое отклонение $\sigma_{h_c^{П}}$ глубины посева семян с повышением скорости увеличивалось от 0,40 до 0,465 см. В данном диапазоне скоростей движения наблюдалось увеличение меры рассеяния $\nu_{h_c^{П}}$ глубины посева семян от 5,3 до 6,8 %. Вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот глубины посева семян $h_c^{П}$ колеблется в пределах 0,42-0,77.

С использованием формулы (3.34) определено граничное значение $\sigma_{h_c^{П}}$ для оценки качественного функционирования комбинированного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз», которое равно $\sigma_{h_c^{П}} = 0{,}17см$. Экспериментальные данные (таблица 5.23) показывают, что фактические значения $\sigma_{h_c^{П}}$ больше допустимого $\sigma_{h_c^{П}} = 0{,}17см$. Это свидетельствует о некачественном функционировании комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» по данному параметру.

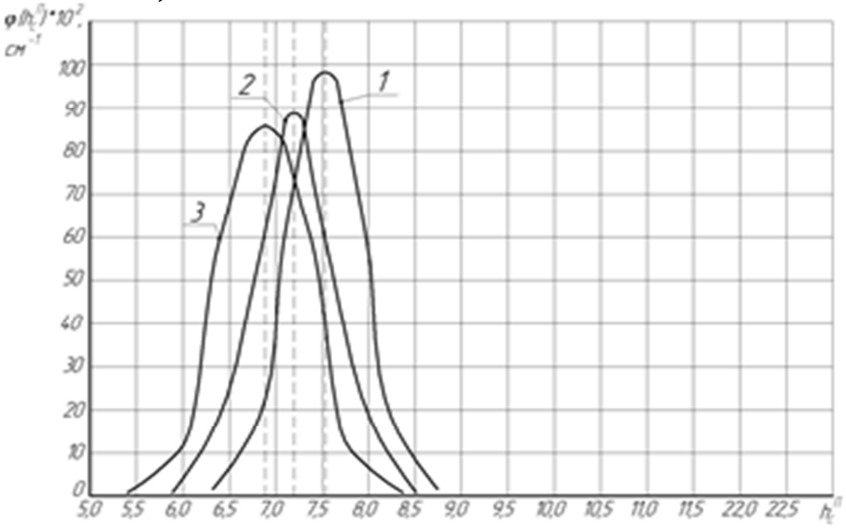
Графическая зависимость вероятностно-статистических оценок глубины $h_c^{П}$ посева семян хлопчатника от рабочей скорости $\overline{V}_p$ вышеназванного агрегата и плотности распределения вероятностей $\varphi(h_c^{П})$ параметра $h_c^{П}$ показаны на рисунке 5.18.

Численные значения вероятностно-статистических оценок тягового усилия $P_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» приведены в таблице 5.24. Повышение скоростного режима работы МТА МТЗ-

82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» способствует увеличению среднего значения, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации тягового усилия $P_{кр}$ трактора МТЗ-82.1.



а)



б)

1– при $\overline{V}_p = 0{,}90 м/с$; 2– при $\overline{V}_p = 1{,}52 м/с$; 3– при $\overline{V}_p = 1{,}97 м/с$

Рисунок 5.18 –Зависимости вероятностных оценок глубины $h_c^{П}$ посева семян хлопчатника от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»(а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(h_c^{П})$ параметра $h_c^{П}$ (б)

Таблица 5.24 – Вероятностно-статистические оценки тягового усилия $P_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{P}_{кр}$, кН	$Д(P_{кр})$, кН^2	σ_P, кН	ν_p
0,90	8,610	0,5227	0,723	0,084
1,52	10,232	1,5585	1,248	0,122
1,97	13,564	5,1302	2,265	0,167

В пределах изменения скоростей движения МТА от 0,90 до 1,97 м/с, среднее значение тягового усилия $P_{кр}$ трактора варьировалась в пределах 8,610-13,564 кН. При этом среднеквадратическое отклонение σ_P тягового усилия трактора с повышением скорости увеличивалось от 0,723 до 2,265 кН. В указанном диапазоне скоростей движения МТА наблюдается увеличение коэффициента вариации ν_p от 8,4 до 16,7 %.

Вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот тягового усилия $P_{кр}$ изменялась в пределах 0,38-0,84.

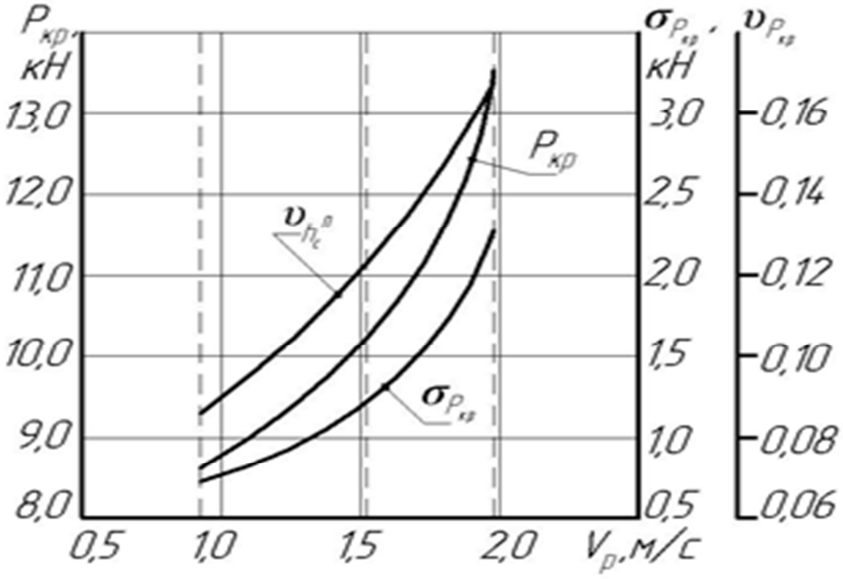
Зависимости вероятностно-статистических оценок параметра $P_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» и плотности распределения вероятностей $\varphi(P_{кр})$ параметра $P_{кр}$ показаны на рисунке 5.19.

С помощью выражения (3.34) определено граничное значение σ_P для оценки качественного функционирования комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз», которое равно $\sigma_P = 2{,}34кН$. Экспериментальные данные (таблица 5.24) показывают, что фактические значения σ_P меньше допустимого $\sigma_P = 2{,}34кН$. Это свидетельствует о высококачественном функционировании комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» по данному параметру.

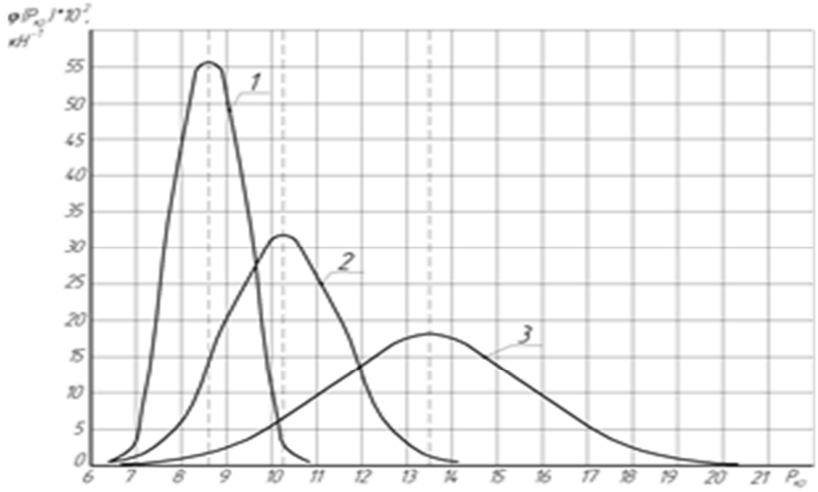
Численные значения вероятностно-статистических оценок тяговой мощности $N_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почво-

обрабатывающе-посевного агрегатаМТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» приведены в таблице 5.25.

Повышение скорости движения агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» также приводит к увеличению среднего значения, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации тяговой мощности $N_{кр}$ трактора МТЗ-82.1.



а)



б)

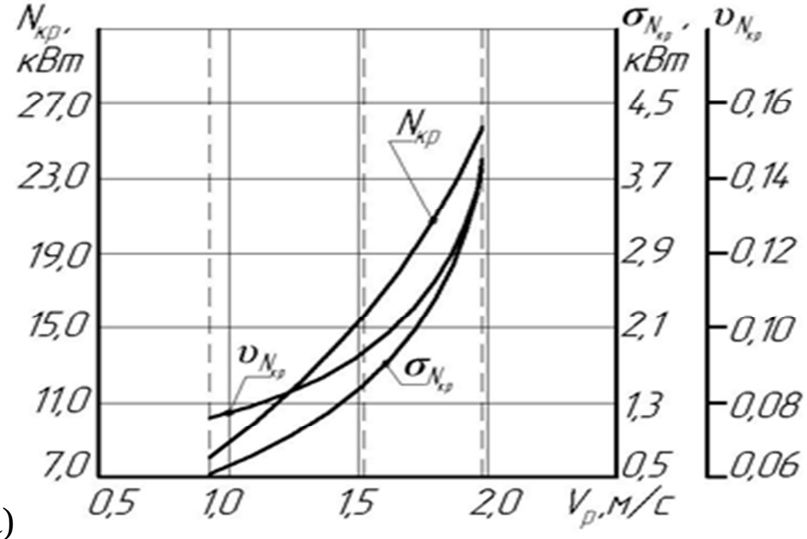
1– при $\overline{V}_p = 0{,}90 м/с$; 2– при $\overline{V}_p = 1{,}52 м/с$; 3– при $\overline{V}_p = 1{,}97 м/с$

Рисунок 5.19 –Зависимости вероятностно-статистических оценок тягового усилия $P_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»(а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(P_{кр})$ параметра $P_{кр}$ (б)

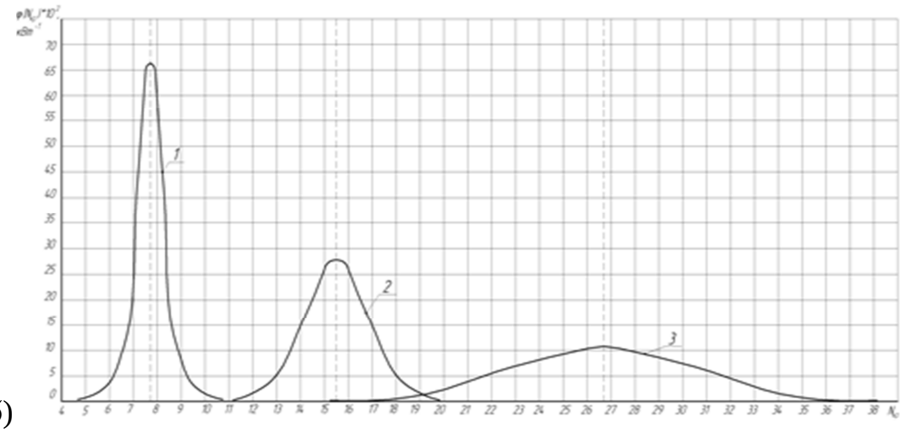
Таблица 5.25 – Вероятностно-статистические оценки тяговой мощности $N_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{N}_{кр}$, кВт	$Д(N_{кр})$, кВт^2	$\sigma_{N_{кр}}$, кВт	$\nu_{N_{кр}}$
0,90	7,749	0,3564	0,597	0,077
1,52	15,553	2,091	1,446	0,093
1,97	26,721	14,394	3,794	0,142

На рисунке 5.20 влияние скорости движения комбинированный почвообрабатывающе-посевного агрегата и плотности распределения на вероятностные оценки тяговой мощности.



а)



б)

1– при $\overline{V}_p = 0{,}90 м/с$; 2– при $\overline{V}_p = 1{,}52 м/с$; 3– при $\overline{V}_p = 1{,}97 м/с$

Рисунок 5.20 –Зависимости вероятностных оценок тяговой мощности $N_{кр}$ трактора от скорости движения $\overline{V}_p$ МТА МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»(а) и плотности распределения вероятностей $\varphi(N_{кр})$ параметра $N_{кр}$ (б)

В пределах изменения скорости движения МТА от 0,90 до 1,97 м/с, среднее значение тяговой мощности $\overline{N}_{кр}$ трактора варьировалось в пределах 7,749-26,721 кВт. При этом среднеквадратическое отклонение $\sigma_{N_{кр}}$ тяговой мощности трактора с повышением скорости МТА увеличилось от 0,597 до 3,794 кВт, что меньше граничного значения. В данном диапазоне рабочих скоростей наблюдается увеличение коэффициента вариации $\nu_{N_{кр}}$ от 7,7 до 14,2 %.

Вероятность $P(\chi^2)$ согласия эмпирических и теоретических частот параметра $N_{кр}$ варьировалась в пределах 0,33-0,65.

Численные значения удельного расхода топлива на единицу выполненной работы Q в зависимости от глубины обработки почвы и скорости движения комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» приведены в таблице 5.26.

Таблица 5.26– Значения удельного погектарного расхода топлива Q в зависимости от глубины обработки почвы и рабочей скорости движения комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

Скорость движения МТА, м/с	Средняя глубина обработки, см	Удельный расход топлива на единицу выполненной работы, кг/га
0,90	20,1	16,84
1,52	19,86	9,95
1,97	19,28	7,67

Полученные экспериментальные данные, приведенные в таблице 5.26 свидетельствуют о том, что с повышением рабочей скорости движения комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» от 0,90 до 1,97 м/с, значение удельного погектарного расхода топлива снижается с 16,84 до 7,67 кг/га, то есть на 54,4 %.

Графические зависимость погектарного расхода топлива Q от скорости

движения $V_р$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 представлена на рисунке 5.21.

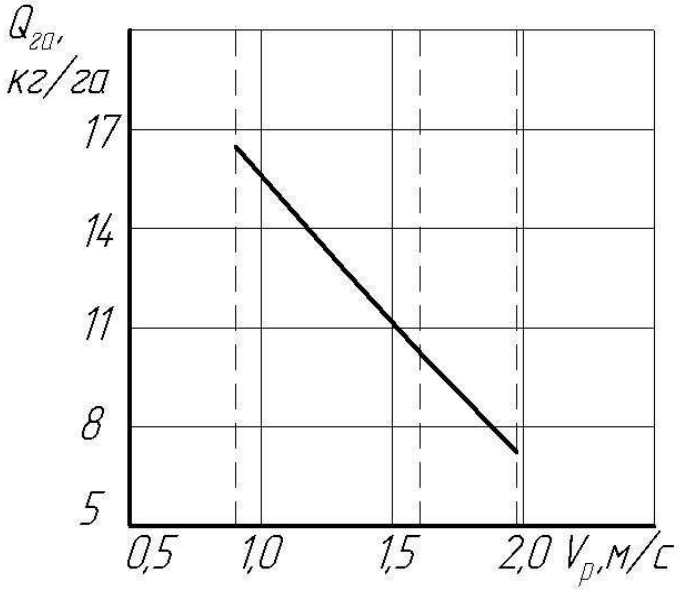


Рисунок 5.21 – Зависимость погектарного расхода топлива Q от скорости движения $V_р$ комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4

В процессе проведения экспериментов были определены значения средней глубины обработки почвы, посева семян хлопчатника и прямые топливно-энергетические затраты при различных рабочих скоростях комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз» (таблица 5.27).

Таблица 5.27 – Агротехнические, эксплуатационные и энергетические показатели комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз

Скорость движения МТА, м/с (км/ч)	Средняя глубина обработки почвы, см	Средняя глубина посева семян, см	Прямые топливно-энергетические затраты, МДж/га
0,90	20,1	7,53	887,47
1,52	19,86	7,21	524,36
1,97	19,28	6,84	401,9

Данные эксперимента, представленные в таблице 5.27 наглядно отображают тот факт, что в рабочем диапазоне скоростей предлагаемого агрегата (0,9 – 1,97 м/с) прямые топливно-энергетические затраты снижаются более чем на 54%, что соответствует уменьшению с 887,5 до 401,9 МДЖ/га.

На рисунке 5.22 представлено влияние скорости движения агрегата на его топливные и энергетические затраты.

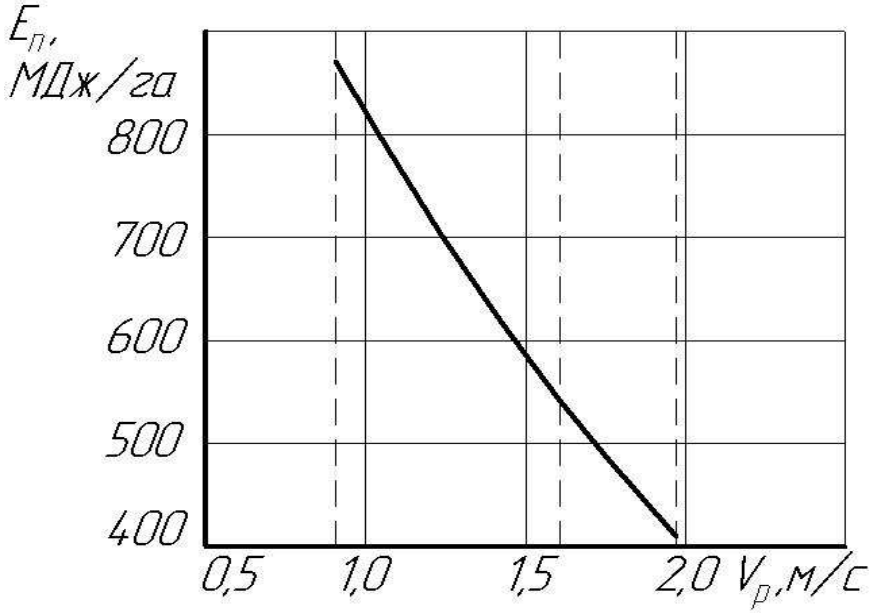


Рисунок 5.22 – Влияние скорости агрегата на его экономичность.

В таблице 5.28 представлены эмпирические данные, иллюстрирующие влияние скорости движения МТА на статистически-вероятностные оценки энергоемкости процесса его работы.

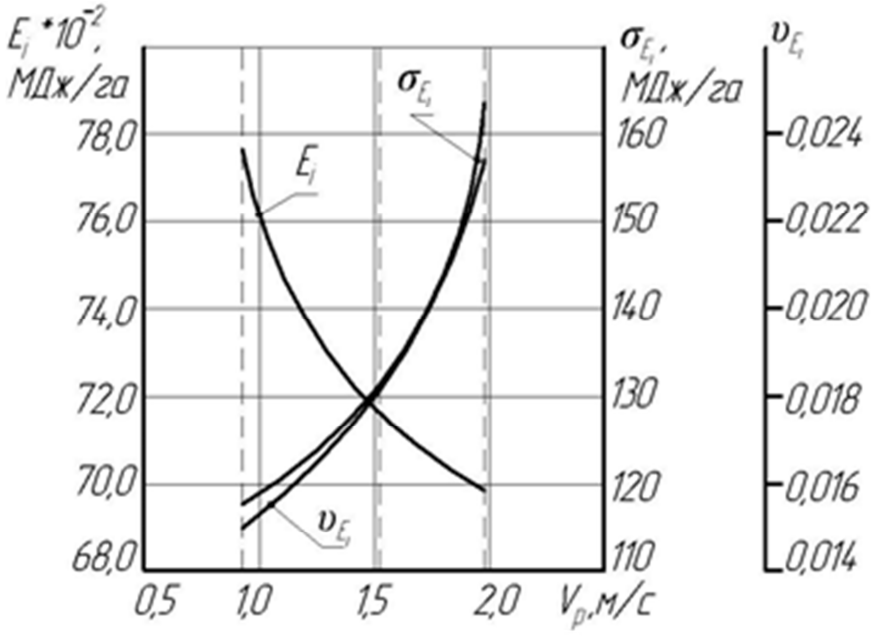
В рабочем диапазоне скоростей (0,9 – 1,9 м/с) значение энергоемкости изменялось от 6983,6 до 7772,1 МДж/га.

В процессе повышения скорости наблюдался рост среднеквадратического отклонения в диапазоне от 118,1 до 164,1 МДж/га. Одновременно с этим происходил рост коэффициента вариации энергоемкости работы МТА от 1,5 до 2,3%.

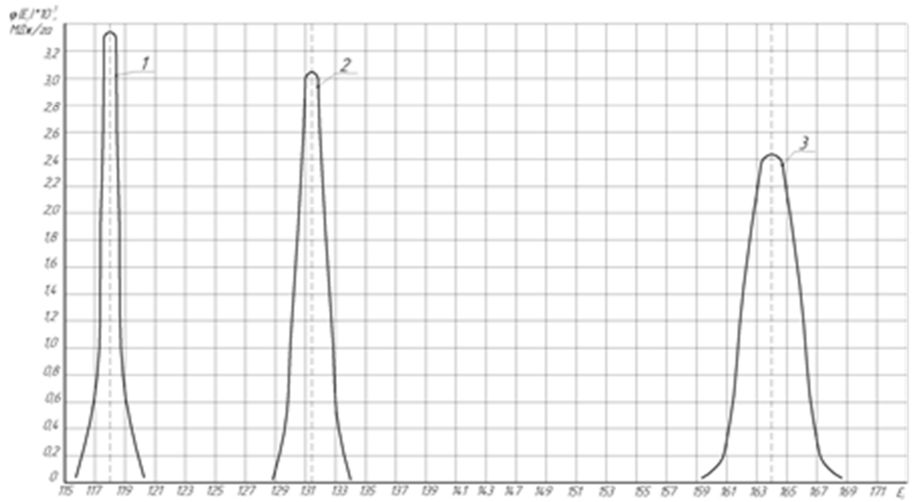
Варьирование вероятности согласия экспериментальных и теоретических частот глубины обработки происходило в пределах от 0,13 до 0,29.

Таблица 5.28 – Оценка энергоемкости технологических процессов на различных скоростях движения агрегата

$\overline{V}_p$, м/с	$\overline{E}_i$, МДж/га	$Д(E_i)$, $(МДж/га)^2$	σ_{E_i}, МДж/га	ν_{E_i}
0,90	7772,067	13955,878	118,135	0,0152
1,52	7181,017	17269,376	131,413	0,0183
1,97	6983,643	26934,062	164,116	0,0235



а)



б) 1 – при $\overline{V}_p = 0{,}90 м/с$; 2 – при $\overline{V}_p = 1{,}52 м/с$; 3 – при $\overline{V}_p = 1{,}97 м/с$

Рисунок 5.23 –Характер влияния скорости МТА и плотности распределения вероятностей по параметру E_i на вероятностные оценки энергоемкости работы МТА.

На рисунке 5.23 представлены кривые, показывающие характер влияния скорости МТА и плотности распределения вероятностей по параметру E_i на вероятностные оценки энергоемкости работы МТА.

На основе теории Лагранжа и с учетом его интерполяционной формулы, исходя из экспериментальны данных, были найдены теоретические зависимости, позволяющие оценить влияние скорости движения МТА на агротехнические и эксплуатационные показатели его работы.

В таблице 5.29 представлены результаты экспериментального определения зависимости глубины обработки почвы и сева семян хлопчатника от скорости движения комбинированного агрегата.

Эмпирические зависимости вероятностно-статистических оценок тягового усилия $P_{кр}$ и тяговой мощности $N_{кр}$ от скорости движения V_p комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз» приведены в таблице 5.30.

Таблица 5.29 – Результаты экспериментального определения зависимости глубины обработки почвы и сева семян хлопчатника от скорости движения комбинированного агрегата

Показатель	Вероятностные оценки параметра	Расчетная формула
Глубина обработки почвы, $h_{см}$	$\bar{h}_{см}$, см	$-0{,}8428\bar{V}_p^2+1{,}6525\bar{V}_p+19{,}2954$
	$\sigma_{h_{см}}$, см	$-0{,}0331\bar{V}_p^2+0{,}3511\bar{V}_p+0{,}5549$
	$\nu_{h_{см}}$	$0{,}00097\bar{V}_p^2+0{,}01216\bar{V}_p+0{,}03026$
Глубина посева семян, h_c^{Π}	$\bar{h}_c^{\Pi}$, см	$-0{,}2861\bar{V}_p^2+0{,}1762\bar{V}_p+7{,}6032$
	$\sigma_{h_c^{\Pi}}$, см	$-0{,}0335\bar{V}_p^2+0{,}1568\bar{V}_p+0{,}2860$
	$\nu_{h_c^{\Pi}}$	$0{,}00097\bar{V}_p^2+0{,}01216\bar{V}_p+0{,}03026$

Таблица 5.30 – Результаты экспериментальных исследований тяговой мощности и тягового усилия комбинированного агрегата на различных скоростях.

Показатель	Вероятностные оценки параметра	Расчетная формула
Тяговое усилие $P_{кр}$ трактора	$\overline{P}_{кр}$, кН	$4{,}4751\overline{V}_p^2 - 8{,}2135\overline{V}_p + 12{,}3774$
	σ_P, кН	$1{,}3208\overline{V}_p^2 - 2{,}3495\overline{V}_p + 1{,}7677$
	ν_p	$0{,}0362\overline{V}_p^2 - 0{,}0263\overline{V}_p + 0{,}0783$
Тяговая мощность $N_{кр}$ трактора	$\overline{N}_{кр}$, кВт	$11{,}4305\overline{V}_p^2 - 15{,}0748\overline{V}_p + 12{,}0576$
	$\sigma_{N_{кр}}$, кВт	$3{,}5966\overline{V}_p^2 - 7{,}3355\overline{V}_p + 4{,}2848$
	$\nu_{N_{кр}}$	$0{,}0776\overline{V}_p^2 - 0{,}1621\overline{V}_p + 0{,}1600$

В таблице 5.31 приведены эмпирические зависимости удельного расхода топлива Q на единицу выполненной работы, энергоемкости технологического процесса E_i и прямых топливно-энергетических затрат $E_П$ от скорости движения и производительности комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз».

Таблица 5.31 – Экспериментальные зависимости эксплуатационных параметров МТА от производительности и скорости движения.

Показатель	Расчетная формула
Удельный расход топлива на единицу выполненной работы Q, кг/га	$5{,}6507\overline{V}_p^2 - 24{,}7876\overline{V}_p + 34{,}5718$
Энергоемкость технологического процесса E_i, МДж/га	$481{,}0258\overline{V}_p^2 - 2117{,}3888\overline{V}_p + 9288{,}0860$
Прямые топливно-энергетические затраты $E_П$, МДж/га	$293{,}0167\overline{V}_p^2 - 1294{,}7619\overline{V}_p + 1815{,}4121$
Степень рыхления почвы, K_o	$-21{,}8872\overline{V}_p^2 + 70{,}3865\overline{V}_p + 31{,}9808$

В таблице 5.32 приведены экспериментальные зависимости от скорости движения комбинированного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2.4 «Кишоварз» вероятностно-статистических оценок энергоемкости технологического процесса E_i

Таблица 5.32 – Экспериментальные зависимости вероятностно-статистических оценок энергоемкости агрегата от скорости его движения

Показатель	Вероятностные оценки параметра	Расчетная формула
Энергоемкость технологического процесса, E_i	$\overline{E}_i$, МДж/га	$481{,}0258\overline{V}_p^2 - 2117{,}3888\overline{V}_p + 9288{,}0860$
	σ_{E_i}, МДж/га	$47{,}9039\overline{V}_p^2 - 94{,}5114\overline{V}_p + 164{,}3931$
	ν_{E_i}	$0{,}0061\overline{V}_p^2 - 0{,}0098\overline{V}_p + 0{,}01908$

Полученные с помощью формулы Лагранжа экспериментальные зависимости дают возможность в условиях производства в пределах ограничений, наложенных условиями экспериментов, определять вероятностно-статистические оценки агротехнических, энергетических и технико-экономических показателей работы комбинированного агрегата.

Полученные данные эмпирически обосновали закономерности изменения агротехнических параметров и энергетических критериев эффективности технологического процесса обработки почвы с одновременным внесением удобрений и посева хлопчатника при изменении скоростных режимов работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз».

Установленные закономерности являются существенным дополнением к анализу функционирования МТА, и в дальнейшем использованы при обосновании оптимальных скоростных и нагрузочных режимов работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз» и энергоемкости технологических процесса обработки почвы с одновременным внесением минеральных удобрений и повторного посева семян хлопчатника как пожнивной культуры после уборки зерновых.

Установленные эмпирические зависимости, которые приведены в таблицах 5.29-5.32, выражают собой закономерности изменения эксплуатационных показателей комбинированного почвообрабатывающе-посевного аг-

регата МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз» и справедливы в диапазоне рабочих скоростей $\overline{V}_p = 0{,}90 - 1{,}97 м/с$.

5.8. Показатели эксплуатационно-технологической оценки работы МТА

Эксплуатационно-технологические показатели работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов, методика определения которых изложена в четвёртом разделе диссертации, позволяют оценить эффективность их использования при выполнении технологического процесса обработки почвы, внесения минеральных удобрений и посева семян зерновых.

В таблице 5.33 приведены эксплуатационно-технологические показатели работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» в следующих агроклиматических условиях: агрофон – стерня зерновых, высота над уровнем моря1000 м, норма высева удобрений 40 кг/га, норма посева семян 200 кг/га, Гиссарский район, почвы – светлый серозем, температура воздуха +24…+25 ^{0}C.

Таблица 5.33 – Эксплуатационно-технологические показатели работы комбинированного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз»

Показатели	Значение показателей
Производительность МТА за 1 час (га):	
– основного времени	0,84
– технологического времени	0,72
– сменного времени	0,63
– эксплуатационного времени	0,61
Погектарный расход топлива, кг/га:	11,10
Количество обслуживающего персонала, чел:	2
Затраты труда, чел.-час/га	3,175
Коэффициент рабочих ходов	0,83
Коэффициент надежности технологического процесса	0,95
Коэффициент использования технологического времени	0,87
Коэффициент использования сменного времени	0,75

Производительность агрегата, как основной показатель эксплуатационно-технологической оценки, прямо пропорциональна ширине захвата, рабочей скорости, времени работы и коэффициенту его использования.

Производительность МТА имеет тесную связь с почвенно-климатическими факторами (такие как, удельное сопротивление почвы, рельеф местности, тип и влажность почвы, конфигурация поля, агрофон и т.д.).

Рациональное распределение времени смены характеризуется коэффициентом его использования $\tau = 0{,}75$ (таблица 5.33).

Хронографические исследования работы МТА, оснащенного КМ-1,8, позволили определить удельный расход топлива – 11,1 кг/га, а также коэффициент надежности – 0,95 при затратах труда 3,175 чел.-час/ га.

В таблице 5.34 приведены основные эксплуатационные показатели работы МТА, оснащенного КМ-2,4.

Таблица 5.34 –Показатели технологического процесса работы МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз»

Показатели	Значение показателя
Производительность МТА за 1 час (га):	
– основного времени	1,56
– технологического времени	1,50
– сменного времени	1,17
– эксплуатационного времени	1,10
Погектарный расход топлива, кг/га:	8,30
Количество обслуживающего персонала, чел:	2
Затраты труда, чел.-час/га	1,71
Коэффициент рабочих ходов	0,85
Коэффициент надежности технологического процесса	0,96
Коэффициент использования технологического времени	0,87
Коэффициент использования сменного времени	0,75

Анализ хронографии рабочего процесса МТА, оснащенного КМ-2,4, позволил определить удельный расход топлива, который составил 8,3 кг/га, а

также коэффициент надежности агротехнологического процесса – 0,96 и затраты труда – 1,71 чел.-час/га.

5.9. Оптимальные параметры и режимы работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов

5.9.1. Оптимальные режимы работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»

Значение постоянных величин и угловых коэффициентов, установленных по результатам стендовых испытаний для определения математических ожиданий энергетических параметров двигателя Д-243, приведены в таблицах 5.35 и 5.36.

Таблица 5.35 – Постоянные величины и угловые коэффициенты для определения математических ожиданий частоты вращения коленчатого вала и эффективной мощности двигателя Д-243

Постоянные величины и угловые коэффициенты	Расчетная формула	Значение постоянных величин и угловых коэффициентов
A_1	n_x	2380
A_2	$n_н + (n_н - n_{min})/(K-1)$	5915,28
B_1	$-(n_x - n_н)/M_н$	-1939,50
B_2	$-(n_н - n_{min})/[M_н(K-1)]$	-14,262
a^*	$A_1 + A_2$	8295,28
a_1^*	$A_2 - A_1$	3535,28
$в^*$	$B_1 + B_2$	-1949,762
$в_1^*$	$B_2 - B_1$	1925,238
где $K = M_{max}/M_н$ – коэффициент приспособляемости двигателя; $M_н$ и M_{max} – номинальный и максимальный крутящие моменты на валу двигателя; $n_н$, n_x и n_{min} – частоты вращения вала двигателя, соответственно: номинальная, холостого хода и минимально устойчивая при M_{max}.		

Оптимальные значения эксплуатационных показателей и уровни их реализации при различных значениях коэффициента вариации нагрузки

комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз», а также эмпирические зависимости для их определения представлены в таблицах 5.37 и 5.38.

Таблица 5.36 – Постоянные величины и угловые коэффициенты для определения математических ожиданий скорости движения и тяговой мощности трактора МТЗ-82.1 (III рабочая передача)

Постоянные величины и угловые коэффициенты	Расчетная формула	Значение постоянных величин и угловых коэффициентов
A_1'	$V_{\text{х}}$	2,03
A_2'	$V_{\text{р.н}} + \left[(V_{\text{р.н}} - V_{\min})/(K_{\text{р}} - 1)\right]$	4,182
B_1'	$-(V_{\text{х}} - V_{\text{р.н}})/P_{\text{кр.н}}$	-0,0242
B_2'	$-(V_{\text{р.н}} - V_{\min})/\left[P_{\text{кр.н}}(K_{\text{р}} - 1)\right]$	-0,1396
a'^{*}	$A_1' + A_2'$	6,212
$a_1'^{*}$	$A_2' - A_1'$	2,152
$в'^{*}$	$B_1' + B_2'$	-0,1396
$в_1'^{*}$	$B_2' - B_1'$	-0,1154

$K_{\text{р}} = P_{\text{кр.max}}/P_{\text{кр.н}}$ – коэффициент возможной загрузки трактора на данной передаче;

$P_{\text{кр.max}}$, $P_{\text{кр.н}}$ – максимальное и номинальное значения тягового усилия трактора на данной передаче и агрофоне;

$V_{\text{р.н}}$, $V_{\text{х}}$ и $V_{\min}$ – скорости движения МТА: номинальная, холостого хода и минимально устойчивая на данной передаче при максимальном $P_{\text{кр.max}}$ тяговом усилии трактора на данном рабочем режиме.

Таблица 5.37 – Наиболее рациональные режимы и параметры работы комбинированного агрегата

Эксплуатационный показатель МТА	Мера рассеяния нагрузки ν_p	Оптимальное значение эксплуатационного показателя МТА	Расчетная формула
1	2	3	4
$\overline{W}_{\text{ч}}^{*}$, Га/ч	0,083	0,734	$-0{,}0292\nu_{м}^{2} - 0{,}3975\nu_{м} + 0{,}7672$
	0,167	0,700	
	0,250	0,666	
	0,333	0,632	

Продолжение таблицы 5.37

1	2	3	4
η_T^*	0,083	0,48	$-1,4173\nu_м^2 + 0,7114\nu_м + 0,4307$
	0,167	0,51	
	0,250	0,52	
	0,333	0,55	
$N_{кр}^* + N_{вом}^*$, кВт	0,083	27,10	$-91,1602\nu_м^2 + 19,2186\nu_м + 26,1328$
	0,167	26,80	
	0,250	25,24	
	0,333	24,69	
N_e^*, кВт	0,083	56,38	$8,0390\nu_м^2 - 50,5812\nu_м + 60,5228$
	0,167	52,30	
	0,250	48,38	
	0,333	44,56	
G_T^*, кг/ч	0,083	12,26	$10,9334\nu_м^2 - 11,1857\nu_м + 13,1131$
	0,167	11,55	
	0,250	11,00	
	0,333	10,44	
V_e^*, м/с	0,083	1,51	$-0,0601\nu_м^2 - 0,8183\nu_м + 1,5783$
	0,167	1,44	
	0,250	1,37	
	0,333	1,30	
n_g^*, мин$^{-1}$	0,083	2093,5	$8148,1615\nu_м^2 - 3095,3737\nu_м + 2294,2833$
	0,167	2004,6	
	0,250	2029,7	
	0,333	2032,8	
$M_к^*$, Н.м	0,083	258,86	$-1082,9546\nu_м^2 + 229,9053\nu_м + 247,2383$
	0,167	255,43	
	0,250	237,03	
	0,333	222,32	

На рисунках 5.24-5.30 представлены зависимости экстремальных (или оптимальных) значений энергетических и технико-экономических показателей комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» от коэффициента вариации $\nu_м$ внешней нагрузки.

Таблица 5.38 – Наиболее рациональные режимы работы агрегата в рамках изменения коэффициента вариации $0 \le \nu_м \le 0{,}333$ (соответствующие минимуму энергоёмкости технологического процесса при высоком качестве работы)

Степень использования эксплуатационного показателя МТА	Мера рассеяния нагрузки $\nu_м$	Оптимальное значение степени использования эксплуатационного показателя МТА	Расчетная формула
1	2	3	4
$\lambda^*_{\overline{W}_c}$	0,083	0,953	$-0{,}1812\nu_м^2 - 0{,}4666\nu_м + 0{,}9930$
	0,167	0,910	
	0,250	0,865	
	0,333	0,821	
$\lambda^*_{\eta_T}$	0,083	0,738	$-2{,}2683_м^2 + 1{,}1266\nu_м + 0{,}6601$
	0,167	0,785	
	0,250	0,800	
	0,333	0,846	
$\lambda^*_{\overline{N}_{кр}+\overline{N}_{вом}}$	0,083	0,942	$-3{,}1117\nu_м^2 + 0{,}6469\nu_м + 0{,}9097$
	0,167	0,931	
	0,250	0,877	
	0,333	0,858	
$\lambda^*_{\overline{N}_e}$	0,083	0,940	$0{,}0859\nu_м^2 - 0{,}8310\nu_м + 1{,}0084$
	0,167	0,872	
	0,250	0,806	
	0,333	0,743	
$\lambda^*_{\overline{G}_T}$	0,083	0,908	$1{,}3226\nu_м^2 - 0{,}9973\nu_м + 0{,}9817$
	0,167	0,852	
	0,250	0,815	
	0,333	0,773	
$\lambda^*_{\overline{V}_p}$	0,083	0,956	$0{,}0335\nu_м^2 - 0{,}5441\nu_м + 1{,}0009$
	0,167	0,911	
	0,250	0,867	
	0,333	0,823	
$\lambda^*_{\overline{\pi}_p}$	0,083	0,952	$3{,}7885\nu_м^2 - 1{,}4352\nu_м + 1{,}0450$
	0,167	0,911	
	0,250	0,923	
	0,333	0,924	
$\lambda^*_{\overline{M}_к}$	0,083	0,996	$-4{,}0521\nu_м^2 + 0{,}8464\nu_м + 0{,}9537$
	0,167	0,982	
	0,250	0,912	
	0,333	0,855	

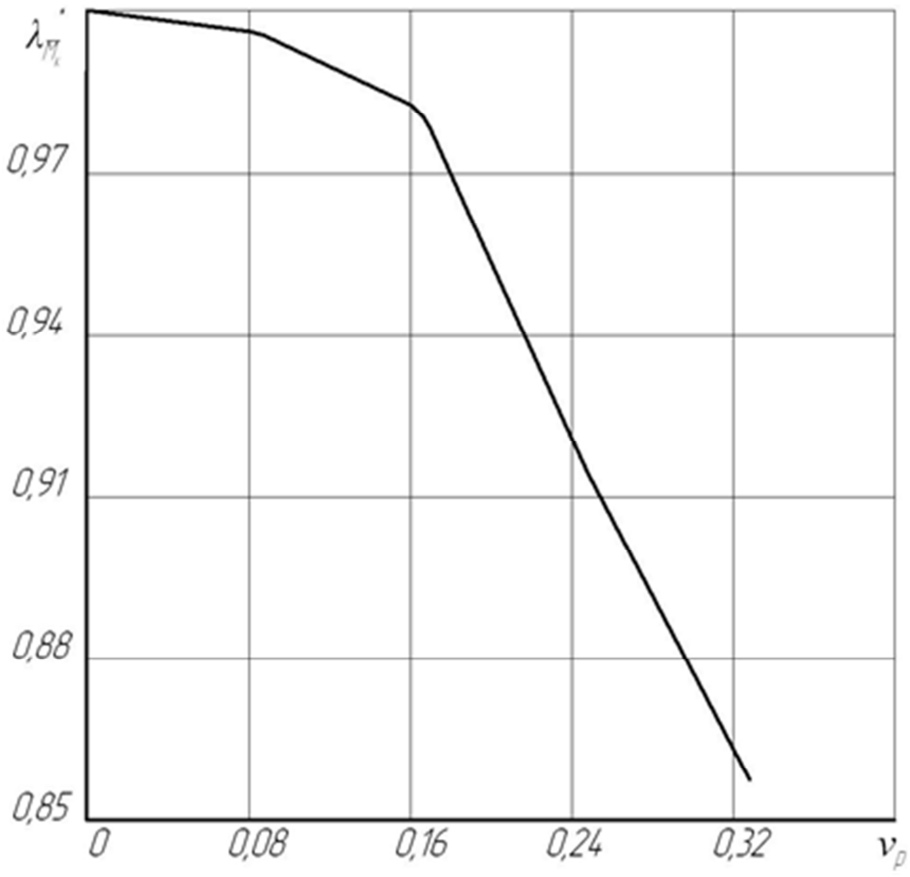


Рисунок 5.24 – Изменение уровня загрузки ДВС в зависимости от коэффициента вариации внешней нагрузки МТА.

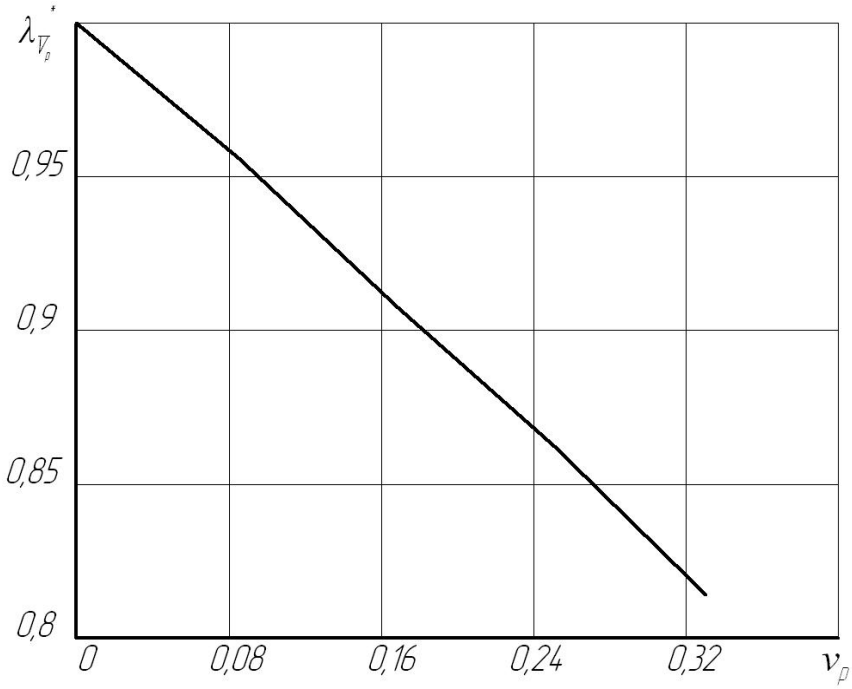


Рисунок 5.25 – Влияние коэффициента нагрузки МТА
на уровень оптимальной скорости.

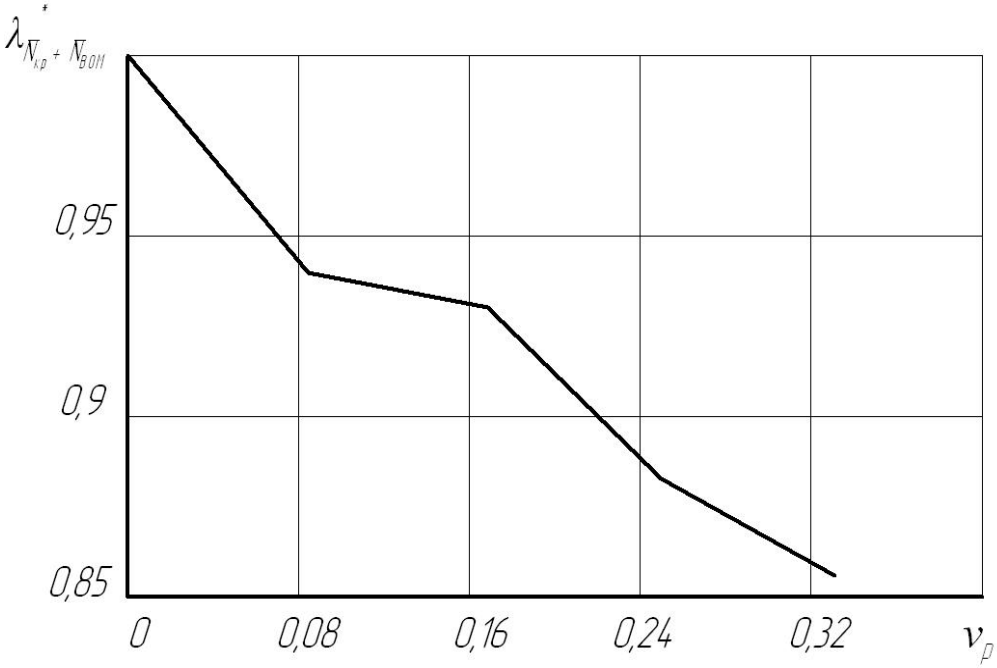


Рисунок 5.26 – Влияние коэффициента вариации нагрузки МТА на уровень использования тяговой мощности и мощности на валу отбора мощности.

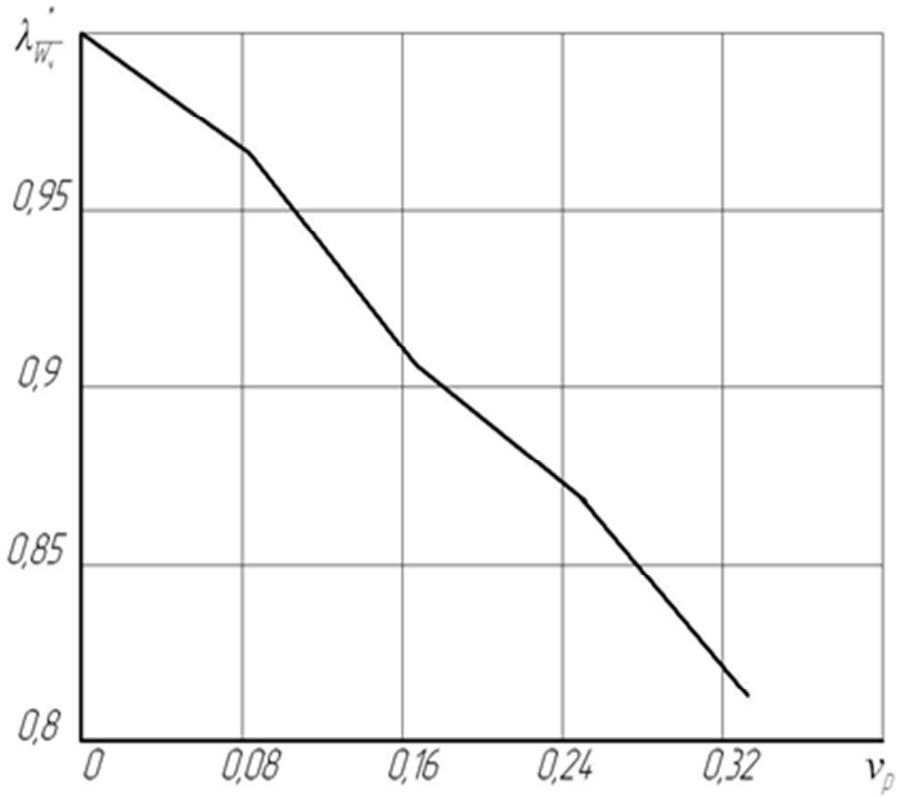


Рисунок 5.27 – Влияние коэффициента вариации нагрузки МТА на его производительность.

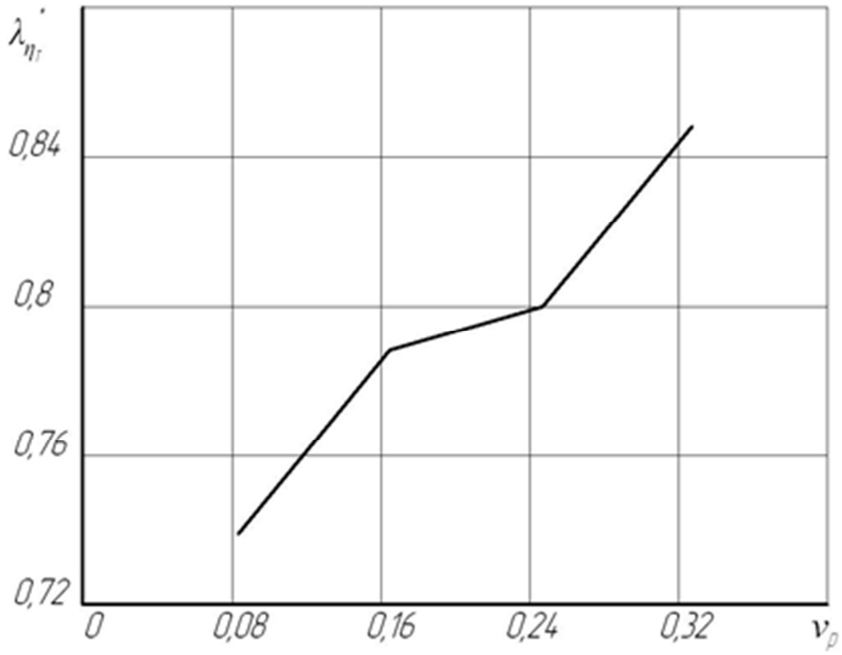


Рисунок 5.28 – Влияние коэффициента нагрузки МТА на уровень использования КПД трактора (за базовое значение КПД трактора принят $\eta_T = 0{,}65$)

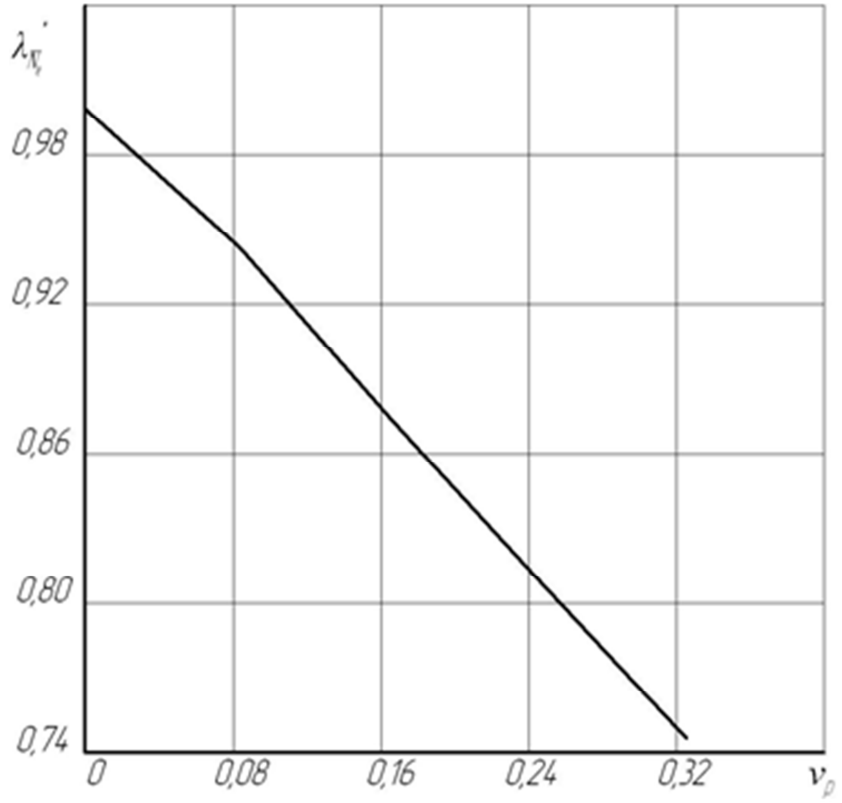


Рисунок 5.29 – Влияние коэффициента вариации нагрузки МТА на уровень использования эффективной мощности ДВС трактора.

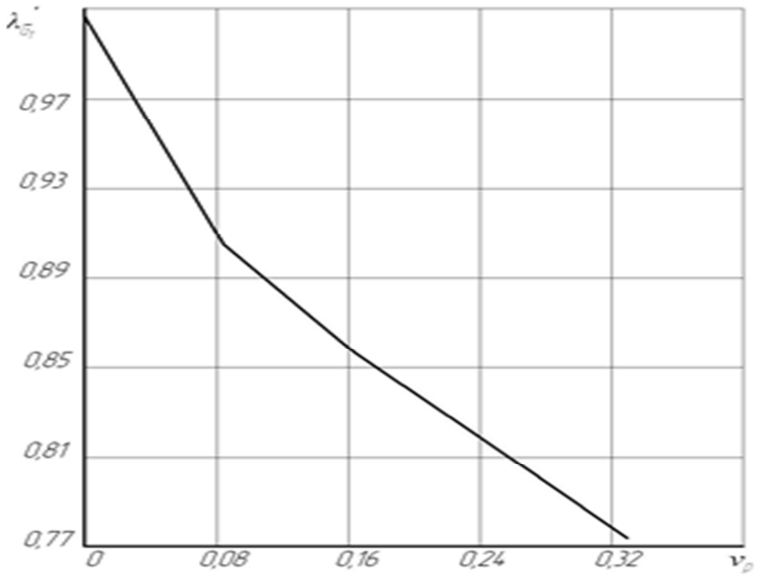


Рисунок 5.30 – Влияние коэффициента вариации нагрузки МТА на уровень использования часового расхода топлива

Оптимальные значения эксплуатационных и агротехнических показателей почвообрабатывающе-посевного МТА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» для конкретных условий его работы приведены в таблицах 5.39-5.41.

Таблица 5.39 – Наиболее рациональные эксплуатационные показатели работы комбинированного агрегата.

Эксплуатационные показатели	Оптимальное значение эксплуатационных показателей
Производительность $\overline{W}_ч$ агрегата, га/ч	0,69
КПД η_T трактора	0,51*)
Тяговая мощность $N_{кр}$ трактора, кВт	9,0
Эффективная мощность N_e двигателя, кВт	52,82
Часовой расход G_T топлива двигателя, кг/ч	11,64
Скорость движения V_p агрегата, м/с	1,2
Частота вращения n_∂ коленчатого вала двигателя, мин$^{-1}$	2022
Крутящий момент $M_к$ коленчатого вала двигателя, Н.м	255,43
Тяговое усилие $P_{кр}$ трактора, кН	7,5
*) – КПД трактора определяется по формуле: $\eta_T = (\overline{N}^*_{кр} + \overline{N}^*_{ВОМ}) / \overline{N}^*_e$, где $\overline{N}^*_{ВОМ}$ - мощность, затрачиваемая на работу фрезы, кВт.	

Таблица 5.40 – Наиболее рациональные значения эксплуатационных показателей по критериям качества и минимума энергоемкости.

Эксплуатационные показатели	Оптимальное значение уровня реализации λ_y эксплуатационных показателей
Производительность $\overline{W}_ч$ агрегата	0,885
КПД η_T трактора	0,785
Тяговая мощность $N_{кр}$ трактора	0,230
Эффективная мощность N_e двигателя	0,880
Часовой расход G_T топлива двигателя	0,862
Скорость движения V_p агрегата	0,716
Частота вращения $n_д$ коленчатого вала двигателя	0,920
Крутящий момент $M_к$ коленчатого вала двигателя	0,981
Тяговое усилие $P_{кр}$ трактора	0,42

Таблица 5.41 – Наиболее рациональные критериальные значения качества работы комбинированного агрегата по качеству и минимальным значениям энергоемкости $\overline{E}_i^* = 8738{,}20 МДж/га$ $(\nu_м = 0{,}157)$

Показатели качества технологического процесса	Значения показателей качества технологического процесса
Глубина обработки почвы $\bar{h}_{см}$, см	17,7
Глубина посева семян $\bar{h}_c^{П}$, см	6,9
Степень рыхления почвы K_o, %	90,4

5.9.2. Оптимальные режимы работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз»

Для определения степени чувствительности минимума энергоемкости

технологического процесса $E_i \to \min$, как основного критерия оценки эффективности, к другим эксплуатационным показателям исследуемых объектов были построены соответствующие зависимости.

Анализ зависимостей критерия оценки эффективности МТА от эксплуатационных показателей дал возможность установить степень зависимости энергоемкости технологического процесса от показателей работы МТА, представляющего собой трактор МТЗ-82,1, агрегатированный с машиной КМ-2,4.

На основе анализа результатов проведенных исследований была определена объективная система показателей процесса эксплуатации МТА, отвечающая такому критерию, как минимальная энергоемкость технологического процесса (таблица 5.42).

Таблица 5.42 – Сбалансированная система эксплуатационных показателей почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2.4 «Кишоварз» по критерию минимум $E_i \to \min$ энергоемкости технологического процесса

Эксплуатационный показатель МТА	Обозначение	Единица измерения
Производительность МТА	$\overline{W}_ч$	га/ч
КПД трактора	η_T	-
Тяговая мощность трактора	$N_{кр}$	кВт
Эффективная мощность двигателя	N_e	кВт
Часовой расход топлива двигателя	G_T	кг/ч
Скорость движения агрегата	V_p	м/с
Частота вращения коленчатого вала двигателя	$n_д$	мин$^{-1}$
Крутящий момент на коленчатом валу двигателя	$M_к$	Н·м

Для конкретных условий работы были установлены наиболее рациональные параметры эксплуатационных и агротехнических показателей МТА.

Таблица 5.43 – Наиболее рациональное соотношение эксплуатационных показателей работы комбинированного агрегата по критериям качества и минимальному значению энергоемкости

Эксплуатационные показатели МТА	Оптимальное значение эксплуатационных показателей
Производительность $\overline{W}_ч$ МТА, га/ч	1,05
КПД η_T трактора	0,60*)
Тяговая мощность $N_{кр}$ трактора, кВт	15,55
Эффективная мощность N_e двигателя, кВт	52,80
Часовой расход G_T топлива двигателя, кг/ч	12,70
Скорость движения V_p агрегата, м/с	1,52
Частота вращения $n_д$ коленчатого вала двигателя, мин$^{-1}$	2020,0
Крутящий момент $M_к$ коленчатого вала двигателя, Н·м	260,30
Тяговое усилие $P_{кр}$ трактора, кН	10,23
*) – КПД трактора определяется по формуле: $\eta_T = (\overline{N}^*_{кр} + \overline{N}^*_{ВОМ})/\overline{N}^*_e$, где $\overline{N}^*_{ВОМ}$ – мощность, затрачиваемая на работу фрезы, кВт	

Таблица 5.44 – Наиболее рациональные значения уровня эксплуатационных показателей, обеспечивающих соответствие критериям качества и минимума энергоемкости.

Эксплуатационные показатели	Оптимальное значение уровня реализации $\lambda_{\overline{y}}$ эксплуатационных показателей
Производительность $\overline{W}_ч$ агрегата	1,05
КПД η_T трактора	0,60
Тяговая мощность $N_{кр}$ трактора	0,38
Эффективная мощность N_e двигателя	0,910
Часовой расход G_T топлива двигателя	0,90
Скорость движения V_p агрегата	1,52
Частота вращения $n_д$ коленчатого вала двигателя	0,920
Крутящий момент $M_к$ коленчатого вала двигателя	0,980
Тяговое усилие $P_{кр}$ трактора	0,70

В таблице 5.45 представлены полученные на основе экспериментальных исследований функции, позволяющие определять вероятностные оценки глубины обработки почвы и сева семян в зависимости от скорости движения МТА.

В производственных условиях установленные экспериментальные зависимости дают возможность находить вероятностно-статистические характеристики агротехнических показателей работы машинно-тракторного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз».

Таблица 5.45 – Экспериментальные зависимости, полученные для определения вероятностных оценок агротехнических показателей работы комбинированного агрегата.

Показатель	Вероятностные оценки параметра	Расчетная формула
Глубина обработки почвы, $h_{см}$	$\bar{h}_{см}$, см	$-0{,}8428\bar{V}_p^2 + 1{,}6525\bar{V}_p + 19{,}2954$
	$\sigma_{h_{см}}$, см	$-0{,}0331\bar{V}_p^2 + 0{,}3511\bar{V}_p + 0{,}5549$
	$\nu_{h_{см}}$	$0{,}00097\bar{V}_p^2 + 0{,}01216\bar{V}_p + 0{,}03026$
Глубина посева семян, $h_c^{П}$	$\bar{h}_c^{П}$, см	$-0{,}2861\bar{V}_p^2 + 0{,}1762\bar{V}_p + 7{,}6032$
	$\sigma_{h_c^{П}}$, см	$-0{,}0335\bar{V}_p^2 + 0{,}1568\bar{V}_p + 0{,}2860$
	$\nu_{h_c^{П}}$	$0{,}00097\bar{V}_p^2 + 0{,}01216\bar{V}_p + 0{,}03026$
Степень рыхления почвы	K_o	$-21{,}8872\bar{V}_p^2 + 70{,}3865\bar{V}_p + 31{,}9808$

5.10. Допускаемые режимы работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов

Сложность современных тракторов и сельскохозяйственных машин обуславливает их дороговизну и повышенное потребление энергии, что акцентирует проблему повышения эффективности их применения в современных технологиях.

Повысить эффективность использования сложной техники можно за счёт оптимизации режимов её работы, а для этого нужно модернизировать методы и средства контроля эксплуатационных и агротехнических показателей работы машинно-тракторных агрегатов, обосновать систему эксплуата-

ционных допусков на их эксплуатационные параметры. Такие допуски в основном определяются по методу функции случайных аргументов, который подробно изложен в работе профессора Л.Е. Агеева [1].

Контроль режимов работы необходимо осуществлять с помощью научно обоснованных эксплуатационных допусков и соответствующих средств автоматизации учета работы МТА.

Исходя из результатов экспериментальных исследований, установлены наиболее рациональные значения установочных допусков на уровень настройки рабочих параметров КППА МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз».

В качестве исходных переменных величин рассматривались крутящий момент $M_к$ на коленчатом валу двигателя Д-243 и тяговое усилие $P_{кр}$ трактора МТЗ-82.1. Плотность распределения указанных параметров определялась зависимостями [1]:

$$\varphi(M_к) = (\sigma_м\sqrt{2\pi})^{-1} exp\left[-(M_к - \overline{M}_к)^2/(2\sigma_м^2)\right], \quad (5.1)$$

$$\varphi(P_{кр}) = (\sigma_р\sqrt{2\pi})^{-1} exp\left[-(P_{кр} - \overline{P}_{кр})^2/(2\sigma_р^2)\right], \quad (5.2)$$

где $\overline{M}_к$ – математическое ожидание крутящего момента на коленчатом валу двигателя, Н.м; $\overline{P}_{кр}$ – математическое ожидание тягового усилия трактора, кН;

$\sigma_м$ – среднеквадратическое отклонение момента $M_к$ на валу двигателя, Н.м;

$\sigma_р$ – среднее квадратичное отклонение тягового усилия $P_{кр}$ трактора, кН.

В общем случае математическое ожидание выходных параметров машинотракторных агрегатов вычисляется по формуле [1]:

$$\overline{Y}_i = \int_{-\infty}^{\infty} Y\varphi(Y)dY = \int_{-\infty}^{\infty} f(X)\varphi(X)dX, \quad (5.3)$$

где $\varphi(Y) = \varphi(X)\,|dX/dY|$ – плотность распределения вероятностей случайной величины Y_i;

$\varphi(X)$ – плотность распределения вероятностей входной переменной X;

$f(X)$ – функция, определяемая в результате снятия регуляторной характеристики двигателя и тяговой характеристики трактора.

В качестве примера ниже рассмотрим методику определения оптимального значения установочного допуска на уровень настройки $\Delta^*_{\overline{N}_{кр}}$ тяговой мощности трактора МТЗ-82.1 с двигателем Д-243.

Оптимальное значение установочного допуска на уровень настройки $\Delta^*_{\overline{N}_{кр}}$ тяговой мощности, который можно вычислить по формуле [1, 90]:

$$\Delta^*_{\overline{N}_{кр}} = \left| N_{кр.н} - \overline{N}^*_{кр} \right|, \qquad (5.4)$$

где $N_{кр.н}$ – базовое (или номинальное) значение тяговой мощности трактора на определенной передаче, кВт;

$\overline{N}^*_{кр}$ – оптимальное значение математического ожидания тяговой мощности трактора на определенной передаче и агрофоне, кВт.

Экстремальное (или оптимальное) значение математического ожидания $\overline{N}^*_{кр}$ тяговой мощности трактора на определенной передаче и агрофоне определяется из выражения [87]:

$$\overline{N}^*_{кр} = 0{,}5[a'^* \overline{P}^*_{кр} + в'^* \overline{P}^{*2}_{\text{кр}}(1+\nu^2_{\text{р}})] - [a_1'^* \overline{P}^*_{кр} + в_1'^* \overline{P}^{*2}_{\text{кр}}(1+\nu^2_{\text{р}})]\Phi(t^*_P) + в_1'^* \varphi(t^*_P)\overline{P}^{*2}_{\text{кр}}\nu_{\text{р}}, \qquad (5.5)$$

где a'^*, $a_1'^*$, $в'^*$ и $в_1'^*$ – постоянные величины и угловые коэффициенты, устанавливаемые по тяговой характеристике трактора (таблица 5.46);

$\overline{P}^*_{кр}$ – математическое ожидание тягового усилия $P_{\text{кр}}$ трактора;

$\nu_{\text{р}}$ – мера рассеяния параметра $P_{\text{кр}}$.

Мера рассеяния нагрузки $\nu_{\text{р}}$ трактора определяется по формуле:

$$\nu_{\text{р}} = \sigma^*_p / \overline{P}^*_{кр}, \qquad (5.6)$$

где σ^*_p – среднеквадратическое отклонение параметра $P_{кр}$.

Для вычисления математических ожиданий частоты вращения коленчатого вала и эффективной мощности двигателя названного энергетического средства, а также его скорости движения и тяговой мощности использовались постоянные величины и угловые коэффициенты. Эти коэффициенты были установлены по результатам стендовых испытаний (таблицы 5.46 и 5.47).

Таблица 5.46 – Постоянные величины и угловые коэффициенты для определения математических ожиданий частоты вращения коленчатого вала и эффективной мощности двигателя Д-243

Постоянные величины и угловые коэффициенты	Расчетная формула	Значение постоянных величин и угловых коэффициентов
A_1	$n_{\text{х}}$	2380
A_2	$n_{\text{н}} + (n_{\text{н}} - n_{\min})/(K-1)$	5915,28
B_1	$-(n_{\text{х}} - n_{\text{н}})/M_{\text{н}}$	-1939,50
B_2	$-(n_{\text{н}} - n_{\min})/[M_{\text{н}}(K-1)]$	-14,262
a^*	$A_1 + A_2$	8295,28
a_1^*	$A_2 - A_1$	3535,28
$в^*$	$B_1 + B_2$	-1949,762
$в_1^*$	$B_2 - B_1$	1925,238
где $K = M_{\max}/M_{\text{н}}$ – коэффициент приспособляемости двигателя; $M_{\text{н}}$ и $M_{\max}$ – номинальный и максимальный крутящие моменты на валу двигателя; $n_{\text{н}}$, $n_{\text{х}}$ и $n_{\min}$ – частоты вращения вала двигателя, соответственно: номинальная, холостого хода и минимально устойчивая при $M_{\max}$.		

Таблица 5.47 – Постоянные величины и угловые коэффициенты для определения математических ожиданий скорости движения и тяговой мощности трактора МТЗ-82.1 (III рабочая передача, агрофон – стерня зерновых колосовых)

Постоянные величины и угловые коэффициенты	Расчетная формула	Значение постоянных величин и угловых коэффициентов
1	2	3
A_1'	$V_{\text{х}}$	2,03
A_2'	$V_{\text{р.н}} + [(V_{\text{р.н}} - V_{\min})/(K_{\text{р}} - 1)]$	4,182
B_1'	$-(V_{\text{х}} - V_{\text{р.н}})/P_{\text{кр.н}}$	-0,0242
B_2'	$-(V_{\text{р.н}} - V_{\min})/[P_{\text{кр.н}}(K_{\text{р}} - 1)]$	-0,1396
a'^*	$A_1' + A_2'$	6,212

Продолжение таблицы 5.47

1	2	3
$a_1'^*$	$A_2' - A_1'$	2,152
$в'^*$	$B_1' + B_2'$	-0,1396
$в_1'^*$	$B_2' - B_1'$	-0,1154
$K_р = P_{кр.max} / P_{кр.н}$ – коэффициент возможной загрузки трактора на данной передаче; $P_{кр.max}$, $P_{кр.н}$ – максимальное и номинальное значения тягового усилия трактора на данной передаче и агрофоне; $V_{р.н}$, $V_х$ и V_{min} – скорости движения агрегата: номинальная, холостого хода и минимально устойчивая на данной передаче при максимальном $P_{кр.max}$ тяговом усилии трактора на данном рабочем режиме.		

Таким же образом устанавливают допускаемые значения эксплуатационных допусков для других эксплуатационных параметров комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз».

Минимум энергоемкости технологического процесса принимаем в качестве основного критерия оптимизации эксплуатационных допусков на уровень настройки энергетических параметров и технико-экономических показателей почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз». Принципы выбора критериев в основном подробно изложены в работе [97].

Рациональные значения установочных допусков на уровень настройки эксплуатационных показателей комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз», соответствующие критериям качества и минимуму энергоемкости технологического процесса $E_i \to \min$, при изменении коэффициента вариации нагрузки в пределах $0 \le \nu_м \le 0{,}333$ равны:

$-0{,}8428\overline{V}_p^2 + 1{,}6525\overline{V}_p + 19{,}2954$, или от 0 до 17,9 % от $W_{чн}$;

$\Delta^*_{\eta_T} = 0{,}154\eta_{TH}$, или от 0 до 15,4 % от η_{TH};

$\Delta^*_{\overline{N}_{кр.н}+\overline{N}_{вом}} = 0{,}142(N_{кр.н} + N_{вом.н})$, или от 0 до 14,2 % от ($N_{кр.н} + N_{вом.н}$);

$\Delta^*_{\overline{N}_e} = 0{,}257N_{ен}$, или от 0 до 25,7 % от $N_{ен}$;

$\Delta^*_{\overline{G}_T} = 0{,}227G_{TH}$, или от 0 до 22,7 % от G_{TH};

$\Delta^*_{\overline{V}_p} = 0{,}177V_{рн}$, или от 0 до 17,7 % в функции от $V_{рн}$;

$\Delta^*_{\overline{n}_д} = 0{,}076n_н$, или от 0 до 7,6 % в функции от $n_н$;

$\Delta^*_{\overline{M}_к} = 0{,}145M_н$, или от 0 до 14,5 % в функции от $M_н$.

Нормативные значения установочных допусков на уровень настройки энергетических параметров и технико-экономических показателей комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз», соответствующие критериям качества и минимуму энергоемкости технологического процесса $E_i \to \min$, при коэффициенте $\nu_м = 0{,}167$, установлены следующие:

$\Delta^*_{\overline{W}_ч} = 0{,}091W_{чн}$, или 9,1 % от $W_{чн}$;

$\Delta^*_{\eta_T} = 0{,}215\eta_{TH}$, или 21,5 % от η_{TH};

$\Delta^*_{\overline{N}_{кр.н}+\overline{N}_{вом}} = 0{,}069(N_{кр.н} + N_{вом.н})$, или 6,9 % от ($N_{кр.н} + N_{вом.н}$);

$\Delta^*_{\overline{N}_e} = 0{,}128N_{ен}$, или 12,8 % от $N_{ен}$;

$\Delta^*_{\overline{G}_T} = 0{,}144G_{TH}$, или 14,4 % от G_{TH};

$\Delta^*_{\overline{V}_p} = 0{,}089V_{рн}$, или 8,9 % от $V_{рн}$;

$\Delta^*_{\overline{n}_д} = 0{,}089n_н$, или 8,9 % от $n_н$;

$\Delta^*_{\overline{M}_к} = 0{,}018M_н$, или 1,8 % от $M_н$.

Используя метод математической аппроксимации с использованием интерполяционной формулы Лагранжа, были установлены эмпирические зависимости, по которым можно определить допуски при установке уровня энергетических параметров, обеспечивающих качественное функционирование агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8. Эти зависимости помещены в таблице 5.48.

Таблица 5.48 –Эмпирические выражения для расчёта оптимальных установочных допусков на регулирование энергетических параметров и показателей работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8, соответствующих критериям качества и минимума энергоемкости технологического процесса $E_i \to \min$, при значениях коэффициента вариации нагрузки $0 \le \nu_м \le 0{,}333$

Эксплуатационный допуск	Единица измерения	Расчетная формула
$\Delta^*_{\overline{W}_ч}$	га/ч	$-0{,}0286\nu_м^2 + 0{,}4239\nu_м$
$\Delta^*_{\eta_T}$	-	$-3{,}2411\nu_м^2 + 1{,}3796\nu_м$
$\Delta^*_{\overline{N}_{кр.н}+\overline{N}_{вом}}$	кВт	$2{,}2955\nu_м^2 + 11{,}5089\nu_м$
$\Delta^*_{\overline{N}_e}$	кВт	$1{,}9174\nu_м^2 + 45{,}6678\nu_м$
$\Delta^*_{\overline{G}_T}$	кг/ч	$-14{,}6959\nu_м^2 + 14{,}0949\nu_м$
$\Delta^*_{\overline{V}_p}$	м/с	$-0{,}209\nu_м^2 + 0{,}8478\nu_м$
$\Delta^*_{\overline{n}_д}$	мин$^{-1}$	$-4038{,}2710\nu_м^2 + 1846{,}8463\nu_м$
$\Delta^*_{\overline{M}_к}$	Нм	$513{,}1883\nu_м^2 - 57{,}678\nu_м$

Приведенные выше эксплуатационные допуски необходимы для непрерывного контроля, оценки стабильности энергетических и технико-экономических параметров и эффективности функционирования комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» при выполнении им технологического процесса.

Обоснованная система эксплуатационных допусков включает в себя наиболее важные критерии и контролируемые параметры. Выбор критериев эффективности и формирование системы эксплуатационных допусков осуществлялся на основе результатов анализа воздействия целевых функций на контролируемые (управляемые) параметры работы агрегатов.

5.11. Оценка энергоэффективности комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов

Оценка эффективности технологических процессов, операций и МТА производится по многочисленным критериям, которые подробно приведены

в работе [1].

В качестве основного критерия оценки энергетической эффективности МТА предлагается использовать коэффициент энергетической эффективности - $K_{T.CP}$. Коэффициент энергетической эффективности МТА $K_{T.CP}$ можно определить по формуле [106]:

$$K_{T.CP.} = \frac{E_i^{\text{опт}}}{\text{E}_i^{\text{ТЕК}}}, \qquad (5.7)$$

где $E_i^{ОПТ}$ – оптимальное значение энергоемкости процесса, соответствующее максимуму коэффициента полезного действия трактора на заданном агрофоне его работы, МДж/га; E_i^{TEK} – энергоемкость технологического процесса, соответствующая текущему значению КПД трактора на заданном агрофоне его работы, МДж/га.

Экспериментальные исследования и результаты теоретических расчетов [21, 28, 116] позволили установить вероятностные оценки энергоемкости технологических операций по обработке почвы и севу зерновых посредством применения предлагаемого комбинированного агрегата с учетом почвенно-климатических условия Гиссарской долины республики Таджикистан (таблица 5.49)

Рисунок 5.31 показывает затраты энергии технологических процессов обработки почвы, внесения удобрений и сева зерновых на различных скоростях движения агрегата.

Таблица 5.49 – Оценка энергоемкости технологического процесса на различных скоростях движения агрегата.

$\bar{V}_p$, м/с	$\bar{E}_i$, МДж/га	σ_{E_i}, МДж/га	ν_{E_i}
0,507	9744,87	126,683	0,013
0,865	8972,72	161,509	0,018
1,410	8559,81	205,435	0,024
1,635	8434,06	312,060	0,037

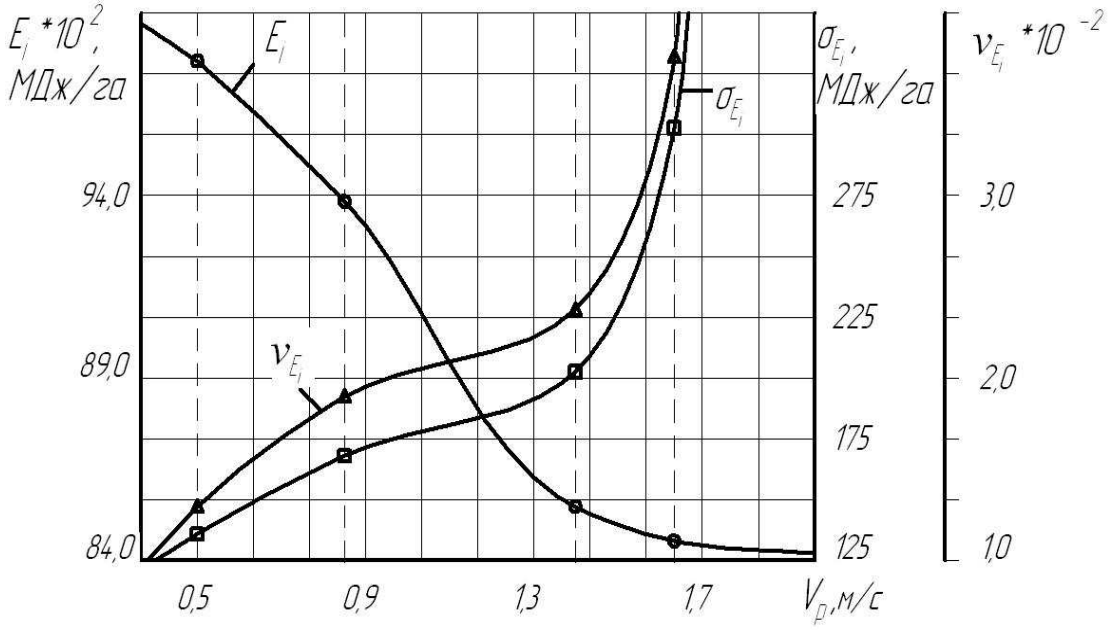


Рисунок 5.31 – Закономерности изменения энергоемкости различных технологических процессов на различных скоростях движения агрегата.

Данные таблицы 5.49 и рисунка 5.31 наглядно иллюстрируют тот факт, что в зависимости от выбранной скорости движения агрегата наблюдается значительное изменение таких показателей, как математическое ожидание $\overline{E_i}$, коэффициент вариации, среднеквадратическое отклонение σ_{E_i} и ν_{E_i} энергоемкости технологического процесса E_i.

С учетом показателей качества выполнения технологического процесса были установлены оптимальные параметры и режимы работы во всем диапазоне изменения коэффициента вариации нагрузки комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз».

Для условий экспериментальных исследований, проведенных в Гиссарской долине, оптимальное значение производительности агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» составляет 0,70 га/ч, а энергоемкости технологического процесса – 8738,2 МДж/га.

Расчеты показывают, что оптимальное значение энергоемкости технологического процесса, выполняемого комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатом МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз», соответствующее

высокому качеству работы, равно $E_i^{\text{ТЕК}} = 8738{,}2 МДж/га$. Данная цифра соответствует КПД трактора $\eta_T = 0{,}52$.

В эксплуатационных условиях максимальное значение КПД колесного трактора такого типа может достичь $\eta_T = 0{,}65$.

При этом оптимальное значение энергоемкости технологического процесса, соответствующее максимуму КПД энергетического средства, на заданном агрофоне его работы $E_i^{ОПТ} = 7602{,}0$ МДж/га.

С учетом изложенного, коэффициент энергетической эффективности комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» составляет $K_{T.CP} = 0{,}87$.

Значение коэффициента энергетической эффективности комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» $K_{T.CP} = 0{,}87$ показывает, что эффективная потенциальная энергетическая возможность почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» реализуется всего на 87 %.

Для полной реализации потенциальной энергетической возможности комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» остается еще 13 % резерва.

Увеличение коэффициента энергетической эффективности комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» от $K_{T.CP} = 0{,}87$ до $K_{T.CP} = 1{,}0$, возможно при дальнейшем совершенствовании конструкции машины, обеспечивающем высокое качество обработки почвы и посева при более высоких скоростных режимах работы агрегата.

5.12. Критерии оценки и основы повышения энергоэффективности технических средств

Технологии возделывания сельскохозяйственных культур должны учитывать местные почвенно-рельефные и климатические условия, эконо-

мическое состояние хозяйства, состав машинно-тракторного парка, организацию производства со своими местными условиями, хозяйственно-экономические условия и другие факторы. При этом технологии и технические средства должны быть востребованными производством, энергосберегающими, энергоэффективными, почвозащитными и экологически безопасными.

Такие основные требования к технологиям и техническим средствам предъявляются концепциями развития агропромышленного комплекса многих развитых и развивающихся стран, в том числе и Республики Таджикистан.

Эффективность сельскохозяйственного производства зависит от степени решения многих проблем, в том числе и от уровня машиноиспользования и оснащенности сельского хозяйства современными техническими средствами (тракторами, сельскохозяйственными машинами и т.д.).

Оценка эффективности технологий и технических средств должна проводиться по многим критериям. Основные из этих критериев приведены на рисунке 5.32.

Комплексное решение проблемы машиноиспользования обеспечивает повышение эффективности использования МТА в технологиях производства сельскохозяйственной продукции. При этом учитываются конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы, а также их взаимосвязь.

Преимущества комплексного решения проблемы повышения эффективного использования сельскохозяйственной техники выражается в том, что процессы разработки и использование машин рассматриваются как единая система.

Методы (или комплекс мероприятий) повышения эффективности использования технических средств можно разделить на 3 блока.

Первый блок представляет конструктивные мероприятия, включающие в себя разработку (или проектирования) технических средств в соответствии

Рисунок 5.32 – Критерии и методы повышения эффективности машиноиспользования

с требованиями названных критериев (см. рисунок 5.32).

Второй блок представляет эксплуатационные мероприятия, направленные на повышение технической и эксплуатационной надежности технических средств.

Технологические мероприятия (третий блок) включают в себя решения

оптимизационных задач при использовании технических средств в процессе выполнения полевых операций.

Требованиям критериев, используемых при оценке эффективности технологий и технических средств в большей степени отвечают многооперационные, комбинированные и надежные технические средства, разработанные по блочно-модульному принципу. Такой принцип разработки машин широко используется во многих странах мира.

Разработку новых энергоэффективных технических средств целесообразно осуществить по представленной схеме на рисунке 5.33.

При этом в первую очередь проводятся маркетинговые исследования по определению потребности растениеводства в новых машинах. Обосновывается экономически и энергетически выгодное потребное количество машин, уточняются агротехнические требования, почвенно-рельефные условия применения разрабатываемых технических средств, критерии оценки их эффективности, затем производится выбор базы данных и методика проектирования агрегатов.

Далее производятся расчеты по обоснованию конструктивно-технологических параметров, энергетики и технико-экономических показателей, выбор оптимального варианта технических средств. После выбора оптимального варианта разрабатываются нормативно-технические документы для создания экспериментальных образцов новых машин, проводятся исследование их работы и испытания. По результатам анализа результатов исследований и испытаний производится корректировка нормативно-технических документов и совершенствование конструкции машин.

Для достижения наибольшего эффекта от использования новых технических средств требуется разработка и обоснование рациональных режимов их работы.

Для освоения результатов научных исследований необходимо разработать практические рекомендации производству по рациональному использованию новых технических средств.

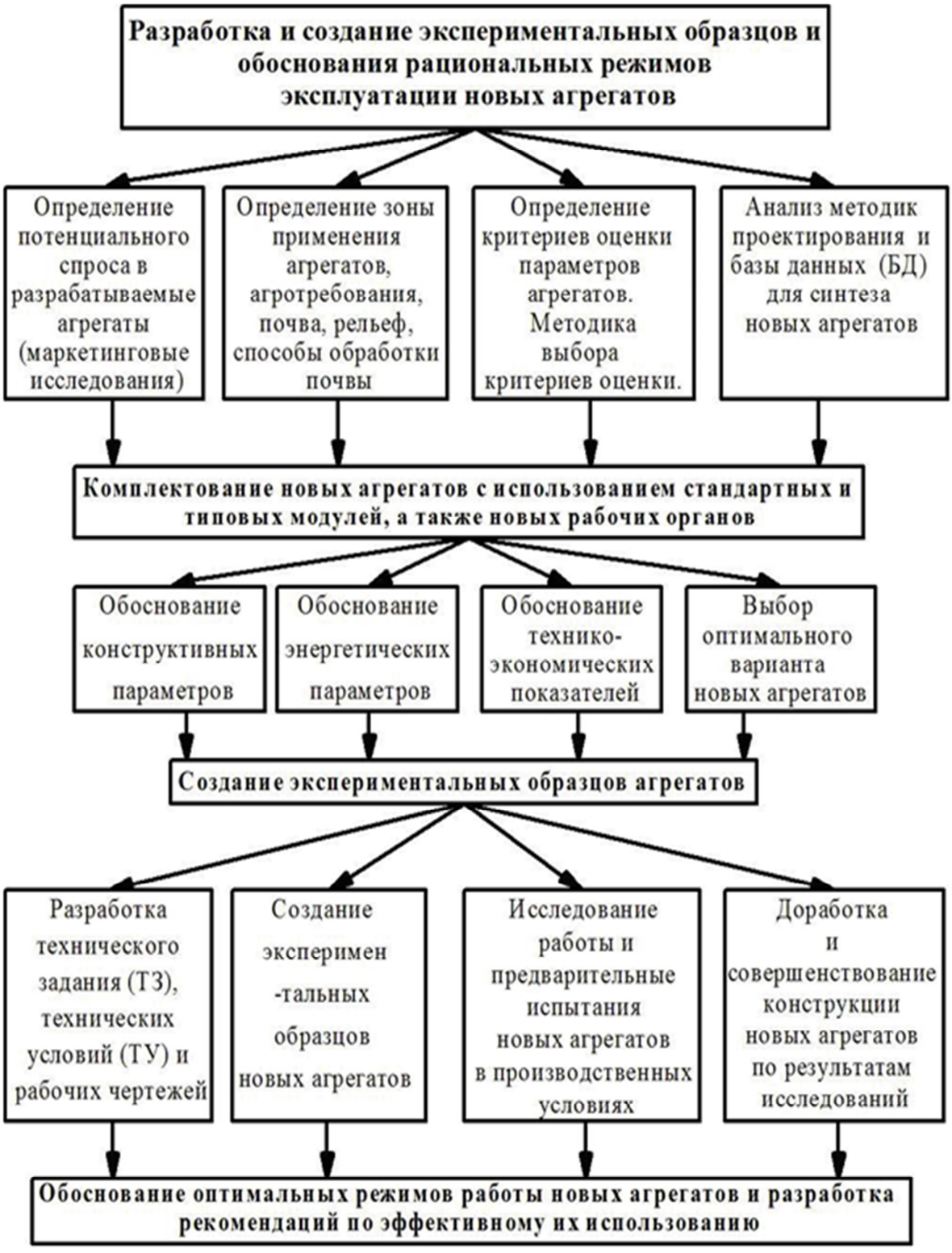


Рисунок 5.33 – Структурная схема разработки энергоэффективных технических средств

Проблема повышения технической надежности машин в принципе решается в процессе проектирования и создания машин.

Проблема повышения эксплуатационной надежности технических средств решается различными способами.

Одним из наиболее доступных способов повышения эксплуатационной надежности машин является разработка и использование карт выполнения технического обслуживания и технологических операций или процессов.

Нами была предложена методика разработки таких карт [1, 2]. Использование информационно-контролирующих карт обеспечивает своевременность выполнения полевых операций, исключает технические отказы, снижает уровень забывчивости работников и их психологическую напряженность. Карты потока облегчают управляющему производством, ответственному за ход выполнения технологии, контроль и корректировку выполнения всех операций технологического процесса [111, 112].

На основе такого принципа с применением ранее разработанных методик [95, 96, 101, 105, 110, 119, 178, 204], основанных на использовании вероятностных моделей анализа эксплуатационных параметров технических средств, разработаны новые почвообрабатывающие и посевные агрегаты для различных зон земледелия. В частности, разработаны и созданы экспериментальные образцы, исследованы работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз».

Разработаны рациональные режимы работы упомянутых почвообрабатывающих и посевных машин в агрегате с тракторами класса 1,4.

Таким образом, оценка эффективности технических средств и технологий производства продукции растениеводства должна быть многокритериальной. В качестве основных критериев эффективности целесообразно использовать – востребованность, максимум энергетического эффекта, минимум энергоемкости технологического процесса, максимум экономического эффекта, максимум КПД агрегата, качество выполнения технологических операций, максимум производительности агрегата, почвозащитность технологии и технических средств, экологическую безопасность технологии и технических средств.

Проблема повышения эффективности техники и технологий должна решаться комплексно с применением современных методов и средств проектирования и использования технических средств и технологий.

5.13. Затраты топлива и энергетика при возделывании пшеницы на повторных посевах в условиях орошаемого земледелия Центрального Таджикистана по традиционной технологии

На основе исследований технологий производства сельскохозяйственных культур в период 1986-2003 гг. учеными Таджикистана были обоснованы структура топливно-энергетических затрат на возделывание хлопчатника (Мирзоев Г.Д., Джабборов Н.И., Асроров Р.С.), пшеницы (Насреддинов А.С.) и картофеля (Тагоймуродов А.Т.) [12, 41, 192, 245].

На основе применяемых в производстве технологических карт нами были рассчитаны затраты энергии на производство пшеницы на повторных посевах в Гиссарской долине Республики Таджикистан.

Представленная структура топливно-энергетических затрат соответствует зоне, где расположены предгорные районы Гиссарской, Яванской и часть Кулябской долин. Эти районы охватывают предгорные земли со значительным уклоном местности. Там выпадает относительно большое количество осадков, которое обеспечивает успешное выращивание культивируемых растений с использованием естественной влаги.

При возделывании зерновых на повторных посевах в этой зоне для получения дружных всходов необходимо производить полив непосредственно после посева.

Анализ технологических карт показывает, что в применяемых в настоящее время технологиях возделывания в растениеводстве используются технические средства, не совсем адаптированные для условий повторного посева зерновых и технических культур.

Таблица 5.50 содержит структуру затрат, касающихся расхода топлива и энергетики при возделывании пшеницы с применением типовой техноло-

гии в условиях Гиссарской долины при искусственном поливе при урожайности зерна 30 и соломы 45 ц/га.

Таблица 5.50 – Энергетические затраты на повторных посевах пшеницы с применением типовой технологии и искусственным поливом при урожайности зерна 30 и соломы 45 ц/га

Показатели	Периоды					
	Допосевной	Посевной	Уход за растениями	Уборочный	Общие затраты	
					МДж	%
Прямые затраты энергии (по топливу)	2393,11	232,40	763,50	879,08	4268,09	17,77
Косвенные энергозатраты: всего	692,89	6322,92	9017,60	3720,7	19754,11	82,23
В том числе в форме:						
- минеральных удобрений	-	4000,0	4000,0	-	8000,0	33,30
- пестицидов	-	300,0	430,0	-	730,0	3,03
- семян	-	1360,0	-	-	1360,0	5,65
- технических средств	596,39	629,4	476,0	3260,0	4961,79	20,64
- орошения	-	-	3900,0	-	3900,0	16,21
- живого труда	96,50	48,24	211,60	460,7	817,04	3,40
ИТОГО:	3086,00	6555,32	9781,10	4599,78	24022,20	-
Затраты энергии по периодам, %	12,85	27,29	40,72	19,14	-	100
Неучтенные затраты энергии, 10 %	30,86	65,55	97,81	46,00	240,22	-
Итого затрат энергии:	3116,86	6620,87	9878,91	4645,78	24262,42	-

Анализ показал, что в типовой технологии возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах допосевной период включает ряд технологических процессов и технических средств для 4-х или 5-кратной

обработки почвы и их подготовки к посеву. Система таких технологических приемов для полного завершения процесса обработки почвы и ее подготовки к посеву требует много времени, которое превышает агротехнически допустимые сроки. Это, в конечном счете, приводит к снижению урожайности возделываемых культур на повторных посевах.

Анализ данных таблицы 5.50 показывает, что прямые затраты энергии, судя по расходу топлива, составляют 4268,09 МДж на 1 га посевов, что соответствует 17,77 % от совокупных затрат на весь процесс производства пшеницы по типовой технологии повторного посева.

При этом косвенные энергозатраты равны 19754,11 МДж/га, что составляют 82,23 % от совокупных энергетических затрат. С учетом 10 % неучтенных затрат энергии полные затраты энергии на технологию возделывания пшеницы по типовой технологии на повторных посевах составляют 24262,40 МДж на 1 га посевов. При урожайности зерна 30 ц с 1 га, удельные затраты энергии составляют 808,75 МДж га 1 центнер полученного урожая зерна.

Таким образом, несовершенство технологии повторного посева зерновых на примере производства пшеницы требует перестройки и переоценки технологии в целом, в том числе технических средств.

Технологию повторного посева с целью повышения ее эффективности необходимо совершенствовать по следующим направлениям:

- модернизировать технические средства, особенно для обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур;

- совершенствовать организацию труда механизаторов и обслуживающего персонала;

- тщательно выбирать и оптимально размещать культуры для повторного посева;

- снижать потери урожая зерновых и других культур для повторного посева в процессе посева, ухода за посевами, уборки и транспортировки полученного урожая.

Из вышеизложенного вытекает, что, во-первых, необходимо заменить традиционную глубокую отвальную и предпосевную обработку почвы на поверхностную на глубину заделки удобрений и посева семян.

Во-вторых, по возможности необходимо применять комбинированные почвообрабатывающе-посевные агрегаты с целью сокращения агротехнического срока посева и количества технологических операций в технологии.

На рисунке 5.34 показана структурно-технологическая схема и удельный вес энергетических затрат при возделывании пшеницы повторным посевом с применением типовой технологии и полива при урожайности зерна 30 и соломы 45,0 ц/га.

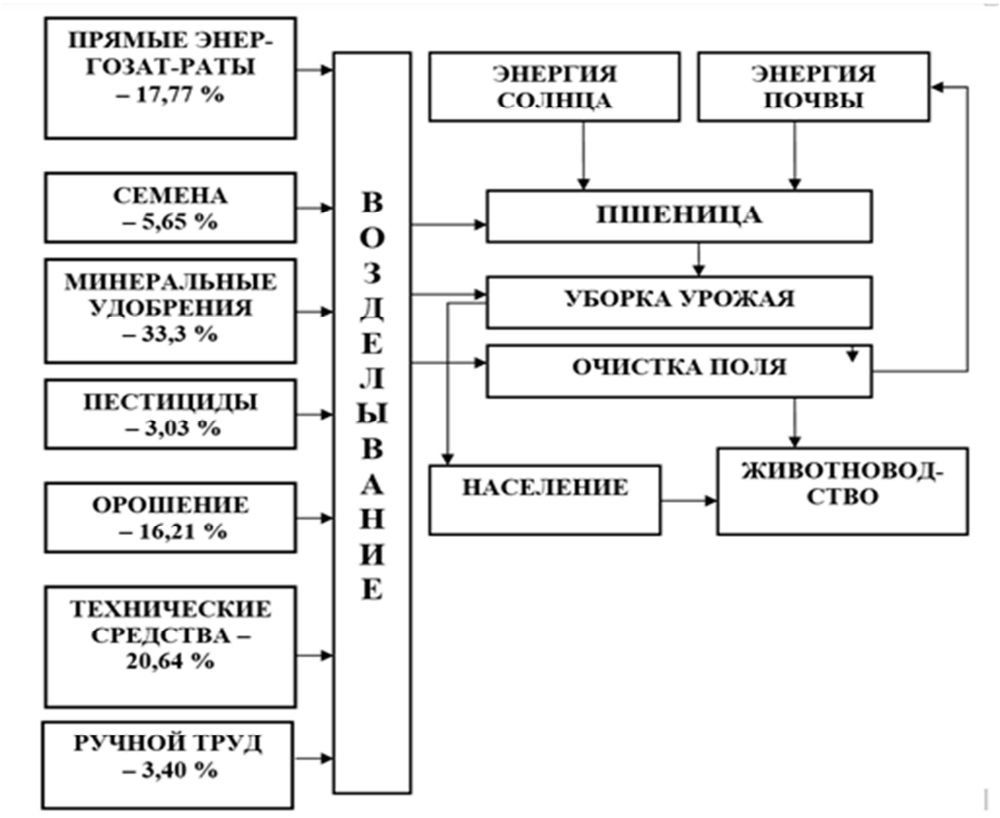


Рисунок 5.34 – Структурно-технологическая схема и удельный вес затрат энергии на возделывание пшеницы в повторном посеве с применением типовой технологии и полива при урожайности зерна 30 ц/га и соломы 45,0 ц/га

5.14. Энергетические затраты на производство пшеницы на повторных посевах в условиях орошаемого земледелия Центрального Таджикистана по энергосберегающей технологии

С учетом применения в технологиях повторного посева спроектированных нами комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» были разработаны новые технологические карты с расчетом энергетических затрат.

В таблице 5.51 приведены топливно-энергетические затраты на производство пшеницы при повторном посеве с применением рекомендуемой энергосберегающей технологии на поливных землях (урожайность зерна 35-38 ц/га; соломы 50-52 ц/га).

В рекомендуемой технологии повторного посева имеется 3 основных периода: посевной период, в котором предложена одновременная обработка почвы и ее подготовки к посеву, совмещенная с посевом семян и внесением определенной дозы минеральных удобрений; следующий период – это уход за посевами и, наконец, уборка урожая.

Первые два периода имеют отличие от типовой технологии внесением меньшей дозы удобрений в фазе кущения зерновых и выхода в трубку.

Таблица 5.51 – Энергетические затраты на повторных посевах пшеницы по рекомендуемой энергосберегающей технологии с искусственным поливом при урожайности зерна 35-38 и соломы 50-52 ц/га

Показатели	Периоды				
	Посевной	Уход за посевами	Уборочный	Общие затраты	
				МДж	%
1	2	3	4	5	6
Прямые затраты энергии, выраженные расходом топлива	655,69	763,50	879,08	2298,27	10,68
Косвенные энергозатраты: всего	8082,51	7417,60	3720,7	19220,81	89,32

Продолжение таблицы 5.51

1	2	3	4	5	6
В том числе в форме:					
- минеральных удобрений	5600,0	2400,0	-	8000,0	37,18
- пестицидов		430,0	-	430,0	2,0
- семян	1360,0	-	-	1360,0	6,32
- технических средств	1066,87	476,0	3260,0	4802,87	22,32
- орошения	-	3900,0	-	3900,0	18,12
- живого труда	55,64	211,60	460,7	727,94	3,38
ИТОГО:	8738,20	17198,70	4599,78	21519,08	-
Затраты энергии по периодам, %	28,62	56,32	15,06	-	100
Неучтенные затраты энергии, 10 %	87,38	171,98	46,00	305,36	-
Итого затрат энергии:	8825,58	17370,68	4645,78	21824,44	-

В рекомендуемой технологии, технические средства КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» обеспечивают совмещение операций по обработке почвы, внесению минеральных удобрений и посеву зерновых культур, на требуемую глубину, а также нарезку поливных борозд.

Анализ структуры топливно-энергетических затрат (см. таблицу 5.51) показывает, что прямые энергетические затраты, выраженные расходом топлива, составляют 2298,27 МДж на 1 га посевов. Удельный вес прямых энергозатрат составляет 10,68 % от общих затрат энергии на технологию (без учета неучтенных затрат энергии).

Косвенные энергозатраты составляют 19220,81 МДж на 1 га посевов, что составляют 89,32 % от общих затрат энергии на технологию.

С учетом 10 % неучтенных затрат энергии, полные энергозатраты на производство пшеницы на повторных посевах по рекомендуемой энергосберегающей технологии на поливных землях составляют 21824,44 МДж на 1 га посевов.

На рисунке 5.35 показана структурная схема и удельный вес энергетических затрат на производство пшеницы на повторных посевах по рекомендуемой энергосберегающей технологии на поливных землях при урожайности зерна 35-38 ц/га и соломы 50-52 ц/га.

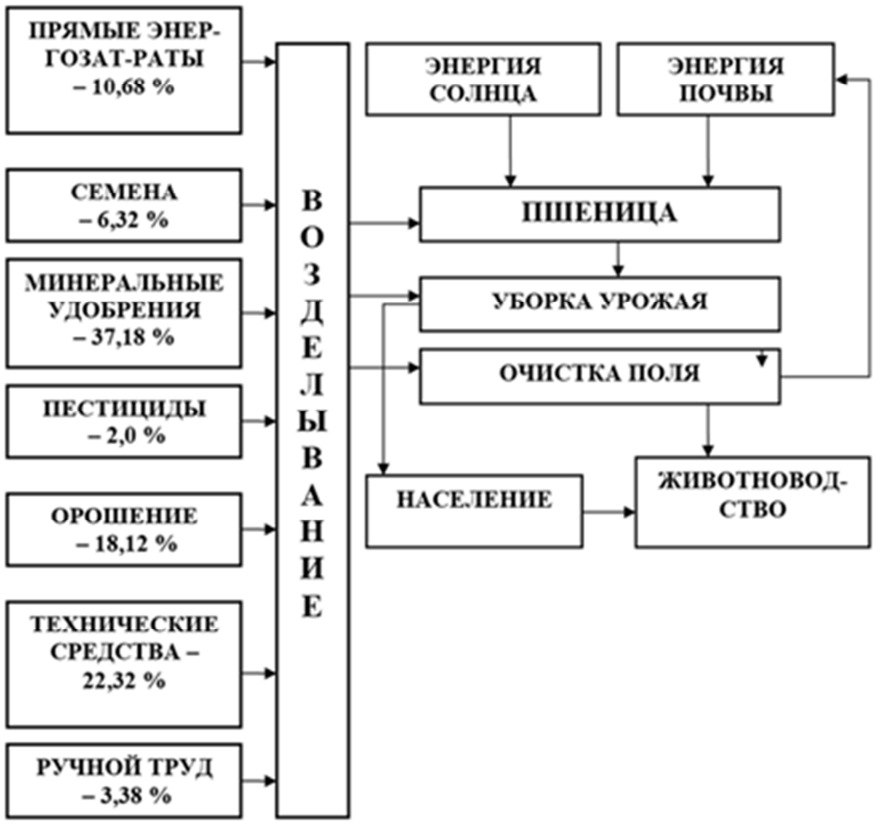


Рисунок 5.35 – Структурная схема и удельный вес энергетических затрат на производство пшеницы на повторных посевах по рекомендуемой энергосберегающей технологии на поливных землях при урожайности зерна 35-38 ц/га и соломы 50-52 ц/га

5.15. Выводы по разделу 5

1. Для двух разработанных способов проведения комбинированной операции по обработке почвы совместно с посевом культур и конструкций двух комбинированных агрегатов для их реализации существующая система

агротехнической оценки по каждой отдельной операции не может быть применена, так как содержит 24 показателя, которые не учитывают взаимного влияния в условиях совместного выполнения обработки почвы и посева. Качество работы почвообрабатывающе-посевных агрегатов должно контролироваться предложенной сбалансированной системой наиболее значимых показателей, которая содержит для агрегата КМ-1,8 «Кишоварз» семь, и для агрегата КМ-2,4 «Кишоварз» восемь предложенных показателей.

2. Разработана методика определения качественного функционирования комбинированного агрегата, которая учитывает случайность рассеивающих факторов, под действием которых контролируемые параметры работы почвообрабатывающе-посевных агрегатов изменяются по нормальному закону плотности вероятности случайной величины. Качество функционирования оценивается по среднему квадратическому отклонению контролируемого параметра в сравнении с допускаемым, которое равно допуску на параметр, умноженному на коэффициент $К_{ХВ}$=0,167.

3. При изменении скорости движения комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» от 0,51 до 1,64 м/с среднее квадратическое отклонение глубины обработки почвы не превышает 2,20 см по сравнению с допускаемым, равным 3,34 см. В опытах с агрегатом МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» при скорости движения от 0,90 до 1,97 м/с среднее квадратическое отклонение глубины обработки почвы не превышает 1,12 см, что свидетельствует о качественной работе агрегатов по показателю стабильности глубины обработки. Аналогично определено высокое качество работы по тяговому усилию трактора, тяговой мощности трактора, производительности агрегата, энергоёмкости технологических процессов по комбинированному посеву зерновых и пропашных культур обоими агрегатами.

4. На основании экспериментальных данных с использованием интерполяционной формулы Лагранжа составлены эмпирические зависимости для определения вероятностных характеристик глубины обработки почвы, тяго-

вого усилия, степени рыхления почвы, удельного расхода топлива на гектар выполненной работы, энергоемкости технологического процесса, прямых топливно-энергетических затрат в функции от скорости движения обоих почвообрабатывающе-посевных агрегатов.

5. Результаты фотографии рабочего времени комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1 + КМ-1,8 «Кишоварз» показали, что удельный расход топлива на единицу выполненной работы составляет 11,1 кг/га, коэффициент надежности технологического процесса – 0,95, а затраты труда – 3,175 чел.-час/га. Для агрегата МТЗ-82.1 + КМ-2,4 «Кишоварз» эти показатели соответственно равны 8,3 кг/га, 0,96, и 1,71 чел.-час/га.

6. На основании технических характеристик двигателя Д-243 и трактора МТЗ-82.1 получены расчётные формулы и подсчитаны оптимальные значения эксплуатационных показателей обоих агрегатов, соответствующие критериям качества работы и минимуму энергоемкости технологического процесса в условиях случайно изменяющейся нагрузки с заданным коэффициентом вариации.

7. Определены оптимальные значения и составлены расчётные формулы для вычисления установочных допусков на энергетические и технико-экономические показатели обоих комбинированных агрегатов, соответствующих минимуму энергоёмкости и критерию качества работы при случайном характере нагрузки. Оптимальная энергоемкость комбинированной операции, выполняемой агрегатом МТЗ-82.1+КМ-1,8, равна 8738,2 МДж/га, КПД трактора равен 0,52. При максимально возможном КПД, равном 0,65 энергоёмкость может понизиться до 7602,0 МДж/га. Коэффициент энергетической эффективности агрегата равен 0,87.

8. Предложены критерии повышения эффективности комбинированных агрегатов и разработана структурная схема дальнейшей модернизации почвообрабатывающе-посевных комплексов.

9. При традиционной технологии выращивания пшеницы прямые затраты энергии (по расходу топлива) равны 4268 МДж на 1 га посевов, что

составляет 17,77 % от совокупных энергетических затрат. Полные затраты, включая косвенные, составляют 24262 МДж. По предлагаемой технологии прямые энергетические затраты равны 2298 МДж, что составляет 10,68 % от совокупных энергетических затрат. Полные затраты, включая косвенные, составляют 21824 МДж/га. При этом урожайность зерна повышается с 30 до 35-38 ц/га. Таким образом, предлагаемая технология и разработанные почвообрабатывающе-посевные комплексы обеспечивают уменьшение прямых энергозатрат на 46%, полных затрат – на 10% и прирост урожая за счёт лучшего качества работ – на 16-26 %.

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСЛЕДОВАНИЙ

6.1. Сравнение энергозатрат на обработку почвы и посев по двум технологиям

Технико-экономическая оценка эффективности использования комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» и МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» определялась сравнением величины прямых топливно-энергетических затрат на единицу выполненной работы по двум технологиям – типовой и рекомендуемой.

Размер ожидаемого годового энергетического эффекта от внедрения разработок определяется по формуле [87, 88]:

$$\overline{Э}_{Г}^{*} = (\overline{E}_{i}^{TT} - \overline{E}_{i}^{PT}) \cdot \overline{W}_{ч}^{*} \cdot t_{г}, \qquad (6.1)$$

где $\overline{E}_{i}^{TT}$ – затраты энергии на технологический процесс по типовой технологии, МДж/га;

$\overline{E}_{i}^{PT}$ – затраты энергии на технологический процесс по рекомендуемой технологии, МДж/га;

$\overline{W}_{ч}^{*}$ – оптимальное значение производительности агрегата, га/ч;

$t_{г}$ – зональная годовая загрузка агрегата, ч.

Типовая технология для подготовки почвы и повторного посева сельскохозяйственных культур в основных зонах земледелия Таджикистана предусматривает пахоту на глубину 25-30 см (Т-4А+ПЯ-3-35), разравнивание свальных гребней и развальных борозд (Т-4А+ГН-2,8), дискование (Т-4А+БДТ-3), предпосевную культивацию с боронованием (МТЗ-82.1+КПС-4+БЗТС-1,0) и посев семян (МТЗ-82.1+СЗ-3,6).

Разработанная нами энергосберегающая технология предусматривает одновременную обработку почвы, внесения минеральных удобрений, посев семян с нарезкой поливных борозд одними комбинированными агрегатами МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» и МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз».

Результаты расчетов эффективности применения комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Экономичность и энергоемкость основных операций типовой и рекомендуемой технологий обработки почвы.

Вид технологического процесса, МТА	Величина прямых топливно-энергетических затрат $\overline{E}_{п}$, МДж/га	Величина полных топливно-энергетических затрат $\overline{E}_{i}$, МДж/га
Типовая технология		
Вспашка Т-4А+ПЯ-3-35	1594,17	1994,51
Разравнивание свальных гребней и развальных борозд Т-4А+ГН-2,8	98,02	124,85
Дискование Т-4А+БДТ-3	469,03	661,28
Предпосевная культивация с боронованием МТЗ-82.1+КПС-4+БЗТС-1,0	231,88	305,34
Посев с внесением минеральных удобрений и нарезкой поливных борозд МТЗ-82.1+СЗ-3,6	232,40	6555,31
Всего	2625,50	9641,31
Рекомендуемая технология		
Обработка почвы, внесение минеральных удобрений, посев, нарезка поливных борозд МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз»	655,69	8738,20
Всего	655,69	8738,20

Сравнение данных, приведенных в таблице 6.1 показывает, что снижение прямых топливно-энергетических затрат, которые выражаются расходом топлива в случае применения предлагаемой технологии, составляет более 2000 МДж/га. При этом полный размер топливно-энергетических затрат

снижается более чем на 900 МДж/га в сравнении с типовой технологией обработки почвы.

Данное снижение расхода энергии происходит за счет обеспечения наиболее рациональных режимов работы агрегата в предлагаемой технологии. В этой связи ожидаемая годовая экономия энергии, обусловленная применением оптимальных режимов и параметров работы машинно-тракторного агрегата МТЗ-82.1 с КМ-1.8 «Кишоварз» может быть определена путем сравнения топливных и энергетических затрат на обработку 1 га в случае применения базовой и новой технологий, а также рекомендуемых скоростных и нагрузочных режимах работы МТА (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Значения показателей эффективности работы комбинированго агрегата

Схема машинно-тракторного агрегата	$\overline{W}_ч^*$, га/ч	$\overline{E}_i^*$, МДж/га	$\overline{Э}_Г^*$, МДж/агр.
МТЗ-82.1+КМ-1.8 «Кишоварз»	0,660*	8567,511	-
	0,690**	8558,153	774,842
*) - типовой вариант при $\lambda^*_{\overline{M}_к} = 0{,}850$ (ГОСТ7057-81). **) – предлагаемый вариант $\lambda^*_{\overline{M}_к} = 0{,}981$ при коэффициенте вариации нагрузки $\nu_м = 0{,}167$.			

Представленные результаты наглядно показывают, что в случае применения новой технологии, предусматривающей наиболее рациональные параметры и режимы работы предлагаемого комбинированного агрегата, значение энергетического эффекта равно 774,8 МДж.

Произведенная энергетическая оценка спроектированных комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин в технологиях возделывания зерновых культур на повторных посевах, результаты которой приведены в таблицах 6.1 и 6.2, показывает, что предложенные технико-технологические решения обеспечивают в целом снижению удельных энергозатрат на единицу производимой продукции.

В таблице 6.3 приведены данные для сравнительной оценки эффективности возделывания пшеницы по типовой и рекомендуемой технологиям.

Таблица 6.3 – Размер топливно-энергетических затрат по сравниваемым технологиям возделывания пшеницы

Энергетические затраты	Типовая технология	Рекомендуемая (энергосберегающая) технология	
		МДж/га	%
Прямые энергетические затраты, МДж/га	4268,09	2298,27	53,85
Косвенные энергетические затраты, МДж/га	19754,11	19220,81	97,30
Совокупные энергетические затраты, МДж/га (с учетом 10 % неучтенных затрат)	24262,42	21824,44	89,95

Данные таблицы 6.3 показывают, что для возделывания пшеницы по рекомендуемой (энергосберегающей) технологии необходимо 21824,44 МДж энергии на 1 га, что на 2437,90 МДж меньше по сравнению с типовой технологией. При этом экономия прямых энергозатрат доходит до 1969,8 МДж/га, а косвенных энергозатрат – 533,3 МДж/га.

При производстве пшеницы по рекомендуемой технологии в связи с совершенствованием технологии обработки почвы и посева, а также технических средств обеспечивается повышение урожайности.

В таблице 6.4 приведены удельные затраты энергии на производство пшеницы по названным выше технологиям.

Таблица 6.4 – Энергетические затраты по сравниваемым технологиям производства пшеницы

Энергетические затраты	Типовая технология	Рекомендуемая (энергосберегающая) технология
Удельные прямые, МДж/ц	142,27	60,48
Удельные косвенные, МДж/ц	658,47	505,81
Удельные совокупные, МДж/ц (с учетом 10 % неучтенных затрат)	808,75	574,33

Данные таблицы 6.4 свидетельствуют о том, что освоение рекомендуемой технологии возделывания пшеницы на повторных посевах обеспечивает снижение удельных энергетических затрат с 808,75 МДж/ц до 574,33 МДж/ц, то есть на 28-29 % по сравнению с типовой технологией, которая применяется в настоящее время в хозяйствах Республики Таджикистан.

Рекомендуемая энергосберегающая технология возделывания сельскохозяйственных культур в целом включает в себя совершенствование технологии обработки почвы и посева за счет применения предложенных нами новых технических средств – комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз», рациональных режимов их работы, обеспечивающих полевые работы в сжатые агротехнические сроки с экономией энергетических и трудовых затрат.

6.2. Выводы по разделу 6

1. Прямые топливно-энергетические затраты на обработку почвы и посев, выраженные расходом топлива, по традиционной технологии составляют 2625,5 МДж на 1 га, а полные затраты – 9641,3 МДж/га. По реко-

мендуемой технологии эти затраты соответственно равны 655,7 и 8738,2 МДж/га. Экономия прямых затрат составляет 1969,8 МДж/га, или 75%, экономия полных затрат равна 903,1 МДж/га, или 9,3 %.

2. Реализация оптимальных режимов работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» позволяет получить дополнительный энергетический эффект в размере 774,8 МДж на один агрегат.

3. С учётом прироста урожайности за счёт улучшения качества работ рекомендуемая технология возделывания пшеницы на повторных посевах обеспечивает снижение удельных энергетических затрат с 808,75 МДж/ц до 574,33 МДж/ц, то есть на 28-29 % по сравнению с типовой технологией, которая применяется в настоящее время в хозяйствах Республики Таджикистан.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основании анализа природно-климатических условий Республики Таджикистан выявлены резервы увеличения производства продукции земледелия, заключающиеся в возможности введения в севооборот повторного посева на площади более 130 тыс. га, и выбраны культуры, наиболее приспособленные к условиям повторного посева. В целях уменьшения затрат энергии и улучшения качества полевых работ обоснована необходимость создания комбинированных агрегатов по обработке почвы и одновременному посеву, которые уменьшат число проходов техники по полю и сократят сроки проведения повторного посева.

2. Усовершенствована методика оценки эффективности и составления сбалансированной системы эксплуатационных параметров и показателей оценки эффективности комбинированных агрегатов, которая реализует следующие принципы анализа производственного процесса:

- математические выражения для вычисления главного критерия эффективности, показателей затрат энергии и других технико-экономических показателей выведены с учётом меры рассеяния внешней нагрузки, и их оптимизация производится с учетом качества технологических операций;

- обоснование оптимальных значений целевой функции (критериев оптимизации) производится с учетом их структуры с выявлением наиболее напряженных составляющих, что необходимо для выявления возможных путей экономии энергии;

- методика учитывает случайность рассеивающих факторов, под действием которых контролируемые параметры работы почвообрабатывающе-посевных агрегатов изменяются по нормальному закону плотности вероятности случайной величины. Качество функционирования оценивается по среднему квадратическому отклонению контролируемого параметра в сравнении с допускаемым, которое равно допуску на параметр, умноженному на коэффициент K_{XB}=0,167.

3. Разработанный на уровне изобретения комбинированный способ обработки почвы и посева основан на реализации возможности одновременного выполнения шести-семи технологических операций с существенной экономией рабочего времени и лучшим использованием почвенной влаги, а создание новых комбинированных агрегатов, защищённых патентами республики Таджикистан, выполнено по наиболее важным научным принципам:

- принципу экономии энергии в технологических процессах и операциях;
- принципу повышения энергоэффективности технических средств и технологических материалов;
- принципу выбора оптимальной структуры технологии.

4. Предложенная методика расчета оптимальных параметров и режимов работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных комплексов учитывает случайные изменения нагрузки на агрегаты, распределённые по закону нормальной плотности случайной величины (закону Гаусса), использует сбалансированную систему агротехнических показателей, адаптированную к комбинированным агрегатам, и предполагает оценку качества работы по допускаемому разбросу значений контролируемого параметра.

5. При рабочей скорости движения комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 от 0,51 до 1,64 м/с среднее квадратичное отклонение глубины обработки почвы не превышает 2,20 см по сравнению с допускаемым, равным 3,34 см. В опытах с агрегатом МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» при скорости движения от 0,90 до 1,97 м/с среднее квадратическое отклонение глубины обработки почвы не превышает 1,12 см, что свидетельствует о качественной работе агрегатов по показателю стабильности глубины обработки. Аналогично определено высокое качество работы по тяговому усилию трактора, тяговой мощности трактора, производительности агрегата, энергоёмкости технологических процессов по комбинированному посеву зерновых и пропашных культур обоими агрегатами. Методика предусматривает разработанную систему визуализации выполне-

ния технологического процесса в форме карт, наглядно поясняющих ход выполнения и облегчающих контроль проведения полевых работ.

6. На основании экспериментальных данных при комбинированном посеве зерновых и пропашных культур по предложенной технологии, а также технических характеристик применяемых тракторов и их двигателей составлены эмпирические уравнения контролируемых эксплуатационных и агротехнических показателей в условиях случайного характера изменений скорости движения. Эмпирические выражения по критерию согласия Пирсона χ^2 не противоречат теоретическим зависимостям и позволяют выбрать оптимальные режимы по критериям минимума энергозатрат и высокого качества проведения операции.

7. Определены оптимальные значения и составлены расчётные формулы для вычисления установочных допусков на энергетические параметры, выбираемые для эффективной работы, и технико-экономические показатели работы обоих комбинированных агрегатов, соответствующих минимуму энергоёмкости и критерию качества работы при изменении коэффициента вариации нагрузки. Оптимальное значение энергоемкости технологического процесса, выполняемого агрегатом МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз», равно 8738,2 МДж/га, КПД трактора равен 0,52. При максимально возможном КПД, равном 0,65, энергоёмкость может понизиться до 7602,0МДж/га. Коэффициент энергетической эффективности агрегата равен 0,87.

8. При выращивании пшеницы по традиционной технологии прямые энергетические затраты, выраженные расходом топлива, равны 4268 МДж на 1 га посевов, что составляет 17,77 % от совокупных энергетических затрат. Полные затраты, включая косвенные, составляют 24262 МДж/га. По предлагаемой технологии прямые энергетические затраты равны 2298 МДж/га, что составляет 10,68 % от совокупных энергетических затрат. Полные затраты, включая косвенные, составляют 21824МДж/га. При этом урожайность зерна повышается с 30 до 35-38 ц/га. Таким образом, предлагаемая технология и

разработанные почвообрабатывающе-посевные машины обеспечивают уменьшение прямых энергозатрат на 46%, полных затрат – на 10% и прирост урожая за счёт лучшего качества работ – на 16-26 %.

9. С учётом прироста урожайности за счёт улучшения качества работ в оптимальные агротехнические сроки рекомендуемая технология возделывания пшеницы на повторных посевах обеспечивает снижение удельных энергетических затрат с 808,75 МДж/ц до 574,33 МДж/ц, то есть на 28-29 % по сравнению с типовой технологией. Реализация оптимальных режимов работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» позволяет получить дополнительный энергетический эффект в размере 774,8 МДж на один агрегат. В целом реализация оптимальных и допускаемых режимов работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» обеспечивает получение годового энергетического эффекта в размере 74777-85600 МДж на 1 гектар.

Возможное направление дальнейших исследований

Разработка автоматизированного рабочего места (АРМ) с пакетом компьютерных программ для автоматизированного проектирования перспективных технических средств, обеспечивающих энергоэффективность технологических процессов и технологий возделывания сельскохозяйственных культур в условиях орошаемого земледелия Таджикистана. Уточнить нормы потребности отрасли растениеводства в комбинированных многооперационных машинах, а также нормы их выработки и расхода топлива с учетом почвенно-рельефных и климатических условий их функционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев Л.Е. Основы расчета оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов [Текст] / Л.Е. Агеев. – Л.: Колос, Ленинградское отделение, 1978. – 296 с.

2. Агеев Л.Е. Методические указания по оценке качества технологических операций в растениеводстве [Текст] / Л.Е. Агеев. – Л. – Пушкин,1983. – 15 с.

3. Агеев Л.Е. Эксплуатация энергонасыщенных тракторов [Текст] / Л.Е. Агеев, С.Х. Бахриев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.

4. Агеев Л.Е. Оптимизация энергетических параметров МТА [Текст] / Л.Е. Агеев, Н.И. Джабборов, В.А. Эвиев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2004. – № 2. – С. 19–20.

5. Агеев Л.Е. Сверхмощные тракторы сельскохозяйственного назначения [Текст] / Л.Е. Агеев, В.С. Шкрабак, В.Ю. Моргулис-Якушев. – Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1986. – 415 с.

6. Агеев Л.Е. Техническое обеспечение почвозащитных энергосберегающих технологий. Учебное пособие [Текст] / Л.Е. Агеев, В.А. Эвиев. – СПб. – Пушкин: Тип. СПбГАУ, 2005. – 145 с.

7. Агроклиматические ресурсы Таджикской ССР, Часть 1 [Текст]. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1976. – 215 с.

8. Акрамов Ю.А. Действие органических веществ и минеральных удобрений на плодородие и производительность почв [Текст] / Ю.А. Акрамов. – Душанбе: Ирфон, 1983. – 48 с.

9. Антипов-Каратаев И.Н. Вопросы происхождения и географического распространения солонцов СССР [Текст] / И.Н. Антипов-Каратаев. – Мелиорация солонцов в СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1953. – С. 11-266.

10. Артемьев В.Г. Агробиологические основы использования сельскохозяйственной техники [Текст] / В.Г. Артемьев, В.П. Зайцев, М.В. Воронина. – Ульяновск, 2008.

11. Артюшин А.А. Конкурентоспособные блочно-модульные культиваторы [Текст] / А.А. Артюшин, С.В. Рыжов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. – 2001. – № 2. – С. 2-4.

12. Асроров Р.С. Энерго-технологическая оценка работы сельскохозяйственных агрегатов с тракторами классов 3, оснащенных ДПМ, и 4 [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб – Пушкин, 1994. – 17 с.

13. Асроров К.А. Биопотенциальная характеристика орошаемых зон Таджикистана [Текст] / К.А. Асроров. – Пути интенсификации орошаемого земледелия в хлопкосеющих районах Средней Азии. – Душанбе, 1982. – С. 41-50.

14. Ахмадов Б.Р. Технико-технологические основы повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в повторных посевах [Текст] / Б.Р. Ахмадов. – Душанбе, издательство «ИРФОН»: Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур, 2015. – 216 с.

15. Ахунов Т.И. Анализ параметров гераноуборочной машины и их оптимизация [Текст] / Т.И. Ахунов. – Сб. научных трудов ТСХИ. Вопросы механизации с.-х. производства, эксплуатации и ремонта машин. – Душанбе, 1991. – С. 3-8.

16. Ахунов Т.И. Теория и методы повышения эффективности технологии и средств механизации возделывания и уборки розовой герани с учетом вероятностной природы условий их функционирования [Текст] // Автореф. дисс. докт. техн. наук, С.-Пб – Пушкин, 1992. – 29 с.

17. Ахунов Т.И. Обоснование технологического процесса дозирования семян универсальной сеялки-культиватора при высеве мелкосемянных культур [Текст] / Т.И. Ахунов, Т.Ш. Назаров. – Материалы Республиканских конференций: «Проблемы повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники» и «Использование новых технологий и машин в растениеводстве и пути повышения их эффективности» за 2006 – 2007 гг. ТАСХН, РНТЦМ. – Душанбе, 2008. – С. 59-61.

18. Ахмадов Б.Р. Повышение эффективности функционирования трак-

торов класса 4,0 в условиях Республики Таджикистан путем обоснования допускаемых режимов их работы [Текст] // Автореф. дисс. канд. техн. наук, Санкт-Петербург, 2006. – 18 с.

19. Ахмадов Б.Р. Эксплуатационные допуски для оценки эффективности функционирования МТА КМ-1,8 «Кишоварз» [Текст] / Б.Р. Ахмадов, Н.И. Джабборов // Кишоварз, 2013. – № 1. – С. 21-23.

20. Ахмадов Б.Р. Повышение уровня механизации повторного посева сельскохозяйственных культур в Таджикистане [Текст] / Б.Р. Ахмадов, Б.Б. Ходжиев, Н.И. Джабборов // Кишоварз, 2013. – № 2. – С. 28-30.

21. Ахмадов Б.Р. Оптимальные режимы работы почвообрабатывающе-посевного агрегата [Текст] / Б.Р. Ахмадов, Б.Б. Ходжиев // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 1. – С. 28-29.

22. Ахмадов Б.Р. Вероятностно-статистическая оценка агротехнических показателей комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» [Текст] / Б.Р. Ахмадов, Н.И. Джабборов // Кишоварз. – 2013. – № 3. – С. 22-24.

23. Ахмадов Б.Р. Результаты предварительных испытаний и показатели эксплуатационно-технологической оценки работы комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-1,8 «Кишоварз» в агрегате трактором тягового класса 1,4 [Текст] / Б.Р. Ахмадов, Б.Б. Ходжиев // Журнал «Кишоварз» (Земледелец) Таджикского Аграрного университета. – Душанбе, 2011. – № 3 – С. 29-33.

24. Ахмадов Б.Р. Вероятностно-статистическая оценка агротехнических и технико-экономических показателей МТА с тракторами класса 1,4 [Текст] / Б.Р. Ахмадов, Б.Б. Ходжиев, Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин // Журнал «Кишоварз» (Земледелец) Таджикского Аграрного университета. – Душанбе, 2011. – № 4. – С. 39-41.

25. Ахмадов Б.Р. Ротационные рабочие органы в почвообрабатывающе-посевной машине [Текст] / Б.Р. Ахмадов, М. Сафаров, Б.Б. Ходжиев // Материалы Международной научно-практической конференции на тему

«Актуальные проблемы, перспективы развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана». ТАСХН, Институт земледелия, 18-19 сентября 2012 г. – С. 83-85.

26. Ахмадов Б.Р. Способ одновременной обработки почвы и посева зерновых культур. Патент Республики Таджикистан № TJ- 431 от 31.05.2011.

27. Ахмадов Б.Р. Комбинированная машина КМ-1,8 «Кишоварз» для поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур. Патент Республики Таджикистан № TJ-429 от 28.12.2010.

28. Ахмадов Б.Р. Оптимальные режимы работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» [Текст] / Б.Р. Ахмадов, Б.Б. Ходжиев // Материалы Международной научно-практической конференции на тему «Эффективное использование биоклиматических факторов, при выращивании сельскохозяйственных культур на пахотных землях», посвященной 20-летию XVI Сессии Шурои Оли Республики Таджикистан и 15-летию Национального примирения. – Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, – Душанбе, 31.03. 2012. – С. 284-288.

29. Багаев Э.Х. Повышение эффективности функционирования МТА за счет оптимизации скоростных и нагрузочных режимов (на примере тракторов класса 14 кН) [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб – Пушкин, 1998. – 16 с.

30. Багдасарян С. Г. Формирование урожая зерна разных гибридов кукурузы в пожнивных посевах при внесении расчетных норм удобрений [Текст] / С.Г. Багдасарян. – Научные основы интенсивной технологии возделывания полевых культур в Таджикистане. – Сборник научных трудов Тадж. СХИ. – 1991. – С. 46. 30.

31. Багнюк П.В. Оценка допускаемых значений энергетических показателей трактора класса 3 с ДПМ в составе тягового и тягово-приводного агрегатов (на примере агрегатов ДТ-75Н+БДТ-3,0 и ДТ-75Н+ВПК-4,5): автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1990. – 17 с.

32. Баширов Р.М. Оптимизация эксплуатационных параметров и рас-

пределения машинно-тракторных агрегатов по операциям [Текст] / Р.М. Баширов. – Уфа: изд-во БГАУ, 1998. – 178 с.

33. Бойков В.М. Инновации в технологии основной обработки почвы для возделывания сои [Текст] / В.М. Бойков, С.В. Старцев, О.Н. Чурляева // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 1-2 (43). – С. 11-14.

34. Болтинский В.Н. Работа тракторного двигателя на неустановившейся нагрузке [Текст] / В.Н. Болтинский. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 216 с.

35. Бубнов В.З. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / В.З. Бубнов, М.В. Кузьмин. – М.: Колос, 1980. – 231 с.

36. Вайнруб В.И. Механизация обработки почвы и посева в Нечерноземной зоне [Текст] / В.И. Вайнруб, М.Г. Догановский. – М.: Россельхозиздат, 1977. – 190 с.

37. Вайнруб В.И. Повышение эффективности использования энергонасыщенных тракторов в Нечерноземной зоне [Текст] / В.И. Вайнруб, М.Г. Догановский. – Л.: Колос, 1982. – 224 с.

38. Вайнруб В.И. Технология производственных процессов и операций в растениеводстве [Текст] / В.И. Вайнруб, П.В. Мишин, В.Х Хузин. – Чебоксары.: Издательство «Чувашия», 1999. – 456 с.

39. Валге А.М. Обработка данных в EXCEL на примерах [Текст] / А.М. Валге. – Методическое пособие. – СПб.: СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2010. – 104 с.

40. Валге А.М. Повышение эффективности работы сельскохозяйственной техники путем моделирования процессов на стадии исследования и разработки технологий и машин [Текст]: автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н.: специальность 05.20.01 / [Сев.-Зап. НИИ механизации и электрификации сел.хоз-ва]. - СПб.; Пушкин: Б.и.: 2000. – 44 с.

41. Валге А.М. Обработка экспериментальных данных и моделирование динамических систем при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства [Текст] / А.М. Валге. – СПб.:

СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2002. – 176 с.

42. Валге, А.М. Основы статистической обработки экспериментальных данных при проведении исследований по механизации сельскохозяйственного производства с примерами на STATGRAPHICS и EXCEL [Текст] / А.М. Валге, Н.И. Джабборов, В.А. Эвиев. – СПб; Элиста: Изд-во Калмыцкого ун-та, 2015. – 140 с.

43. Василенко В.В. Воронежские плуги [Текст] / В.В. Василенко, Г.А. Халфин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2001. − № 6. – С. 16.

44. Василенко В.В. Свекловичные плуги из Воронежа [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2002. − №7. – С. 27-28.

45. Василенко В.В. Свекловичный плуг для трактора МТЗ-1221 [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2003. − №6. – С.14.

46. Василенко В.В. Вспашка без глыб [Текст] / В.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2005. − №7. – С. 39-40.

47. Василенко В.В. Перспективное направление в системе обработки почвы [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2007. − №1. – С. 8-10.

48. Василенко В.В. Теория и расчёт рабочих органов сельскохозяйственных машин. Курс лекций [Текст]: учебное пособие / В.В. Василенко. – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. − 2007. – 196 с.

49. Василенко В.В. Технологические особенности плугов серии «Богатырь» [Текст] / В.В. Василенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. − №5. – С. 7-8.

50. Василенко В.В. Вибрирующий корпус плуга [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров, Г.А. Халфин, А.И. Сергиенко, В.Ф. Тупикин // Вестник Воронежского ГАУ. – Воронеж, 2009. − №1 (20). – С. 33-36.

51. Василенко В.В. Универсальное орудие для обработки почвы / В.В. Василенко, С.В. Василенко.−Инновационные технологии механизации сельскохозяйственного производства: Сб. науч. тр. ВГАУ. – Воронеж, 2009. – С. 74-77.

52. Василенко В.В. Эталонная вспашка / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров // Вестник Воронежского ГАУ. – Воронеж, 2009. − №3 (22). – С. 25-28.

53. Василенко В.В. История механизации земледелия [Текст]: учебное пособие / В.В. Василенко. – Воронеж: ФГОУ ВПО Воронежский ГАУ. − 2010. – 160 с.

54. Ва*с*иленко В.В. Модернизация плужного корпуса [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров, Г.А. Халфин, А.И. Сергиенко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. − №5. – С. 33-35.

55. Василенко В.В. Влияние вибрации на угол трения почвы по рабочему органу [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.Н. Афоничев, Д.В. Стуров // Лесотехнический журнал. – Воронеж: ВГЛТА. – 2013. − №3 (11). – С. 94-97.

56. Василенко В.В. Минимальная дистанция между корпусами плуга [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 4. – С. 23-25.

57. Василенко В.В. Затраты мощности на расширение борозды при вспашке [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин. – Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Сб. науч. тр. по материалам международной научно-практич. конф. «Эколого-ресурсосберегающие технологии и системы в лесном и сельском хозяйстве». – Воронеж: ВГЛТА, 2014. – С. 402-406.

58. Василенко В.В. Способы повышения качества отвальной вспашки [Текст] /В.В. Василенко, С.И. Коржов, С.И. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. – Воронеж: Воронежский гос. аграр. Ун-т. – 2014. – № 3 (42). – С. 118-122.

59. Василенко В.В. Плуг с полным оборотом пластов [Текст] / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник ВГАУ: Теоретический и научно-практический журнал. − Воронеж: Воронежский гос. аграр. ун-т.− 2015. − № 4 (47). – С. 122-125.

60. Василенко В.В. Расчёт рабочих органов почвообрабатывающих и посевных машин [Текст] / В.В. Василенко. – Воронеж: ВГАУ, изд. «Истоки». – 2004. – 194 с.

61. Вентцель Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: «Наука». – 1969. – 364 с

62. Выдрин И.И. Повышение эффективности функционирования тяговых и тягово-приводных агрегатов с тракторами класса 3 с ДПМ за счет оптимизации энергетических параметров и эксплуатационных режимов [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1991. – 17 с.

63. Волгаев Е.С. Оценка режимов функционирования тракторов при их работе с неустановившейся нагрузкой на частичных регуляторных характеристиках двигателя [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1989. – 16 с.

64. Высоцкий А.А. Динамометрирование сельскохозяйственных машин [Текст] / А.А. Высоцкий. – М.: Машиностроение, 1968. – 290 с.

65. Гафаров А.А. Повышение эффективности возделывания овощей на гребнях обеспечением устойчивости технологических процессов посредством совершенствования средств механизации и контроля качества их работы [Текст]: автореф. докт. техн. наук, Санкт-Петербург-Пушкин, 2010. – 36 с.

66. Глотов С.В. Повышение эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов за счёт совершенствования контроля эксплуатационных параметров [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук. – Саранск, 2004. – 34 с.

67. Горячкин В.П. Собрание сочинений [Текст] / В.П. Горячкин. – Том первый. Издание второе. – М.: Колос, 1968. – 720 с.

68. Горячкин В.П. Собрание сочинений [Текст] / В.П. Горячкин. – Том второй. Издание второе. – М.: Колос, 1968. – 455 с.

69. Горячкин В.П. Собрание сочинений [Текст] / В.П. Горячкин. – Том третий. Издание второе. – М.: Колос, 1968. – 384 с.

70. ГОСТ 20915–75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 41 с.

71. ГОСТ 7057–81. – Тракторы сельскохозяйственные. Методы испытаний [Текст]. – Взамен ГОСТ 7057–73. Введен 01.82. – М.: Издательство стандартов. – 24 с.

72. ГОСТ Р 52778–2007. Методы эксплуатационно-технологической оценки [Текст]. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007. – 24 с.

73. ГОСТ Р 53056–2008. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки [Текст]. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2009. – 21 с.

74. ГОСТ 12.2.019–86. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности [Текст]. Государственный комитет по стандартам. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 30 с.

75. ГОСТ 12.2.111–85. Машины сельскохозяйственные навесные и прицепные. Общие требования безопасности [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 11 с.

76. ГОСТ 25942–90. Тракторы и сельскохозяйственные машины. Устройства быстросоединяющие. Требования к конструкции [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1990.

77. ГОСТ ИСО/ТО 12100-2–2002. Безопасность оборудования. Основные понятия, общие принципы конструирования. Часть 2. Технические правила и технические требования [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 33 с.

78. ГОСТ Р ЕН 614-1–2003. Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 15 с.

79. Грабовская О. А. Почвы районов хлопководства в Таджикистане

[Текст] / О.А. Грабовская, П.А. Керзум. – Труды АН Таджикской ССР. – 1957. – Том 79. – С. 57-104.

80. Гусев Б.И. Обоснование и моделирование эксплуатационных режимов работы МТА с учетом динамических характеристик [Текст] / Б.И. Гусев. – Саранск: изд-во Мордовского ун-та, –1996. – 152 с.

81. Давидсон Е.И. К методике построения математических моделей высевающих систем сеялок [Текст] / Е.И. Давидсон. – Сб. научных трудов ЛСХИ, том.397. – Л. – Пушкин, 1980. – С. 23–25.

82. Давидсон Е.И. Контроль и управление технологическим функционированием мобильных сельскохозяйственных машин [Текст] / Е.И. Давидсон. – Юбилейный сборник трудов инженерного факультета СПбГАУ. – СПб.: СПбГАУ, 1997. – с. 26–30.

83. Давидсон Е.И. Повышение технологической эффективности комплекса почвообрабатывающих, посевных и комбинированных машин для возделывания овощей совершенствованием и рациональным сочетанием их рабочих органов [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук. – Л. – Пушкин, 1988. – 39 с.

84. Джабборов Н.И. Оценка энергетических и технико-экономических показателей комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов // Кишоварз. – 2013. – № 3. – с. 29-32.

85. Дементьев А.М. Использование ЭВМ при оптимизации энергетических параметров МТА [Текст] / А.М. Дементьев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 10. – с. 31–33.

86. Дементьев А.М. Применение системного подхода при проектировании сельскохозяйственных агрегатов [Текст] / А.М. Дементьев. – Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования. – СПб.: СПбГАУ, 2008. – С. 137–140.

87. Джабборов Н.И. Научные основы энерго-технологической оценки и прогнозирования эффективности использования мобильных сельскохозяй-

ственных агрегатов [Текст] / Н.И. Джабборов. – Душанбе: Изд. «Дониш», 1995. – 286 с.

88. Джабборов Н.И. Основы топливо – энергетической оценки и прогнозирования эффективности технологий и мобильных сельскохозяйственных агрегатов[Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 1998. – 38 с.

89. Джабборов Н.И. Методика оценки эффективности использования сельскохозяйственных агрегатов [Текст] / Н.И. Джабборов, Р.С. Асроров. – Информ. листок НПИЦентра РТ, №75-94, Душанбе, 1994. – 2 с.

90. Джабборов Н.И. Классификация критериев эффективности и их использование при оптимизации эксплуатационных показателей тяговых МТА [Текст] / Н.И. Джабборов, А.В. Добринов, А.М. Дементьев. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2010. – 104 с.

91. Джабборов Н.И. Резервы повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники [Текст] / Н.И. Джабборов, А.К. Кимсанов. – Душанбе, «Матбуот», 2002. – 178 с.

92. Джабборов Н.И. Основные пути повышения энергетической эффективности технологии производства сельскохозяйственной продукции [Текст] / Н.И. Джабборов, А.К. Кимсанов. – Материалы Республиканских конференций: «Проблемы повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники» и «Использование новых технологий и машин в растениеводстве и пути повышения их эффективности» за 2006 – 2007 гг. ТАСХН, РНТЦМ. – Душанбе, 2008. – С. 8-10.

93. Джабборов Н.И. Энергетическая эффективность применения комбинированной машины КМ-2,4 для обработки почвы и нарезки гряд [Текст] / Н.И. Джабборов, Д.Х. Миракилов, Б.Р. Ахмадов. – Экспресс-информ. НПИЦентра Республики Таджикистан, № 2-2006. – Душанбе, 2006. – 4 с.

94. Джабборов Н.И. Эффективность использования техники по топливно-энергетическим затратам [Текст] / Н.И. Джабборов, В.А. Эвиев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 4. – С. 26–28.

95. Джабборов Н.И. Методика определения зоны эффективного и качественного функционирования МТА [Текст] / Н.И. Джабборов, В.А. Эвиев, Д.Х. Миракилов, Б.Р. Ахмадов. – Экспресс-информ. НПИЦентра Республики Таджикистан, № 5-2006, Душанбе, 2006. – 5 с.

96. Добринов А.В. Научные принципы прогнозирования эксплуатационных показателей и расчет конструктивных параметров почвообрабатывающе-посевных агрегатов на стадиях проектирования и эксплуатации [Текст] / А.В. Добринов, Н.И. Джабборов, А.М. Дементьев. – Экология и сельскохозяйственная техника. Т 1. Общие экологические аспекты при разработке технологий и технических средств, используемых в сельскохозяйственном производстве: Материалы 6-й научно-практической конференции. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2009. – С. 72–79.

97. Добринов А.В. Разработать научные основы синтеза высокопроизводительной техники для обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур с прогнозированием эксплуатационных показателей и экспериментальный образец многооперационного агрегата [Текст] / А.В. Добринов, Н.И. Джабборов, А.М. Дементьев. – ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, Заключительный отчет о НИОКР за 2006-2010 гг, № ГР 01200852548, Инвентарный номер022.011.00447. – СПб-Павловск, 2010. – 67 с.

98. Добринов А.В. К вопросу выбора критериев эффективности при решении оптимизационных задач в механизации производственных процессов [Текст] / А.В. Добринов, Н.И. Джабборов, А.М. Дементьев, А.К. Кимсанов. – Профессиональные знания и техническое образование – фактор могущества специалиста. Материалы международной научно-практической конференции посвященной году образования и науки 14-15 мая 2010. – Душанбе, 2010. – С.80–86.

99. Джуманкулов Х.Д. Удобрения сельскохозяйственных культур в Таджикистане [Текст] / Х.Д. Джуманкулов, У.Р. Рахматджонов, Б.А. Сущеница. – Душанбе: Ирфон, 1981. – 175 с.

100. Джабборов Н.И. Градация скоростных и нагрузочных режимов

работы МТА по тяговому КПД трактора [Текст] / Н.И. Джабборов, А.В. Добринов, А.В. Лобанов, Д.С. Федькин, Б.Р. Ахмадов // Кишоварз. – 2012. – № 4. – С. 33-36.

101. Джабборов Н.И. Оценка эффективного и качественного функционирования машинно-тракторных агрегатов [Текст] / Н.И. Джабборов, А.М. Дементьев, Б.Р. Ахмадов // Кишоварз. – 2011. – № 2. – С. 27-29.

102. Джабборов Н.И. Оценка эффективности работы сельскохозяйственных агрегатов [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2006. – № 10. – С. 26-27.

103. Джабборов Н.И. Номограмма для определения твердости почвы по результатам измерений посредством пенетрометра DICKEY-john [Текст] / Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин, Б.Р. Ахмадов. – Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы, перспективы развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана», посвященной 80-летию образования Института земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук и 20-летию XYI-й сессии Верховного Совета Республики Таджикистан, 18-19 сентября 2012 года, том YII. – С. 207-209.

104. Джабборов Н.И. Результаты испытания экспериментального образца комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-1,8 «Кишоварз» [Текст] / Н.И. Джабборов, М. Сафаров, Б.Р. Ахмадов, Б.Б. Ходжиев. – «Актуальные проблемы, перспективы развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана», сборник научных трудов Института земледелия Таджикской АСХН, том YIII. – Душанбе, «Эр-граф», 2014. – С. 118-121.

105. Джабборов Н.И. Разработка энергоэффективных сельскохозяйственных агрегатов с учетом их динамических характеристик [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов //Теоретический и научно-практический журнал «Кишоварз» (Земледелец). – 2014. – № 2. – Душанбе. –С. 38-40.

106. Джабборов Н.И. Оценка энергоэффективности почвообрабатыва-

ющe-посевной машины [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов. – Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур. Материалы международной научно-практической конференции «Инновация – основа развития сельского хозяйства», посвященная 20-летию Конституции Республики Таджикистан 01 ноября 2014 года. – Душанбе, 2014. – С. 11-13.

107. Джабборов Н.И. Результаты исследований работы комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов, М. Сафаров. – Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур. Материалы международной научно-практической конференции «Инновация – основа развития сельского хозяйства», посвященная 20-летию Конституции Республики Таджикистан 01 ноября 2014 года. – Душанбе, 2014. – С. 13-16.

108. Джабборов Н.И. Критерии оценки и основы повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов, Д.С. Федькин // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. – Душанбе, 2014. – № 1. – С. 33-36.

109. Джабборов Н.И. Обеспечение энергосбережения в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в пожнивных посевах [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов, М. Сафаров //Теоретический и научно-практический журнал «Кишоварз» (Земледелец). –2014. – № 4. – С. 21-23.

110. Добринов А.В. Оптимизация ширины захвата МТА на стадии проектирования [Текст] / А.В. Добринов, Н.И. Джабборов, В.А. Эвиев, П.Н. Джабборов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 10. – С. 30–31.

111. Джабборов Н.И. Организационно-технологические мероприятия, снижающие топливно-энергетические затраты при работе МТА [Текст] / Н.И. Джабборов, А.В. Добринов, Д.В. Бутусов. – Материалы международной научно-практической конференции «Инженерно-экологические аспекты развития АПК Прикаспийского региона», посвященной 400-летию добровольного вхождения калмыцкого народа в состав Российского государства, г.

Элиста, 21-22 октября 2008. – С. 36-41.

112. Джабборов Н.И. Методика разработки карт потока производства технологических процессов [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов, Д.С. Федькин // Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2 (36). – С. 59-63.

113. Добролюбов И.П. Оперативный контроль и управление показателями машинно-тракторных агрегатов, определяющими их эффективное использование [Текст]: Автореф. дисс. … д-ра техн. наук. – Новосибирск, 1992. – 38 с.

114. Добролюбов И.П. Учёт изменения структуры почвы при комплексной обработке [Текст] / И.П. Добролюбов, Г.Л. Утенков //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2002. – № 11. – С. 28-29.

115. Дементьев А.М. Обеспечение энергосбережения в технологических процессах обработки почвы путем оптимального проектирования комбинированных агрегатов блочно-модульной структуры [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, С-Пб, 2011. – 19 с.

116. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р., Ходжиев Б.Б. Топливно-энергетическая оценка работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата КМ-1,8 «Кишоварз» [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов, Б.Б. Ходжиев // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 5. – С. 41-43.

117. Джабборов Н.И. Оценка энергоемкости технологического процесса предпосевной обработки почвы [Текст] / Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 4. – С. 29-30.

118. Джабборов Н.И. Оценка эффективности функционирования комбинированного МТА Т-4А+КМ-2,4 для обработки почвы и нарезки гряд за счет реализации эксплуатационных допусков на его энергетические и технико-экономические параметры [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов //Журнал «Кишоварз». – Душанбе, 2006. – № 2(18). – С. 23-27.

119. Джабборов Н.И. Обоснование параметров почвообрабатывающего рабочего органа комбинированной машины КМ-2,4 [Текст] / Н.И. Джабборов, М.Сафаров, Дж.Миракилов, Б.Р. Ахмадов //Журнал «Кишоварз». – Душанбе, 2009. – № 2. – С. 29-32.

120. Джабборов Н.И. Вероятностные оценки и законы распределения эксплуатационных параметров комбинированного агрегата Т-4А+КМ-2,4 [Текст] / Н.И. Джабборов, С. Тиллоев, Б.Р. Ахмадов, М.Сафаров // Журнал «Кишоварз». – Душанбе, 2008. – № 3 (39). – С. 32-35.

121. Джабборов Н.И. Научные принципы повышения энергоэффективности технологических процессов обработки почвы техническими средствами блочно-модульной структуры [Текст] / Н.И. Джабборов, Д.С. Федькин // ВИЭСХ. Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 3 (13). – С. 58-61.

122. Джабборов Н.И. Технико-экономические показатели работы комбинированного агрегата для обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур [Текст] / Н.И. Джабборов, Б.Р. Ахмадов, Б.Б. Ходжиев. – Материалы международной научно-практич. конференции «Продовольственная безопасность: состояние и перспективы», посвященной 20-летию независимости Республики Таджикистан и 80-летию Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур, 8-9 октября 2011 года. – Душанбе, 2011. – С. 671-674.

123. Добринов А.В., Джабборов Н.И., Дементьев А.М. Программа для ЭВМ «Расчет конструктивных параметров почвообрабатывающих и посевных агрегатов блочно-модульной структуры». – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011616385.

124. Добринов А.В., Попов В.Д., Джабборов Н.И., Дементьев А.М. Программа для ЭВМ «Расчет и оптимизация энергетических параметров дизельных двигателей в составе МТА». – Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010615019.

125. Домуллоджанов Х.Д. Режимы орошения культур хлопкового севооборота [Текст] / Х.Д. Домуллоджанов. – Душанбе: Ирфон, 1989. – 172 с.

126. Домуллоджанов Х.Д. Режим орошения основных сельскохозяйственных культур в хлопкосеющей зоне Таджикистана [Текст] / Х.Д. Домуллоджанов. – Душанбе: Дониш, 1992. Ч. 1. – 204 с.

127. Еникеев В.Г. Критерии и методы технической оснащенности растениеводства и качества работы агрегатов с учетом вероятностной природы их функционирования [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук. – Л.: ЛСХИ, 1983. – 37 с.

128. Еникеев В.Г. Методика и программное обеспечение для обработки результатов экспериментальных испытаний сельскохозяйственных агрегатов и их идентификации на ЭВМ [Текст] / В.Г. Еникеев. – Л. – Пушкин, 1981. – 82 с.

129. Ждановский Н.С. Режимы работы энергонасыщенных тракторов [Текст] / Н.С. Ждановский, А.В. Николаенко, В.С. Шкрабак, А.В. Соминич, М.Г. Пантюхин, В.Ю. Моргулис-Якушев. – Л.: Машиностроение, 1981 – 240 с.

130. Завалишин Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве [Текст] / Ф.С. Завалишин. – М.: Колос, 1973. – 319 с.

131. Зангиев А.А. Оптимизация массы и скорости машинно-тракторных агрегатов [Текст] / А.А. Зангиев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1998. – № 5. – С. 8–10.

132. Зангиев А.А. Оптимизация состава и режимов работы машинно-тракторных агрегатов по критериям ресурсосбережения [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук, Москва, 1988. – 33 с.

133. Иванов А.И. Контрольно-измерительные приборы в сельском хозяйстве [Текст] / А.И. Иванов, А.А. Куликов, Б.С. Третьяков. – М.: Колос, 1984. – 352 с.

134. Измеритель плотности почвы (пенетрометра) DICKEY – John. Руководство по эксплуатации.

135. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / С.А. Иофинов. – М.: Колос, 1974. – 480 с.

136. Иофинов С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка [Текст] / С.А. Иофинов, Э.П. Бабенко, Ю.А. Зуев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.

137. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / С.А. Иофинов, Г.П. Лышко. – М.: Колос, 1984. – 351 с.

138. Иофинов С.А. Приборы для учета и контроля работы машинно-тракторных агрегатов [Текст] / С.А. Иофинов, Х.М. Райхлин. – Л.: Машиностроение, 1972. – 224 с.

139. Иофинов С.А. Контроль работоспособности тракторного двигателя в эксплуатационных условиях [Текст] / С.А. Иофинов, В.Ф. Скробач, Л.А. Афиногенова, Е.С. Фокина // Сборник научных трудов СПГАУ «Повышение производительности и эффективности использования машинно-тракторного парка». – СПб-Пушкин, 2001. – С. 49-54.

140.Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве [Текст]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 270 с.

141. Кимсанов А.К. Разработка и исследование методов оценки эксплуатационных показателей посевных агрегатов [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук. СПб – Пушкин, 1973. – 17 с.

142. Караматуллаев Э.С. Пути улучшения работы пахотного агрегата [Текст] / Э.С. Караматуллаев, А.К. Кимсанов, А.Б. Ризоев, Д. Садуллобеков, К. Набиджанов // Информ. листок Таджик НИИНТИ, 1988. – 4с.

143. Караматуллаев Э.С. Исследование технико-экономических и агротехнических показателей пахотного агрегата [Текст] / Э.С. Караматуллаев, А.К. Кимсанов. – Сб. научных трудов ТСХИ. – Т.22. – Душанбе, 1979. – С. 14-16.

144. Караматуллаев Э.С. Статистические характеристики тягового сопротивления сельскохозяйственных агрегатов [Текст] / Э.С. Караматуллаев, А.К. Кимсанов // Известия АН Таджикской ССР. – 1977. – № 2. – С. 89-91.

145. Калачин С.В. Оптимизация режимов работы машинно-

тракторного агрегата на основе непрерывного контроля интенсивности изменения его эксплуатационных параметров [Текст]: Автореф. дисс. докт. техн. наук, Саранск, 2011. – 34 с.

146. Карпенко А.Н. Сельскохозяйственные машины [Текст] / А.Н. Карпенко, В.М. Халанский. – М.: «Агропромиздат», 1989. – С. 74.

147. Касымов Д.К. Приемы возделывания маша в пожнивных посевах [Текст] / Д.К. Касымов, Т.Н. Набиев, У.М. Махмадёров, М.Д. Насырова. – Актуальные вопросы земледелия. Сб. научн. трудов, посвященных 70-летию образования агрономического факультета ТАУ. – Душанбе, 2004. – С. 32-34.

148. Касымов Д.К. Интенсивная технология возделывания сои в Таджикистане [Текст] / Д.К. Касымов, Т.Н. Набиев. – Душанбе, 1990. – 65 с.

149. Квашонкин Н.И. Повышение эффективной работы сошников зерновой сеялки [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1986. – 16 с.

150. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка [Текст] / Ю.К. Киртбая. – М.: «Колос», 1976. – 256 с.

151. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы [Текст] / Н.И. Клёнин, В.А. Сакун. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 671 с.

152.Комбинированный агрегат КА-3,6. Основные характеристики http://selteh.in.ua/seyalki/2014/09/16/kombinirovannyy-agregat-ka-36.html.

153. Корн. Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров [Текст] / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1984. – 831 с.

154. Коптяев В.А. Повышение эффективности функционирования колесных энергосредств, работающих в составе машинно-тракторных агрегатов, за счет улучшения их тягово-сцепных свойств [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, СПб-Пушкин, 2002. – 19 с.

155. Косачев Г.Г. Экономическая оценка сельскохозяйственной техники [Текст] / Г.Г. Косачев. – М.: Колос, 1978. – 240 с.

156. Краснощеков Н.В. Развитие агроинженерной науки и перспективы агротехнологий [Текст] / Н.В. Краснощёков. – М., 2002. – С. 119–135.

157. Крючин Н.П. Пути достижения ресурсосбережения в технологиях рядового посева [Текст] / Н.П. Крючин. – В книге: Инновационные процессы в науке, экономике и образовании: теория, методология, практика. – Монография. – Пенза, 2017. – С. 178-189.

158. Крячко И.Н. Исследование эксплуатационных показателей и обоснование оптимальных режимов работы машинно-тракторных агрегатов при вероятностном характере нагрузки [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1971. – 18 с.

159. Крейтер С.В. Основы конструирования и агрегатирования [Текст] / С.В. Крейтер, А.Р. Нестеров, В.В. Данилевский. – Учеб.пособие. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 224 с.

160. Ксеневич И.П. Наземные тягово-транспортные системы: перспектива применения бортовых источников энергии с электрическим тяговым приводом [Текст] / И.П. Ксеневич. // Приводная техника. – 2004. – № 2 (24). – С. 30–36.

161. Ксеневич И.П. О перспективах развития агрегатной унификации и создании модульных энергосредств [Текст] / И.П. Ксеневич, В.В. Яцкевич // Тракторы и сельхозмашины. – 1987. – № 12. – С. 6–11.

162. Козачук А.М. Двухпоршневой расходомер топлива [Текст] / А.М. Козачук // Записки ЛСХИ. – Л.-Пушкин, 1968. Т.121.

163. Кравченко В.А. Повышение эксплуатационных показателей движителей сельскохозяйственных колёсных тракторов [Текст] / В.А. Кравченко, В.А. Оберемок, В.Г. Яровой. – Монография. – Зерноград. – 2015.

164. Кузнецов Ю.И. Механико-технологическое обоснование и разработка комплексов комбинированных агрегатов для совмещения операций обработки почвы в системе интенсивного земледелия [Текст]: автореф. дисс. … докт. техн. наук в виде научного доклада. – М.: ВИМ, 1991. – 51 с.

165. Кузнецов Б.Ф. Блочно-модульный принцип конструирования по-

севных машин [Текст] / Б.Ф. Кузнецов // Тракторы и сельхозмашины. – 1987. – № 4. – С. 30–32.

166. Курдюмов В.И. Оптимизация конструктивных параметров и режимов работы сошника для разноуровневого высева семян и удобрений [Текст] / В.И. Курдюмов, С.Г. Мударисов, Г.Л. Татаров // Вестник Башкирского ГАУ. – 2016. – № 1 (37). – С. 79-84.

167. Кутьков Г.М. Блочно-модульные МТА [Текст] / Г.М. Кутьков, И.П. Ксеневич. // Тракторы и сельхозмашины. – 1990. – № 1. – С. 8–10.

168. Кутеминский В.Я. Почвы Таджикистана [Текст] / В.Я. Кутеминский, Р.С. Леонтьева – Душанбе, «Ирфон», 1966. – 223 с.

169. Ларин Н.С. Оценка энергетических свойств тракторов и режимов их работы при гармонической и вероятностной нагрузках (на примере колесных тракторов класса 14 кН) [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1984. – 16 с.

170. Ларюшин Н.П. Теоретические основы расчёта рабочих органов посевных машин [Текст] / Н.П. Ларюшин, А.В. Шуков, В.В. Шумаев. – Монография. – ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА. – Пенза, 2016.

171. Латыпов У.П. Оптимизация эксплуатационных режимов машинно-тракторных агрегатов на основе вероятностно-статистических моделей: автореф. дисс. канд. техн. наук. – Л. – Пушкин, 1989. – 16 с.

172. Лурье А.Б. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин [Текст] / А.Б. Лурье, А.А. Громбчевский. – Л.: Машиностроение, 1977. – 527 с.

173. Льянов М.С. Улучшение эксплуатационных свойств колесных тракторов за счет повышения их курсовой устойчивости на склонах [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1991. – 18 с.

174. Махсумов А.Н. Научные и практические основы круглогодичного использования орошаемых земель Юга Средней Азии [Текст] / А.Н. Махсумов, Е.Н. Григоренкова. – В кн.: Пути интенсификации орошаемого земледелия в хлопкосеющих районах Средней Азии. – Душанбе, 1982. – С. 51-57.

175. Махсумов А.Н. Принципы и методы системы круглогодичного использования орошаемых земель в Таджикистане [Текст] / А.Н. Махсумов. – Труды отдела физиологии и биохимии растений. – Том 3. – Душанбе, 1964. – 120 с.

176. Мазитов Н.К. Блочно-модульный культиватор-сеялка КСБМ-12,6С(10,5С) [Текст] / Н.К. Мазитов // Тракторы и сельхозмашины. – 2004. – № 5. – С. 11–13.

177. Мазитов Н.К. Высокопроизводительные блочно-модульные почвообрабатывающие машины к тракторам кл. 2 [Текст] / Н.К. Мазитов, Ф.М. Садриев // Тракторы и сельхозмашины. – 2004. – № 12. – С. 10–13.

178. Мазитов Н.К. Блочно-модульный принцип конструирования – престиж отечественного сельхозмашиностроения [Текст] / Н.К. Мазитов, Р.Л. Сахапов [и др.] // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 2. – С. 6–9.

179. Максимов И.И. Оценка эффективности функционирования системы машина – почва – растение [Текст] / И.И. Максимов, В.И. Максимов, А.Н. Михайлов, В.В. Алексеев // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 11. – С. 28-34.

180. Мельников С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов [Текст] / С.В. Мельников, В.Р. Алёшин, П.М. Рощин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

181. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве. – М.: ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ, 1995. – 96 с.

182. Махмадёров У.М. Научное обоснование технологии выращивания зерновых и зернобобовых культур в пожнивных посевах в условиях орошения Центрального Таджикистана [Текст]: дисс. доктора с.-х. наук, Душанбе, 2007. – 340 с.

183. Махмадёров У.М. Сроки посева пожнивных культур в условиях Центрального Таджикистана [Текст] / У.М. Махмадёров. – Актуальные во-

просы земледелия. Сборник научных трудов, посвященных 70-летию образования агрономического факультетаТАУ. –Душанбе, 2004. –С. 67-70.

184. Миракилов Дж. Х. Повышение энергетической эффективности технологических процессов обработки почвы и нарезки гряд путем оптимизации эксплуатационных показателей комбинированной машины КМ-2,4 в агрегате с трактором класса 4,0 [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2005. – 19 с.

185. Мирзовалиев М.М. Особенности вегетации зерновых культур в основном и пожнивном посевах и выращивании двух урожаев зерна в год при орошении Гиссарской долины Таджикской ССР [Текст]: автореф. дисс…. канд. с.-х. наук. – Ташкент, 1983. – 17 с.

186. Миндель Л.И. Исследование эксплуатационных показателей тягово-приводного агрегата при вероятностном характере нагрузки [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1975. – 24 с.

187. Мирзоев Г.Д. Энергетическая оценка технологий производства хлопка в Таджикистане [Текст] / Г.Д. Мирзоев, Ю.С. Анохин, Н.И. Джабборов. – Обзорная информация ТаджикНИИНТИ, Душанбе, 1991. – 83 с.

188. Морозов А.Х. Оптимизация состава, режимов работы агрегатов и механизированных комплексов [Текст] / А.Х. Морозов. – Волгоград, 1987. – 66 с.

189. Морозов Ю.Л. Разработка адаптивных технологий производства продукции растениеводства (методические рекомендации) [Текст] / Ю.Л. Морозов, В.М. Андрианов, Д.А. Максимов, К.В. Богданов. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ, 2005. – 112 с.

190. Муминов Ф.А. Погода, климат и хлопчатник [Текст] / Ф.А. Муминов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 191 с.

191. Научная система ведения сельского хозяйства Таджикистана (на тадж. яз.) / Под ред. акад. ТАСХН Ахмадова Х.М., Набиева Т.Н., Бухориева Т.А. – Душанбе: Матбуот, 2009. – 764 с.

192. Насреддинов А.С. Повышение энергетической эффективности

производства пшеницы путем рационального использования средств механизации в условиях Гиссарской долины Таджикистана [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2002. – 21 с.

193. Научно обоснованная система земледелия Таджикской ССР [Текст]. – Душанбе, Ирфон, 1984. – 503 с.

194. Набиев Т.Н., Пожнивная кукуруза [Текст] / Т.Н. Набиев, И.Э Байсариев, Р.С. Масаидов. – Сельская жизнь, 1990, № 4. – С. 31-32.

195. Набиев Т.Н. Интенсивная технология выращивания двух запрограммированных урожаев зерновых культур в хлопковом севообороте [Текст] / Т.Н. Набиев. – Тезисы докладов: Пути повышения продуктивности сельскохозяйственных культур. – Душанбе, 1995. – С. 20-21.

196. Надежность машин. Машиностроение. Энциклопедия [Текст]. Т IV-3 / Под общ.ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1998. – 592 с.

197. Николаенко А.В. Повышение эффективности использования тракторных дизелей в сельском хозяйстве [Текст] / А.В. Николаенко, В.Н. Хватов. – Л.: Агропромиздат., Ленинградское отделение, 1986. – 191 с.

198.Неверов А.Н. Оценка допускаемых значений энергетических и технико-экономических параметров почвообрабатывающих агрегатов с тракторами класса 5 по мере рассеяния внешней нагрузки с целью обоснования нормативов (на примере пахотных агрегатов) [Текст]: диссертация на соиск. ученой степени канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1991. – 188 с.

199. Норов М.С. Выращивание промежуточных культур в смеси на орошаемых землях Центрального Таджикистана [Текст] / М.С. Норов, Б.Р. Ахмадов, С. Юнусова // Теоретический и научно-практический журнал «Кишоварз» (Земледелец). –2012. – № 4 (56). – С. 6-7.

200. Носирова М.Д. Приемы возделывания пожнивного маша в условиях Центрального Таджикистана [Текст] / М.Д. Носирова. – Душанбе, ООО «САПФИР», 2008. – 275 с.

201. Орманджи К.С. Контроль качества полевых работ [Текст] / К.С. Орманджи. – Справочник. – М.: Россельхозиздат, 1991. – 191 с.

202. ОСТ 102.2 – 2002. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки. – Минсельхоз России, 2002.

203. Панов И.М. Почвообрабатывающая техника: состояние и проблемы развития [Текст] / И.М Панов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. – № 11. – С. 9-11.

204. Панов И.М. Физические основы механики почв [Текст] / И.М. Панов, В.И. Ветохин. – К.: Феникс, 2008. – 266 с.

205. Паршин В.А. Биоэнергетическая оценка технологий возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] / В.А. Паршин, М.М. Оконов, Т.И. Бакинова. – Элиста: АПП «Джангар», 1997. – 160 с.

206. Пат. 2426290 РФ МКИ A01B 15/08 Полосовой отвал плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров, Г.А. Халфин, А.И. Сергиенко (РФ). – № 2010112577/21; заявлено 31.03.2010; опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23. – 4 с.

207. Пат. 2478270 Р.Ф. МПК A01B 11/00, A01B 3/36 Навесной вибрирующий плуг / Василенко В.В., Василенко С.В., Мухин А.А.; заявитель и патентообладатель Воронеж, ВГАУ. − № 2011141674/13; заявл. 13.10.2011; опубл. 10.04.2013, Бюл. № 10. – 4 с.

208. Пат. 2479180 Р.Ф. МПК A01B 17/00, A01B 3/00 Плуг для отвальной вспашки / Василенко В.В., Василенко С.В., Зыбин М.В.; заявитель и патентообладатель Воронеж, ВГАУ. − № 2011146778/13; заявл. 17.11.2011; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11. – 4 с.

209. Пат. 2549776 РФ МПК A01B 15/00, A01B 15/10 Плуг с полным переворотом пласта / Василенко В.В., Василенко С.В., Хахулин А.Н.; заявитель и патентообладатель Воронеж, ВГАУ. − № 2013148232/13; заявлено 29.10.2013; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 12. – 4 с.

210. Петров Г.Д. Концепция создания и производства самоходных блочно-модульных машин [Текст] / Г.Д. Петров, В.И. Славкин // Тракторы и сельхозмашины. – 2001. – № 5. – С. 19–25.

211. Попов В.Д. Проектирование адаптивных технологий заготовки кормов из трав [Текст] / В.Д. Петров. – СПб.: СЗНИИМЭСХ НЗ РФ, 1998.

212. Попов И.В. Результаты экспериментального исследования работы универсального почвообрабатывающего орудия [Текст] / И.В. Попов, И.М. Бартенев. – Сборник статей междунар. научно-практич. конф. – Новосибирск. – 2015. – С. 54-59.

213. Почвозащитное земледелие / Под ред. А.И. Бараева. – М.: Колос, 1975. – 304 с.

214. Правила производства механизированных работ в полеводстве. – Сост. Орманджи К.С., 2-е изд., переработанное и доп. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 285 с.

215. Пулатов Я.Э. Научные основы оптимизации режимов орошения основных зерновых культур в Таджикистане [Текст]: автореф. дисс. … докт. с.-х. наук. – Ташкент, 1995. – 45 с.

216. Рахманов Р. Нормативы годовой загрузки сельскохозяйственных машин на XIII пятилетку [Текст] / Р.Рахманов. – Душанбе, 1991. – 16 с.

217. Рахматиллоев Р. Способы полива [Текст] / Р. Рахматиллоев, И.С. Алиев, Я.Э. Пулатов, С.Р. Сангинов. – Водные ресурсы Таджикистана: материалы Международного форума по пресней воде. – Душанбе, 2003. – С. 58-61.

218. Рахматиллоев Р. Управление водными ресурсами на уровне хозяйств [Текст] / Р. Рахматиллоев, И.С. Алиев, Я.Э. Пулатов, С.Р. Сангинов. – Водные ресурсы Таджикистана: материалы Международного форума по пресней воде. – Душанбе, 2003. – С. 61-62.

219. РД 50-374-82. Методические указания по составу и содержанию вносимых в стандарты и технические условия нормативов расхода топлива и энергии на единицу продукции (работы) [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 16 с.

220. Реклейтис Г. Оптимизация в технике [Текст] / Г. Реклейтис, А. Рейвиндран, К. Регсдел. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 349 с.; Т. 2. – 320 с.

221. Рекомендации по возделыванию повторных сельскохозяйственных культур и эффективному использованию орошаемых земель // Ахмадов

Х.М., Бухориев Т.А., Саидов С.Т., Халиков П.Х. [и др.] Институт земледелия ТАСХН, – Душанбе, 2010. – 24 с.

222. Ризоев А.Б. Исследование и обоснование эксплуатационных допусков энергетических параметров тягово-приводных машинно-тракторных агрегатов [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Л.- Пушкин, 1974. – 24 с.

223. Романов Ф.Ф. Малогабаритные энергосредства. Выбор оптимальных эксплуатационных параметров [Текст] / Ф.Ф. Романов. – СПб.: «Агропромиздат», 2000. – 182 с.

224. Романов Ф.Ф. Повышение эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов на базе малогабаритных энергосредств за счет улучшения их эксплуатационных свойств [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2001. – 48 с.

225. РТМ 44-62. Методика статистической обработки эмпирических данных. – М.: Стандартгиз, 1966. – 112 с.

226. Садриддинов С.С. Рекомендации по возделыванию новых сортов зерновых и зернобобовых культур и технология их выращивания в Таджикистане [Текст] / С.С. Садриддинов, Ш. Каландаров, С.И. Имамов, У.Р. Рахматжанов [и др.]. – Душанбе, 1997. – 17 с.

227. Саидов С.Т. Изучение продуктивности новых сортообразцов сорго в пожнивных посевах [Текст] / С.Т. Саидов, Р.Р. Шарипов, З.И. Халикулов, Рам Шарма, К.Н. Тодерич. – Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы, перспективы развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана», посвященной 80-летию образования Института земледелия ТАСХН и 20-летию XVI сессии Верховного Совета Республики Таджикистан, Том VII. – Душанбе, 2012. – С.133-136.

228. Сабликов М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч.2. Основы теории и технологического расчета [Текст] / М.В. Сабликов. – М.: «Колос», 1968. – 296 с.

229. Сангинов Б.С. Новая концепция дальнейшего развития орошаемо-

го земледелия в Таджикистане [Текст] / Б.С. Сангинов, Х.Д. Джуманкулов // Стратегияи тараккиёт, Душанбе, 1998. – №2.

230. Саттори И. Т. Комбинированная машина КМ-2,4 «Кишоварз» для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур / И.Т. Саттори, Б.Р. Ахмадов, М. Сафаров. – Патент Республики Таджикистан № TJ - 572 от 10.07.2013.

231. Саттори И.Т. Комбинированная машина КМ-1.8 « Кишоварз» для обработки почвы и посева зерновых культур [Текст] / И.Т. Саттори, Б.Р. Ахмадов, М. Сафаров. – Сборник научных статей 5-й Международной научно-практической конференции «Научно-инновационная деятельность в агропромышленном комплексе». – Минск 21-22 апреля 2011г. – Часть 2. – С. 10-13.

232. Саттори И Т. Комбинированный способ обработки почвы и посева пропашных культур / И.Т. Саттори, Б.Р. Ахмадов, М. Сафаров. Патент Республики Таджикистан № TJ - 571 от 10.07.2013.

233. Сафаров Х. Совершенствование технического сервиса сельскохозяйственной техники на основе организации машинно-технологических станций в Республике Таджикистан [Текст]: дисс. на соиск. ученой степени док.техн. наук, – Саратов, 2007. – 329 с.

234. Сафаров М. Обоснование нагрузочных режимов работы транспортных средств с тракторами классов 0,9 и 1,4 путем оптимизации их энергетических и технико-экономических параметров [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Санкт-Петербург-Пушкин, 1998. – 15 с.

235. Саакян Д.Н. Система показателей комплексной оценки мобильных машин [Текст] / Д.Н. Саакян. – М.: Агропромиздат, 1988. – 415 с.

236. Салаур В.И. Исследование и обоснование параметров рабочего органа почвенной фрезы для послойной обработки почвы [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1982. – 15 с.

237. Сайфов Н.Д. Повышение энергетической эффективности технологического процесса глубокого рыхления почвы путем оптимизации эксплуа-

тационных параметров МТА с тракторами класса 4,0 [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2003. – 17 с.

238. Савельев А.П. Повышение эффективности функционирования машинно-тракторного агрегата за счет совершенствования диагностирования тракторов в динамических режимах [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук, СПб-Пушкин, 1994. – 35 с.

239. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин [Текст] / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.

240. Сидоров В.Н. Анализ энергозатрат машинно-тракторного агрегата на базе энергонасыщенного трактора [Текст] / В.Н. Сидоров. – Сборник научных трудов СПбГАУ, СПб-Пушкин, 2000. – С. 134-137.

241. Соколов В.В. Оптимизация эксплуатационных параметров и режимов работы почвообрабатывающих агрегатов с тракторами классов 3-5 [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1987. – 16 с.

242. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т. 1 и 2. – М.: Машгиз, 1961.

243. Справочник агрохимика. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 287 с.

244. Султанов М.С. Мероприятия по повышению плодородия мелиорированных земель [Текст] / М.С. Султанов. – Научно обоснованная система земледелия Таджикской ССР. Издательство «Ирфон». – Душанбе, 1984. – С. 90-96.

245. Тагоймуродов А. Повышение эффективности технологии производства картофеля путем рационального использования топливно-энергетических ресурсов в условиях Республики Таджикистан [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2003. – 17 с.

246. Таджикистан (Природа и природные ресурсы). – Душанбе: Дониш, 1982. – 602 с.

247. Тимонин С.Б. Повышение эффективности использования МТА за счет оптимизации нагрузочных режимов работы с учетом динамических ха-

рактеристик [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, С.-Пб.-Пушкин, 1992. – 16 с.

248. Токарев В.А. Методические рекомендации по оценке топливно-энергетических затрат на выполнение механизированных процессов в растениеводстве [Текст] / В.А. Токарев, А.Н. Никифоров, Е.И. Базаров. – М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 44 с.

249. Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов. Альбом-справочник. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 240 с.

250. Утенков Г.Л. Автоматизированные технологические комплексы почвообработки [Текст] / Г.Л. Утенков, И.П. Добролюбов. – Россельхозакадемия. Сиб. отделение. СибИМЭ. – Новосибирск, 2006. – 380 с.

251. Хабатов Р.Ш. Эксплуатация машинно-тракторного парка [Текст] / Ш.Р. Хабатов [и др.]. – М.: 1999. – 208 с.

252. Хайлис Г.А. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных [Текст] / Г.А. Хайлис, М.М. Ковалёв. – М.: Колос, 1994. – 169 с.

253. Шамсиев А. Радиационный режим и использование энергии солнечной радиации в некоторых районах Таджикистана [Текст] / А. Шамсиев. – В кн. Световой режим и использование солнечной радиации растениями и растительными сообществами Таджикистана. – Душанбе, Дониш, 1973. – С. 3-12.

254. Шапров М.Н. Почвосберегающая механизированная технология посева пропашных культур [Текст] / Аграрный научный журнал. – 2016. – № 3. – С. 69-72.

255. Шарипов Р.Р. Изучение продуктивности сортов хлопчатника в пожнивных посевах [Текст] / Р.Р. Шарипов, Т.К. Яхёев, Т. Таджибаева, А.Р. Шарипов. – Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы, перспективы развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана», посвященной 80-летию образования Института земледелия ТАСХН и 20-летию XVI сес-

сии Верховного Совета Республики Таджикистан. – Том VII. – Душанбе, 2012. – С.112-114.

256. Шералиев Н. Повышение производительности и безопасности сельскохозяйственных агрегатов путем оптимизации эргономико - эксплуатационных показателей (в предгорных условиях Ховалингского района Республики Таджикистан) [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2003. – 18 с.

257. Шукуров А.В. Механизация работ в садах и виноградниках [Текст] / А.В. Шукуров, С. Тешаев. – Душанбе, «Ирфон», 1987. – 84 с.

258. Щербинин В.В. Повышение эффективности использования МТА оптимизацией параметров регуляторной характеристики тракторного двигателя [Текст]: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1989. – 17 с.

259. Эвиев В.А. Методология определения оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов [Текст] / В.А. Эвиев. – СПб-Пушкин: Типография СПбГАУ, 2005. – 274 с.

260. Юнусов Г.С. Особенности динамики блочно-модульных агрегатов для поверхностной обработки почвы [Текст] / Г.С. Юнусов // Тракторы и сельхозмашины. – 2005. – № 3. – С. 29–30.

261. Юнусов Г.С. Энергетическая оценка энергонасыщенных тракторов с блочно-модульными агрегатами [Текст] / Г.С. Юнусов // Тракторы и сельхозмашины. – 2005. – № 4. – С. 13–14.

262. Юсупов Р.Х. Повышение эффективности функционирования машинно-тракторного агрегата за счет совершенствования статических и динамических характеристик его энергетической части [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук, - СПб.– Пушкин, 1993. – 37 с.

263. Юсупов Р.Х., Автоматизация мобильных сельскохозяйственных машин как путь повышения их энергетической эффективности [Текст] / Р.Х. Юсупов, А.В. Зайнишев. –Тез. докладов Международной научно-практической конференции «Автоматизация сельскохозяйственного произ-

водства». – ВИМ. – М., 1997. – Т. 1. – С. 92-93.

264. Юсупов Р.Х. Повышение эффективности работы дизельного двигателя при коррекции параметров регулятора [Текст] / Р.Х. Юсупов, А.В. Зайнишев, Ю.С. Тетюков [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 3. – С. 18-24.

265. Юсупов Р.Х. Оптимизация энергетических характеристик дизеля [Текст] / Р.Х. Юсупов, А.В. Зайнишев, В.Ю, Деев [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2003. – № 3. – С. 16-18.

266. Яхияев Г. Повышение эффективности посева хлопчатника путем оптимизации подготовки почвы и предпосевной обработки семян [Текст]: автореф. дисс. докт. техн. наук, С.-Пб – Пушкин, 1999. – 32 с.

267. Яхияев Г. Динамика уплотнения почвы и пути его снижения [Текст] / Г. Яхияев, А. Умаров. – Обзорная информация ТаджикНИИНТИ, - Душанбе, 1992. – 39 с.

268. Якушев Е.Н. Влияние совмещения операций на качество предпосевной обработки и посев зерновых [Текст]: автореф. дисс. … канд. с.-х. наук. 06.01.01. – М.: 1981. – 14 с.

269. Cutting Energy Costs // The 1980 Yearbook of Agroculture / USDA. Wash. 1981. p. 10-15.

270. Eurostat. Energy Balance – Sheets Based on the input – output tables (1975). 1982. p. 87.

271. Технология возделывания пшеницы в Таджикистане. Электронный ресурс. Режим доступа http://www.docme.ru/doc/182536/tehnologiya-vozdelyvaniya-pshenicy-v-tadzhikistane.

272. Rexlaitis G.V., Woods J.M. Optimiration of a Non-ideal Staged Compression Faculity, Proc. 1974. Purdue Compressor Technol. Conf., Purdue University, July 1974. p. 415-422.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П 1.1 – Поправочные коэффициенты при работе агрегатов в сложных условиях

На рельеф

Уклон, градус	Гусеничные трактора		Колесные трактора	
	К норме выработки	К расходу топлива	К норме выработки	К расходу топлива
До 1	1,00	1,00	1,00	1,00
1 – 3	0,98	1,02	0,98	1,03
3 – 5	0,96	1,05	0,95	1,06
5 - 7	0,91	1,08	0,86	1,12

На каменистость

Степень каменистости	Кол-во камней в слое почвы 0-25 см, м^3/га	Поправочные коэффициенты	
		К норме выработке	К расходу топлива
Отсутствует	До 0,5	1,00	1,00
Слабая	0,5 – 20	0,98	1,02
Средняя	20 – 25	0,92	1,04
Сильная	более 55	0,35	1,05

На изрезанность полей препятствиями

Наличие препятствий, %	Поправочные коэффициенты		
	К норме выработки	К расходу топлива	
		гусеничные	колесные
Нет	1,00	1,00	1,00
До 5	0,96	1,03	1,03
5-10	0,93	1,07	1,05
10-15	0,89	1,10	1,07
15-20	0,86	1,13	1,09
20-25	0,83	1,17	1,11
25-30	0,80	1,20	1,14
30-35	0,77	1,23	1,17

На высоту над уровнем моря

Высота над уровнем моря, м	Длина гола, м					
	До 200		200-600		Более 600	
	К норме выработки	К расходу топлива	К норме выработкн	К расходу топлива	К норме выработки	К расходу топлива
До 500	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
500-1000	0,95	1,04	0,94	1,06	0,93	1,07
1000-1500	0,91	1,08	0,89	1,09	0,87	1,12
1500-2000	0,88	1,12	0,85	1,14	0,82	1,16

На сложность конфигурацни

Поле по конфнгурации относится к грушпе контура	Длина поля, м					
	До 200		200-400		Более 400	
	К норме выработ-ки	К расходу топлнва	К норме выработ-ки	К расходу топлнва	К норме выработ-ки	К расходу топлива
I	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
II	0,97	1,03	0,97	1,03	0,97	1,03
III	0,94	1,06	0,94	1,06	0,94	1,06
IV	0,83	1,16	0,88	1,12	0,93	1,07
V	0,78	1,22	0,83	1,16	0,91	1,09

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П 2.1 – Энергетические эквиваленты и энергосодержание материалов [173, 239]

Показатель	Энергетический эквивалент, МДж / кг	Энергосодержание продуктов, МДж/кг
Топливо:		
- Дизельное	10,0	42,7
- Бензин авиационный	10,5	44,4
- Бензин автомобильный	10,5	43,9
- Керосин тракторный	10,0	43,9
- Биогаз	-	36,2
Электроэнергия	9,2 МДж/кВт.ч	-
Смазочные масла	36,3	-
Тракторы	86.4	-
Сельскохозяйственные машины	75.0	-

Таблица П 2.2 – Энергетические эквиваленты по категориям работников [197]

Профессия	Энергетический эквивалент, МДж/ чел-час
Трактористы, машинисты, комбайнеры	60,8
Шоферы	60,3
Электромонтеры, операторы	61,3
Ремонтные рабочие	60,0
Инженерно-технические работники	61,3
Полевые рабочие (ручной труд)	33,3

Таблица П 2.3 – Энергетические эквиваленты на удобрения и ядохимикаты [173, 239]

НАИМЕНОВАНИЕ	Содержание действующего вещества, %	Энергетический эквивалент, МДж	
		1 кг д.в.	1кг физического веса
Минеральные удобрения			
Азотные	-		-
1. Сульфат аммония	20,5	86,8	17,79
2. Аммиачная селитра	34,5	86,8	29,95
3. Натриевая селитра	16,0	86,8	13,89
4. Калиевая селитра	17,0	86,8	14,76
5. Мочевина	46,0	86,8	39,93
6. Хлористый аммоний	26,0	86,8	22,57
7. Сульфат аммония натрия	14,0	12,6	12,15
8. Аммиачная вода	20,9	12,6	17,79
9. Аммиак жидкий	82,0	12,6	71,18
Фосфорные			
Суперфосфат простой	19,5	12,6	2,46
Суперфосфат двойной	46,0	12,6	5,80
Фосфат шлак	10,0	12,6	1,26
Фосфоритная мука	19,0	12,6	2,39

Продолжение таблицы П 2.3

Калийные			
Хлористый калий	60,0	12,6	4,98
Калийная соль	40,0		3,32
Сульфат калия	48,0		3,98
Концентрат калийномагне-вые	19,0		1,58
Сложные			
Нитрофоска	$N_{12}P_{12}K_{12}$		18,54
Нитрофоска	$N_{16}P_{16}K_{16}$		24,72
Нитрофос	$N_{24}P_{14}$		19,57
Аммофос	$N_{11}P_{49}$		30,90
Диаммофос	$N_{19}P_{48}$		34,50
Нитроаммофоска	$N_{14}P_{14}K_{14}$		21,63
Жидкое комплексное	$N_{10}P_{34}$		22,66
Нитроаммофос	$N_{23}P_{23}$		23,69
Органические удобрения и другие			
Навоз (сухое вещество) при			
влажности, %	-		2,10
60			0,84
70			0,63
80			0,42

Торфонавозные компосты			
(сухое вещество):			4,25
при влажности, % 60			1,70
70			1,25
Местные минеральные удоб-			
рения			2,90
Известь			3,80
Гербициды			
Аминная соль 2,4Д	40,0	263,6	105,4
Атразин	50,0	263,6	131,8
Линуром	50,0	263,6	131,8
Прометрин	50,0	263,6	131,8
Рамрод	50,0	263,6	131,8
Реглон	33,0	419,6	131,5
Симазин	50,0	263,6	131,8
Эптам	75,0	419,6	314,7
Инсектициды	-	365,0	-
Смешивающиеся масла		253,2	
Смачивающийся порошок		216,6	
Гранулы, дуста			
Фунгициды	-	272,6	-
Смешивающиеся масла		116,6	
Смачивающийся порошок			

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица П 3.1 – Энергоемкость энергетических средств и сельскохозяйственных машин

Марка тракторов (почвообрабатывающих машин)	Масса, кг	Энергоемкость тракторов (почвообрабатывающих машин), МДж
1	2	3
Тракторы:		
К-744Р	13400	1157760
ВТ-100Д	7690	664416
ВТ-150Д	7820	675648
ДТ-75Д	6950	600480
БЕЛАРУСЬ 1025	4480	387072
МТЗ-80	3296	284774
МТЗ-82	4840	421632
МТЗ-82.1	4000	345600
МТЗ-920	4100	354240
МТЗ-1523	6000	518400
МТЗ 2022.3	7220	623808
МТЗ 1221	5300	457920
Т-150К	7535	651024
К-700	11000	950400
К-701	12400	1071360
ДТ-75	6290	543456
ДТ-75М	6460	558144
Т-150	7660	661824
Т-4А	9010	778464
Т-130	12542	1083629

Продолжение таблицы П 3.1

John Deere 5510 High Crop	4800	414720
John Deere 5510 SN	4000	345600
John Deere 5510 SNA	4000	345600
John Deere 3410 A	6000	518400
John Deere 6220 A	7000	604800
John Deere 6210 A	7000	604800
John Deere 6210 A SE	7000	604800
John Deere 6320 A	8200	708480
John Deere 6310 A SE	8000	691200
John Deere 6310 A SE-LP	8000	691200
John Deere 6420 A	8200	708480
John Deere 6520 A	8500	734400
John Deere 6620 SA	9500	820800
John Deere 6820 A	10500	907200
John Deere 6920 A	11000	950400
John Deere 7710 A	11500	993600
John Deere 7810 A	11500	993500
John Deere 8120 A	14000	1209600
John Deere 8220 A	14000	1209600
John Deere 8320 A	14000	1209600
Claas ATLES 926	8844	764122
Claas ATLES 936	9026	779847
Claas ATLES 946	9026	779847
Claas ARION 640C	6260	537408
Claas AXION 850	8098	699668
Claas XERION 3300TRAC	10200	881280
Claas XERION 3800TRAC	10200	881280

Продолжение таблицы П 3.1

Почвообрабатывающие машины:		
Плуг ПН-5-35	710	53250
Плуг ПН-2-25	132	9900
Плуг ПН-4-25	250	18750
Плуг навесной универсальный восьмикорпусной ПН-8У	2300	172500
Плуг навесной универсальный пятикорпусной ПН-5У	1000	75000
Плуг оборотный полунавесной RM-100 (8 корпусный) Kverneland	3450	258750
Плуг оборотный полунавесной RM-100 (5 корпусный) Kverneland	2650	198750
Плуг чизельный ПЧ-10	3100	232500
Плуг чизельный навесной ПЧН-3,2	740	55500
Плуг чизельный навесной ПЧН-4,1	920	69000
Лущильный агрегат UNIA-2,6B	830	62250
Лущильный агрегат UNIA-3,7B	1215	91125
Борона дисковая БД-10Б	4200	315000

Продолжение таблицы П 3.1

Борона дисковая тяжелая БДТ-6	4050	303750
Борона дисковая тяжелая модульная БДМ-7	6200	465000
Борона дисковая тяжелая БДТ-7К	3800	285000
Борона дисковая навесная БДН-3	684	51300
Борона дисковая полевая БДП-3	670	50250
Борона дисковая садовая тяжелая БДСТ-2,5	1080	81000
Борона дисковая тяжелая БДТ-7	3550	266250
Борона дисковая тяжелая БДТ-3	1750	131250
Борона дисковая тяжелая модернизированная БДТМ-3	2420	181500
Культиватор прицепной КЛ-1	3010	225750
Культиватор вертикально-фрезерный КВС-3	1400	105000
Культиватор прицепной КПО-6	1840	138000
Культиватор КПО-8	2287	171525
Культиватор восьмиряд-ный КРК-5,6	1850	138750
Культиватор для сплош-ной обработки почвы КШУ-4	760	57000

Продолжение таблицы П 3.1

Культиватор фрезерный тяжелый КФТ-3,6	1900	142500
Культиватор чизельный КЧН-4	1000	75000
Культиватор широкозахватный с пружинным зубом КПН-8,4	1529	114675
Культиватор-рыхлитель КРП-3	470	35250
Агрегат комбинированный АКВ-4	2400	180000
Комбинированный агрегат прицепной КУМ-4	1880	141000
Плоскорез ПГ-3-5	1125	84375
Агрегат комбинированный нового поколения АКНП-4,0	2390	
Комбинированная машина для предпосевной обработки почвы РБВК-3,6	1446	108450
Почвообрабатывающий агрегат UNIAATLAS 4.0	2050	153750
Почвообрабатывающий агрегат UNIATL 4,0	1250	93750
Плоскорез-глубокорыхлитель ПГ-3С	950	71250
Плоскорез-глубокорыхлитель навесной ПГ-2С	606	45450
Глубокорыхлитель CLE, рабочая ширина захвата 3,0-4,5 мKverneland	1250	93750
Активная борона NG 250 M4 Kverneland	1192	89400
Фреза болотная навесная ФБН-1,5	960	72000

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Таблица П 4.1 – Годовая загрузка, отчисления на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание тракторов и почвообрабатывающих машин [173, 207, 239, 181]

Наименование	Годовая загрузка, ч	Отчисления, %	
		На амортизацию	На ТО и ремонт
1	2	3	4
Тракторы:			
Гусеничные (класс тяги):			
6 и 8	1012	11,0	17,4
3 и 4	1012	12,5	17,4; 11,7
2	1012	14,2	13,7
Колесные (класс тяги):			
5 и 6	1012	11,0	16,3
4	1012	12,0	17,2
0,9; 1,4; 2 и 3	1012	12,5	18,5; 14,2
0,6	565	16,6	14,9
Почвообрабатывающие машины:			
Плуги общего назначения	215	12,5	20,0
Плуги для каменистых почв	230	12,5	40,0
Плуги плантажные и плуги для солонцовых почв	150	12,5	14,0
Плуги ярусные	150	12,5	12,0
Плуги для почв, подверженных эрозии	240	12,5	14,0
Плуги для гладкой вспашки	220	12,5	14,0
Плуги-глубокорыхлители	160	12,5	14,0

Продолжение таблицы П 4.1

Плуги-лущильники	130	12,5	7,0
Плуги ротационные	130	14,3	9,0
Плоскорезы-глубокорыхлители и щелеватели	195	12,5	16,0
Приспособления к плугам	40	12,5	14,0
Сцепки	145	14,2	7,0
Бороны зубовые, сетчатые	110	16,6	20,0
Бороны дисковые:			
- легкие, тяжелые прицепные, гидрофицированные	190	14,2	7,0
- навесные	175	14,2	7,0
Бороны-мотыги игольчатые	65	16,6	6,0
Бороны ножевые	175	14,2	7,0
Мотыги ротационные	85	16,6	6,0
Лущильники дисковые	120	14,2	7,0
Культиваторы:			
-широкозахватные бессцепочные	240	14,2	5,0
- широкозахватные с пружинным зубом	230	14,2	9,0
- фрезерные, вертикально фрезерные, гребнеобразователи	130	14,2	9,0
- для междурядной обработки, растениепитатели	185	14,2	12,5
- окучники	150	14,2	9,0
- глубокорыхлители, плоскорезы, щелеватели	180	14,2	16,0
- штанговые	125	14,2	12,0
- чизельные	140	14,2	12,5
Комбинированные агрегаты	115	16,6	10,0
Фрезы почвенные	180	14,2	12,0
Копатели ротационные	130	14,3	9,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица П 5.1 – Термические ресурсы Гиссарской долины Таджикистана

Высота над уровнем моря, м	Период со среднесуточной температурой воздуха выше						Продолжительность безморозного периода, дни
	0^0		5^0		10^0		
	Продолжительность, дни	Сумма положительных температур	Продолжительность, дни	Сумма положительных температур	Продолжительность, дни	Сумма положительных температур	
600	365	5600	302	5410	238	4950	239
800	365	5320	291	5100	232	4700	239
1000	365	5000	279	4820	224	4430	233
1200	343	4680	267	4500	215	4140	228
1400	330	4390	254	4160	206	3840	220
1600	314	4070	241	3850	195	3520	210
1800	296	3720	226	3480	182	3160	199
2000	280	3400	214	3160	168	2800	186
2200	263	3050	201	2830	152	2430	174
2400	247	2700	186	2500	135	2050	159
2600	228	2290	167	2070	113	1600	142
2800	209	1940	152	1740	94	1220	126
3000	191	1560	134	1370	72	820	110

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица П 6.1 – Количественные характеристики математических ожиданий энергетических параметров трактора Т-4А при различных значениях степени загрузки и коэффициента вариации нагрузки (агрофон – вспаханное поле, V – рабочая передача)

$\lambda_з$	$\overline{P}_т$, кН	$\sigma_т$, кН	$t_н$	$\Phi(t_н)$	$\sigma(t_н)$	$\overline{N}_т$, кВт	$\overline{G}_т$, кг/ч	$V_т$, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\nu_т = 0$								
0,7	28,77	0		0,5	0	51,8	18,98	1,79
0,8	32,88	0		0,5	0	59,2	20,35	1,78
0,9	36,99	0	∞	0,5	0	65,40	21,82	1,77
1,0	41,1	0		0,5	0	72,34	23,00	1,76
1,1	45,21	0		0,5	0	61,62	21,63	1,75
$\nu_т = 0{,}083$								
0,7	28,77	2,388	5,163	0,500	0,0023	51,47	18,58	1,78
0,8	32,88	2,729	3,012	0,500	0,0023	58,49	20,05	1,77
0,9	36,99	3,070	1,338	0,4100	0,163	64,74	21,42	1,75
1,0	41,1	3,411	0	0,5	0,399	68,31	21,95	1,66
1,1	45,21	3,752	-1,095	±0,3643	0,220	60,42	21,12	1,63
$\nu_т = 0{,}167$								
0,7	28,77	4,80	2,566	0,495	0,015	51,40	18,58	1,78
0,8	32,88	5,490	1,497	0,432	0,132	57,71	19,93	1,76
0,9	36,99	6,177	0,665	0,2486	0,319	61,35	20,81	1,67
1,0	41,1	6,863	0	0,5	0,399	64,17	20,90	1,56
1,1	45,21	7,550	-0,544	±0,362	0,220	55,00	20,49	1,57
$\nu_т = 0{,}250$								
0,7	28,77	7,192	1,714	0,4573	0,091	50,83	18,49	1,77
0,8	32,88	8,22	1	0,341	0,242	55,50	19,53	1,71
0,9	36,99	9,247	0,444	0,170	0,362	56,84	20,01	1,59
1,0	41,1	10,27	0	0,5	0,399	60,02	19,86	1,46
1,1	45,21	11,30	-0,36	± 0,14 1	0,374	48,05	19,23	1,308
$\nu_т = 0{,}333$								
07	28,77	9,580	1,287	0,401	0,174	49,44	18,24	1,74
08	32,88	10,94	0,750	0,273	0,301	52,23	18,96	1,65
09	36,99	12,37	0,333	0,129	0,378	51,51	19,13	1,51
10	41,1	13,68	0	0,5	0,399	55,81	18,83	1,36
11	45,21	15,05	-0,273	-0,106	0,385	39,37	18,14	1,18

Таблица П 6.2 – Количественные характеристики математических ожиданий энергетических параметров трактора Т-4А при различных степенях загрузки и коэффициента вариации нагрузки (агрофон – вспаханное поле VII – рабочая передача)

$\lambda_т$	$\overline{P}_т$, кН	$\sigma_т$, кН	$t_н$	$\Phi(t_н)$	$\varphi(t_н)$	$\overline{N}_т$, кВт	$\overline{G}_т$, кг/ч	$V_т$, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\nu_т = 0$								
0,7	19,67	0		0,5	0	46,93	18,94	2,40
0,8	22,72	0	∞	0,5	0	53,81	20,41	2,38
0,9	25,29	0		0,5	0	59,52	21,64	2,37
1,0	28,1	0		0,5	0	65,68	23,00	2,34
1,1	30,91	0		±0,5	0	62,14	21,44	2,34
$\nu_т = 0,083$								
0,7	19,67	1,632	5,165	0,500	0,0023	46,83	18,94	2,38
0,8	22,72	1,885	2,854	0,500	0,0023	53,68	20,41	2,37
0,9	25,29	2,099	1,338	0,410	0,163	59,21	21,55	2,34
1,0	28,1	2,322	0	0,5	0,399	62,72	22,03	2,23
1,1	30,91	2,565	-1,095	±0,364	0,220	60,82	21,25	2,21
$\nu_т = 0,167$								
0,7	19,67	3,284	2,566	0,495	0,015	46,94	18,94	2,38
0,8	22,72	3,794	1,418	0,432	0,132	53,28	20,27	2,35
0,9	25,29	4,223	0,665	0,2486	0,319	57,13	20,98	2,28
1,0	28,1	4,692	0	0,5	0,399	59,66	21,06	2,13
1,1	30,91	5,161	0,544	0,205	0,345	56,55	20,46	2,03
$\nu_т = 0,250$								
0,7	19,67	4,917	1,714	0,457	0,091	46,49	18,85	2,37
0,8	22,72	5,68	0,947	0,341	0,242	51,74	19,87	2,31
0,9	25,29	6,322	0,444	0,170	0,362	54,00	20,24	2,20
1,0	28,1	7,025	0	0,5	0,399	56,57	20,10	2,02
1,1	30,91	7,727	-0,363	0,141	0,374	46,07	+20,32 -19,50	1,8
$\nu_т = 0,333$								
0,7	19,67	6,550	1,287	0,401	0,174	45,55	18,64	2,35
0,8	22,72	7,565	0,711	0,273	0,301	49,36	19,32	2,25
0,9	25,29	8,421	0,333	0,129	0,378	50,14	19,43	2,11
1,0	28,1	9,357	0	0,5	0,399	53,42	19,14	1,9
1,1	30,91	10,29	-0,27	0,106	0,385	44,41	-18,49	1,75

Таблица П 6.3 –Количественные характеристики математических ожиданий энергетических параметров трактора Т-4А при различной степени загрузки и коэффициента вариации нагрузки (агрофон – вспаханное поле, VIII - рабочая передача)

$\lambda_{\bar{p}}$	$\overline{P}_{кр}$	$\sigma_p, кН$	t_H	$\Phi(t_H)$	$\varphi(t_H)$	$\overline{N}_{кр}, кВт$	$\overline{G}_T, кг/ч$	$V_p, м/с$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\nu_p = 0$								
0,7	17,01	0		0,5	0	45,62	30,68	2,71
0,8	19,44	0		0,5	0	51,86	31,98	2,69
0,9	21,87	0	∞	0,5	0	58,04	33,43	2,66
1,0	24,3	0		0,5	0,399	64,15	34,98	2,65
1,1	26,73	0		0,5	0	61,63	15,96	2,64
$\nu_p = 0,083$								
0,7	17,01	1,411	5,166	0,500	0,0023	45,60	30,63	2,69
0,8	19,44	1,613	3,0130	0,500	0,0023	51,84	31,88	2,68
0,9	21,87	1,815	1,338	0,410	0,163	57,76	31,28	2,65
1,0	24,3	2,016	0	0,5	0,399	61,56	34,38	2,54
1,1	26,73	2,218	-1,095	$\pm$ 0,364	$\pm$ 0,220	60,50	13,86	2,52
$\nu_p = 0,167$								
0,7	17,01	2,840	2,566	0,495	0,015	45,55	30,55	2,70
0,8	19,44	3,246	1,497	0,432	0,132	51,45	30,64	2,66
0,9	21,87	3,652	0,665	0,248	0,319	55,93	27,95	2,58
1,0	24,3	4,058	0	0,5	0,399	58,90	43,38	2,44
1,1	26,73	2,218	+1,095	$\pm$0,362	0,220	57,01	13,92	2,46
ν_p=0,250								
0,7	17,01	4,25	1,715	0,456	0,092	44,32	30,01	2,68
0,8	19,44	4,86	1,00	0,341	0,242	50,13	30,52	2,50
0,9	21,87	5,47	0,444	0,170	0,362	52,71	28,00	2,49
1,0	24,30	6,07	0	0,5	0,399	55,74	32,75	2,40
1,1	26,73	6,68	0,363	0,141	0,374	54,10	13,11	2,31
$\nu_p = 0,333$								
0,7	17,01	5,664	1,287	0,401	0,174	41,76	29,04	2,65
0,8	19,44	6,473	0,750	0,273	0,301	48,22	27,72	2,56
0,9	21,87	7,282	0,333	0,129	0,378	49,84	25,48	2,41
1,0	24,3	8,0919	0	0,5	0,399	53,5	34,38	2,23
1,1	26,73	8,901	0,273	-0,106	0,385	46,27	20,36	2,05

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Патентные документы

ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ИДОРАИ ПАТЕНТӢ

ГУВОҲНОМА

Шаҳрванд **Аҳмадов Б.Р.**

муаллифи ихтироъ ***Тарзи муштараки коркарди болоии хок ва кишти зироатҳои каландшаванда***

Ба ихтироъ нахустпатенти № TJ 571 дода шудааст.

Дорандаи нахустпатент Сатторӣ И., Аҳмадов Б.Р., Сафаров М.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Сатторӣ И., Сафаров М., Ҳоҷиев Б.Б., Абдуллоев Н.Х., Шамсидинов А.С.

Аввалияти ихтироъ 18.04.2012

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 18.04.2012

Аризаи № 1200720

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

10 июли с. 2013 ба қайд гирифта шуд

Нахустпатент эътибор дорад аз 18 апрели с. 2012 то 18 апрели 2022 с.

Ин гувоҳнома ҳангоми амалӣ гардонидани ҳуқуқу
мтиёзҳое, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузории
ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР Курбонов Ҷ.Ҷ.

РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН
ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Гражданин **Ахмадов Б.Р.**

Является автором изобретения **Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур**

На изобретение выдан малый патент №TJ **571**

Патентообладатель **Саттори И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М.**

Страна **Республика Таджикистан**

Соавторы **Саттори И., Сафаров М., Ходжиев Б.Б., Абдуллоев Н.Х., Шамсидинов А.С.**

Приоритет изобретения **18.04.2012**

Дата подачи заявки **18.04.2012**

Заявка № **1200720**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан **10 июля 2013**

Малый Патент действителен с **18 апреля 2012** г. по **18 апреля 2022** г.

Настоящее удостоверение предъявляется при реализации прав и льгот, установленных действующим законодательством

ШЎЪБАИ ФЕҲРИСТҲОИ ДАВЛАТИИ ОБЪЕКТҲОИ МОЛИКИЯТИ САНОАТӢ

(19) TJ (11) 571

Республика Таджикистан

(51) МПК(2012) A01 B 79/00; A01B79/02

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

(12) Описание изобретения

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 1200720
(22) 18.04.2012
(46) Бюл.87, 2013
(71) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).
(72) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ); Ходжиев Б.Б. (TJ); Абдуллоев Н.Х. (TJ); Шамсидинов А.С.(TJ).
(73) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).

(54) **Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.**

2

(57) Изобретение относится к отрасли сельского хозяйства, в частности к способу предпосевной подготовки почвы и посева пропашных культур.

Способ включает сплошную культивацию с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерование и разравнивание поверхности почвы. Предусмотрен широкорядный посев семян пропашных культур на глубину H_2 на междурядьях 60 см, нарезку поливных борозд и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

Изобретение относится к отрасли сельского хозяйства, в частности к способу предпосевной подготовки почвы и посева пропашных культур.

Известны ряд способов для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.

Наиболее близким к изобретению является «Способ одновременной обработки почвы и посева семян зерновых культур», выполняемый комбинированным агрегатом КМ-1,8 «Кишоварз» (малый патент Республики Таджикистан ТЈ № 431).

Данный способ состоит из выполнения следующих технологических операций: сплошной культивации с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерования и разравнивания поверхности почвы, рядового посева семян и нарезки поливных борозд.

Недостатками этого способа являются:

-посев семян только зерновых и овощных культур;

-посев только узкорядным способом;

-не предусмотрена технология внесения гербицидов против сорных растений.

Целью является снижения энергетических затрат улучшение качества выполняемой работы для возделывания пропашных культур.

Указанная цель достигается тем, что рекомендуемый способ выполняется машиной КМ-2,4 - «Кишоварз», который агрегатируется навесным способом и за один проход выполняются семь наименований технологических операций.

На Фиг. изображена технологическая схема способа обработки почвы и посева пропашных культур.

Способ состоит из следующих технологических операций: сплошная обработка почвы и внесения минеральных удобрений на глубину Н

(15-20 см); фрезерования на глубину H_1 (10-15 см); разравнивания поверхности почвы; широкорядный посев семян пропашных культур на заданную глубину H_2

(4-8 см) с заделкой загортачем и катками на междурядьях 60 см; нарезка поливных борозд на глубину H_3 (Ю-15 см) с рабочей глубиной H_4

(15-20 см) и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

Преимуществом предлагаемого способа является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений культиватором, почвообрабатывающей фрезой и планировщиком, посева семян, нарезка поливных борозд и нанесение гербицидов на поверхности посева выполняются одновременно за один проход агрегата на междурядьях 60 см. Минеральные удобрения вносятся рабочими органами культиватора ниже уровня работы почвообрабатывающей фрезы и строго на одном ряде ниже расположения посеянных семян, что имеет важное значения для удобства в усвоении, роста и развития растений, экономию топливно-энергетических ресурсов, улучшает качество и эффективность возделывания пропашных культур.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ поверхностной обработки почвы и посева семян, включающий сплошную культивацию с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерование, разравнивание поверхности почвы, рядовой посев семян и нарезку поливных борозд, ***отличающийся тем, что*** осуществляют широкорядный посев семян пропашных культур на глубину H_2 на междурядьях 60 см и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

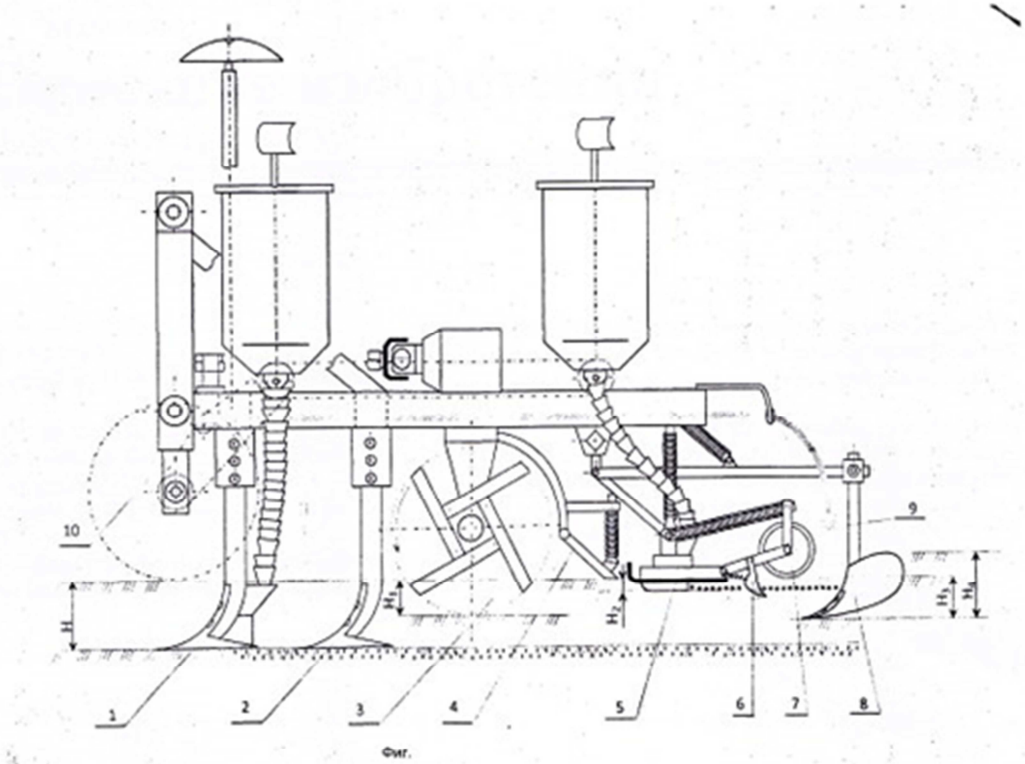
Компьютерный набор: Фатхуллоева М.С.

Заказ Тираж Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ

734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.



Фиг.

ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ИДОРАИ ПАТЕНТӢ

ГУВОҲНОМА

Шаҳрванд **Аҳмадов Б.Р.**

муаллифи ихтирои ***Мошинаи муштараки КМ-2,4 - "Кишоварз" барои коркарди болоии хок ва кишти зироатҳои каландшаванда***

Ба ихтироъ нахустпатенти № TJ 572 дода шудааст.

Дорандаи нахустпатент Сатторӣ И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Сатторӣ И., Сафаров М., Ҳочиев Б.Б., Абдуллоев Н.Х., Шамсидинов А.С.

Аввалияти ихтироъ 18.04.2012

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 18.04.2012

Аризаи № 1200721

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

10 июли с. 2013 ба қайд гирифта шуд

Нахустпатент эътибор дорад аз 18 апрели с. 2012 то 18 апрели 2022 с.

Ин гувоҳнома ҳангоми амалӣ гардонидани ҳуқуқу имтиёзҳое, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузории ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР Курбонов Ҷ.Ҷ.

РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН
ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Гражданин **Ахмадов Б.Р.**

Является автором изобретения **Комбинированная машина КМ-2,4 - "Кишоварз" для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур**

На изобретение выдан малый патент №TJ **572**

Патентообладатель **Саттори И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М.**

Страна **Республика Таджикистан**

Соавторы **Саттори И., Сафаров М., Ходжиев Б.Б., Абдуллоев Н.Х., Шамсидинов А.С.**

Приоритет изобретения **18.04.2012**

Дата подачи заявки **18.04.2012**

Заявка № **1200721**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан **10 июля 2013**

Малый Патент действителен с **18 апреля 2012** г. по **18 апреля 2022** г.

Настоящее удостоверение предъявляется при реализации прав и льгот, установленных действующим законодательством

(19) TJ (11) 571

Республика Таджикистан

(51) МПК(2012) A01 B 79/00; A01B79/02

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

(12) Описание изобретения

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 1200720
(22) 18.04.2012
(46) Бюл.87, 2013
(71) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).
(72) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ); Ходжиев Б.Б. (TJ); Абдуллоев Н.Х. (TJ); Шамсидинов А.С.(TJ).
(73) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).

(54) Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.

2

(57) Изобретение относится к отрасли сельского хозяйства, в частности к способу предпосевной подготовки почвы и посева пропашных культур.

Способ включает сплошную культивацию с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерование и разравнивание поверхности почвы. Предусмотрен широкорядный посев семян пропашных культур на глубину H_2 на междурядьях 60 см, нарезку поливных борозд и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

Изобретение относится к отрасли сельского хозяйства, в частности к способу предпосевной подготовки почвы и посева пропашных культур.

Известны ряд способов для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.

Наиболее близким к изобретению является «Способ одновременной обработки почвы и посева семян зерновых культур», выполняемый комбинированным агрегатом КМ-1,8 «Кишоварз» (малый патент Республики Таджикистан TJ № 431).

Данный способ состоит из выполнения следующих технологических операций: сплошной культивации с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерования и разравнивания поверхности почвы, рядового посева семян и нарезки поливных борозд.

Недостатками этого способа являются:

-посев семян только зерновых и овощных культур;

-посев только узкорядным способом;

-не предусмотрена технология внесения гербицидов против сорных растений.

Целью является снижения энергетических затрат улучшение качества выполняемой работы для возделывания пропашных культур.

Указанная цель достигается тем, что рекомендуемый способ выполняется машиной КМ-2,4 - «Кишоварз», который агрегатируется навесным способом и за один проход выполняются семь наименований технологических операций.

На Фиг. изображена технологическая схема способа обработки почвы и посева пропашных культур.

Способ состоит из следующих технологических операций: сплошная обработка почвы и внесения минеральных удобрений на глубину H

(15-20 см); фрезерования на глубину H_1 (10-15 см); разравнивания поверхности почвы; широкорядный посев семян пропашных культур на заданную глубину H_2

(4-8 см) с заделкой загортачем и катками на междурядьях 60 см; нарезка поливных борозд на глубину H_3 (Ю-15 см) с рабочей глубиной H_4

(15-20 см) и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

Преимуществом предлагаемого способа является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений культиватором, почвообрабатывающей фрезой и планировщиком, посева семян, нарезка поливных борозд и нанесение гербицидов на поверхности посева выполняются одновременно за один проход агрегата на междурядьях 60 см. Минеральные удобрения вносятся рабочими органами культиватора ниже уровня работы почвообрабатывающей фрезы и строго на одном ряде ниже расположения посеянных семян, что имеет важное значения для удобства в усвоении, роста и развития растений, экономию топливно-энергетических ресурсов, улучшает качество и эффективность возделывания пропашных культур.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ поверхностной обработки почвы и посева семян, включающий сплошную культивацию с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерование, разравнивание поверхности почвы, рядовой посев семян и нарезку поливных борозд, ***отличающийся тем, что*** осуществляют широкорядный посев семян пропашных культур на глубину H_2 на междурядьях 60 см и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

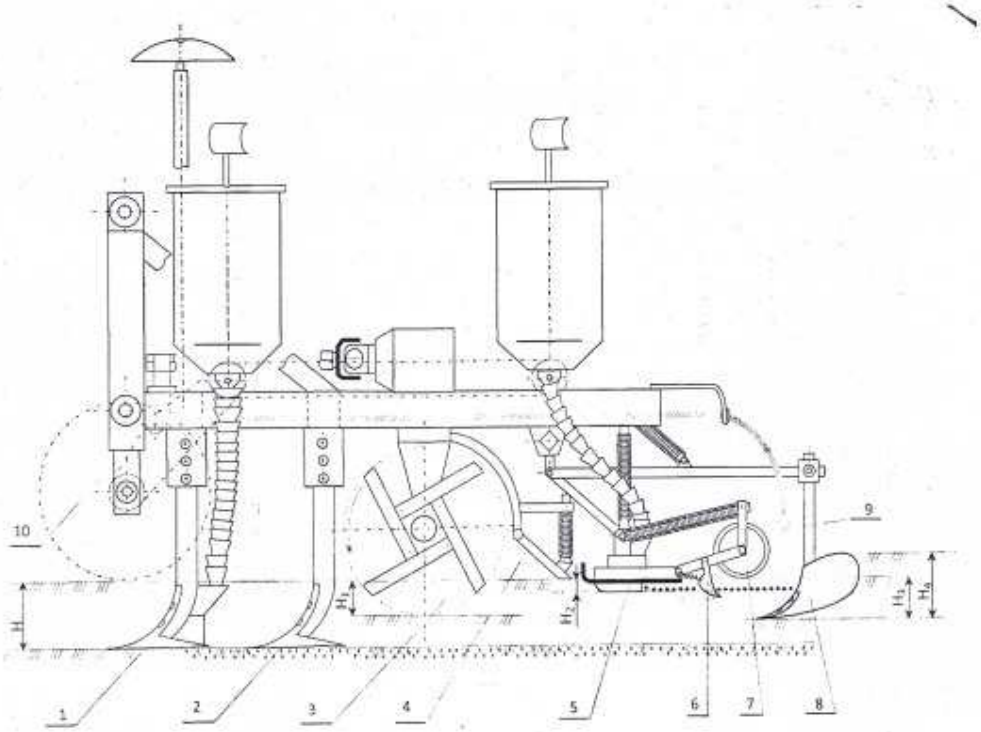
Компьютерный набор: Фатхуллоева М.С.

Заказ Тираж Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ

734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.



Фиг.

ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН

ИДОРАИ
ДАВЛАТИИ
ПАТЕНТӢ

НАХУСТПАТЕНТ

№ TJ 571

БА ИХТИРОИ

Тарзи муштараки коркарди болоии хок ва кишти зироатҳои каландшаванда

Дорандаи нахустпатент Саттори И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Муаллиф(он) Саттори И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М., Ҳочиев Б.Б., Абдуллоев Н.Х., Шамсидинов А.С.

Аввалияти ихтироъ 18.04.2012

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 18.04.2012

Аризаи № 1200720

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои

Ҷумҳурии Тоҷикистон 10 июли с. 2013 **ба кайд гирифта шуд**

Нахустпатент эътибор дорад аз 18 апрели с. 2012 **то** 18 апрели с. 2022

ДИРЕКТОР Курбонов Ҷ.Ҷ.

Республика Таджикистан

Государственное патентное ведомство

МАЛЫЙ ПАТЕНТ

№ TJ 571

на изобретение

Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур

Патентообладатель Саттори И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М.

Страна Республика Таджикистан

Автор (ы) Саттори И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М., Ходжиев Б.Б., Абдуллоев Н.Х., Шамсидинов А.С.

Приоритет изобретения 18.04.2012

Дата подачи заявки 18.04.2012

Заявка № 1200720

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 10 июля 2013

Малый патент действителен с 18 апреля 2012 г. по 18 апреля 2022 г.

(19) TJ (11) 571

Республика Таджикистан

(51) МПК(2012) A01 B 79/00; A01B79/02

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

(12) Описание изобретения

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 1200720
(22) 18.04.2012
(46) Бюл.87, 2013
(71) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).
(72) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ); Ходжиев Б.Б. (TJ); Абдуллоев Н.Х. (TJ); Шамсидинов А.С.(TJ).
(73) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).

(54) **Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.**

2

(57) Изобретение относится к отрасли сельского хозяйства, в частности к способу предпосевной подготовки почвы и посева пропашных культур.

Способ включает сплошную культивацию с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерование и разравнивание поверхности почвы. Предусмотрен широкорядный посев семян пропашных культур на глубину H_2 на междурядьях 60 см, нарезку поливных борозд и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

Изобретение относится к отрасли сельского хозяйства, в частности к способу предпосевной подготовки почвы и посева пропашных культур.

Известны ряд способов для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.

Наиболее близким к изобретению является «Способ одновременной обработки почвы и посева семян зерновых культур», выполняемый комбинированным агрегатом КМ-1,8 «Кишоварз» (малый патент Республики Таджикистан TJ № 431).

Данный способ состоит из выполнения следующих технологических операций: сплошной культивации с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерования и разравнивания поверхности почвы, рядового посева семян и нарезки поливных борозд.

Недостатками этого способа являются:

-посев семян только зерновых и овощных культур;

-посев только узкорядным способом;

-не предусмотрена технология внесения гербицидов против сорных растений.

Целью является снижения энергетических затрат улучшение качества выполняемой работы для возделывания пропашных культур.

Указанная цель достигается тем, что рекомендуемый способ выполняется машиной КМ-2,4 - «Кишоварз», который агрегатируется навесным способом и за один проход выполняются семь наименований технологических операций.

На Фиг. изображена технологическая схема способа обработки почвы и посева пропашных культур.

Способ состоит из следующих технологических операций: сплошная обработка почвы и внесения минеральных удобрений на глубину H

(15-20 см); фрезерования на глубину H_1 (10-15 см); разравнивания поверхности почвы; широкорядный посев семян пропашных культур на заданную глубину H_2

(4-8 см) с заделкой загортачем и катками на междурядьях 60 см; нарезка поливных борозд на глубину H_3 (Ю-15 см) с рабочей глубиной H_4

(15-20 см) и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

Преимуществом предлагаемого способа является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений культиватором, почвообрабатывающей фрезой и планировщиком, посева семян, нарезка поливных борозд и нанесение гербицидов на поверхности посева выполняются одновременно за один проход агрегата на междурядьях 60 см. Минеральные удобрения вносятся рабочими органами культиватора ниже уровня работы почвообрабатывающей фрезы и строго на одном ряде ниже расположения посеянных семян, что имеет важное значения для удобства в усвоении, роста и развития растений, экономию топливно-энергетических ресурсов, улучшает качество и эффективность возделывания пропашных культур.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

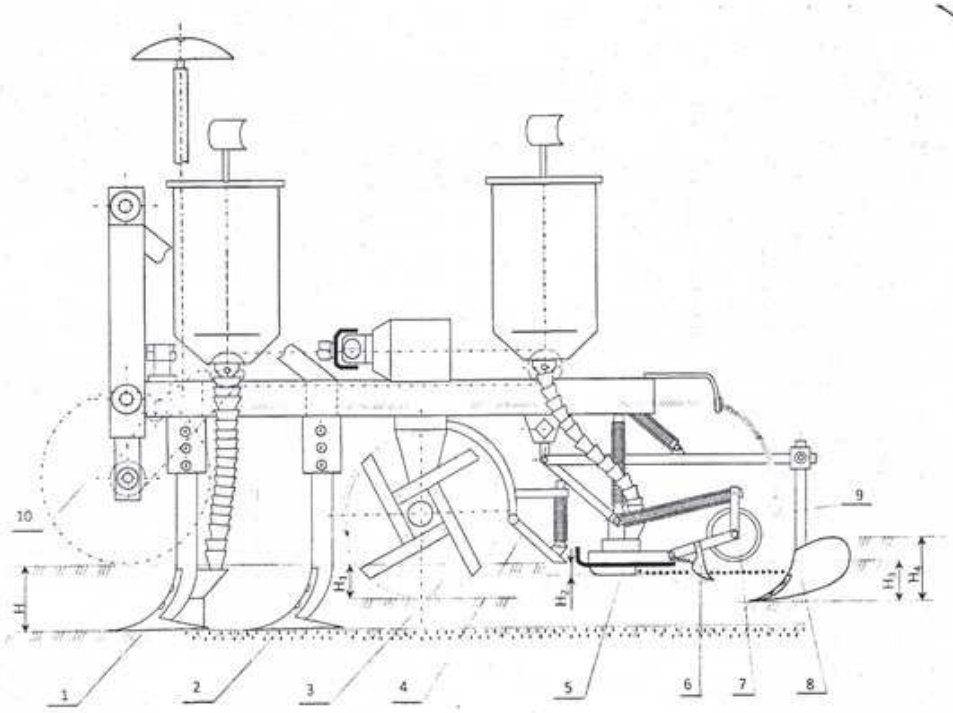
Способ поверхностной обработки почвы и посева семян, включающий сплошную культивацию с подпочвенным внесением минеральных удобрений, фрезерование, разравнивание поверхности почвы, рядовой посев семян и нарезку поливных борозд, ***отличающийся тем, что*** осуществляют широкорядный посев семян пропашных культур на глубину H_2 на междурядьях 60 см и опрыскивание гербицидов на поверхности посева.

Компьютерный набор: Фатхуллоева М.С.

Заказ Тираж Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ
734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

Комбинированный способ поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.



Фиг.

ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ИДОРАИ ДАВЛАТИИ ПАТЕНТӢ

НАХУСТПАТЕНТ

№ TJ 572

БА ИХТИРОИ

Мошинаи муштараки КМ-2,4 - "Кишоварз" барои коркарди болои хок ва кишти зироатҳои каландшаванда

Дорандаи нахустпатент Сатторӣ И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Муаллиф(он) Сатторӣ И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М., Ҳочиев Б.Б., Абдуллоев Н.Х., Шамсидинов А.С.

Аввалияти ихтироъ 18.04.2012

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 18.04.2012

Аризаи № 1200721

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон 10 июли с. 2013 **ба қайд гирифта шуд**

Нахустпатент эътибор дорад аз 18 апрели с. 2012 **то** 18 апрели с. 2022

ДИРЕКТОР Курбонов Ҷ.Ҷ.

Республика Таджикистан

Государственное патентное ведомство

МАЛЫЙ ПАТЕНТ

№ TJ 572

на изобретение

Комбинированная машина КМ-2,4 - "Кишоварз" для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур

Патентообладатель Саттори И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М.

Страна Республика Таджикистан

Автор (ы) Саттори И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М., Ходжиев Б.Б., Абдуллоев Н.Х., Шамсидинов А.С.

Приоритет изобретения 18.04.2012

Дата подачи заявки 18.04.2012

Заявка № 1200721

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 10 июля 2013

Малый патент действителен с 18 апреля 2012 г. по 18 апреля 2022 г.

(19) **TJ** (11) **572**

Республика Таджикистан

(51) **МПК(2012) A01 B 49/02**

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

(12) Описание изобретения

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 1200721
(22) 18.04.2012
(46) Бюл.87, 2013
(71) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).
(72) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ); Ходжиев Б.Б. (TJ); Абдуллоев Н.Х. (TJ); Шамсидинов А.С.(TJ).
(73) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).
(54) **Комбинированная машина КМ-2,4 - «Кишоварз» для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.**
(56) Малый патент Р.Т. TJ № 449.
(57) Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к машинам, выполняющим несколько агротехнических операций за один проход. Устройство включает раму

2

с навесным механизмом, на которой установлены: механизм регулировки глубины хода почвообрабатывающих рабочих органов с опорно-приводными колесами; почвообрабатывающие рабочие органы и фреза; заравниватель поверхности почвы; семенной и туковый ящики с высеивающими аппаратами и тукопроводами; механизм привода высеивающих аппаратов; бороздорезы; конический редуктор; промежуточный карданный вал; маркеры и сошники для посева. На нем дополнительно установлена сошниковая группа, содержащая полозовидный сошник для широкорядного посева пропашных культур, пружину, обеспечивающую давление катка па почву, пружину, подтягивающую загортач, пружину, обеспечивающую давление сошника на почву. На тракторе установлены емкости для гербицидов, оснащенных насосами, трубопроводами.

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к машинам, выполняющим несколько агротехнических операций за один проход.

Известны ряд комбинированных машин для поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур.

Наиболее близким к изобретению является комбинированная машина КМ-1,8 - «Кишоварз» для поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур (малый патент Республики Таджикистан TJ № 429).

Данная машина состоит из рамы с навесным механизмом, на которой установлены: механизм регулировки глубины хода почвообрабатывающих рабочих органов с опорно-приводными колесами; почвообрабатывающие рабочие органы и фреза; заравниватель поверхности почвы; семенной и туковый ящики с высеивающими аппаратами и тукопроводами; механизм привода высеивающих аппаратов; бороздорезы; конический редуктор; промежуточный карданный вал; маркеры и сошники для узкорядного посева зерновых культур.

Недостатками этой машины являются:

-высеивающие аппараты высеивают только семена зерновых и овощных культур;

-конструкцией сошниковой группы предусмотрено только узкорядный посев семян зерновых и овощных сельскохозяйственных культур.

-конструкцией машины не предусмотрено механизм для внесения гербицидов на поверхности посева против сорных растений.

Целью разработки является снижение энергетических затрат, улучшение качества выполняемой работы при возделывании пропашных культур.

Указанная цель достигается тем, что на одной навесной раме установлены рабочие органы культиватора для сплошной обработки почвы с внесением минеральных удобрений, почвообрабатывающая фреза, заравниватель почвы, сошниковой группы для посева семян пропашных культур, механизмы для нанесения гербицидов на поверхности посева, бороздорезы для нарезки поливных борозд.

На фигуре показана конструкция заявляемого устройства. Устройство состоит из трактора (на чертеже не показано), рамы с навесным механизмом 1, на которой установлены: опорно-приводные колеса 3 с механизмами регулировки 2 глубины хода рабочего органа 4 с сапожком для внесения минеральных удобрений и рабочего органа 5 для поверхностной обработки почвы установленных в два ряда; почвообрабатывающая фреза 6; заравниватель почвы 7 с пружинным механизмом 8 для регулировки усилия на почву; сошниковая группа, содержащая полозовидный сошник 9 для широкорядного посева пропашных культур, пружину 10, обеспечивающая давление катка 13 на почву, пружины 11 подтягивающей загортач 12,пружину 16, обеспечивающую давление сошника 9 на почву; бороздорез 14, закрепленный замком 17 с пружинным механизмом 18 для регулировки давления бороздореза 14 на почву; трубопровода 19, закрепленного на раму 1 посредством кронштейна 20 и оснащенного наконечником 15 для нанесения гербицидов на поверхности посева; два семенных ящиков 23, оснащенных плавающим флажком 24 для контроля расхода семян с высеивающими аппаратами 22 и семяпроводами 21; два туковых ящиков 29, оснащенных плавающими флажками 30 для контроля расхода минеральных удобрений с высеивающими аппаратами 28 и тукопроводами 27; конический редуктор 25; промежуточный карданный вал 26 для подключения к валу отбора мощности (ВОМ) трактора и маркеров 31. Емкостей с насосом и трубопроводов с дозаторами (на чертеже не показаны) для подачи гербицидов, установленными на тракторе.

Комбинированная машина работает следующим образом.

При поступательном движении агрегата поверхность почвы обрабатывается рабочими органами 4 и 5, вносятся минеральные удобрения на глубину до 20 см, после чего образовавшиеся комки попадают на обработку почвообрабатывающей фрезой 6, разрыхляющей их на глубину до 15 см. Фреза 6 берет вращательное движение посредством промежуточного карданного вала 26 от ВОМ трактора и конического редуктора 25. Заравниватель почвы 7 разравнивает поверхность почвы на ширину захвата машины. Опорно-приводное колесо 3 посредством цепной передачи дает вращательное движение высеивающим аппаратам 28 семенного ящика 29 и туковым аппаратам 22 туковой ящик 23, а также обеспечивает регулировку глубины обработки почвы, заделки семян зерновых культур и минеральных удобрений.

Преимуществом предлагаемой машины является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений культиватором, почвообрабатывающей фрезой и заравниватедем, посева семян пропашных культур, нанесения гербицидов на поверхности посева и нарезка поливных борозд выполняются одновременно за один проход агрегата. Минеральные удобрения вносятся передними рабочими органами ниже уровня работы почвообрабатывающей фрезы и расположения семян пропашных культур, что имеет важное значения для удобства в усвоении растениями, их роста и развитии, имеет относительно небольшой габаритный размер, обеспечивает лучшую маневренность, экономию топливно-энергетических ресурсов, улучшает качество и эффективность возделывания пропашных культур.

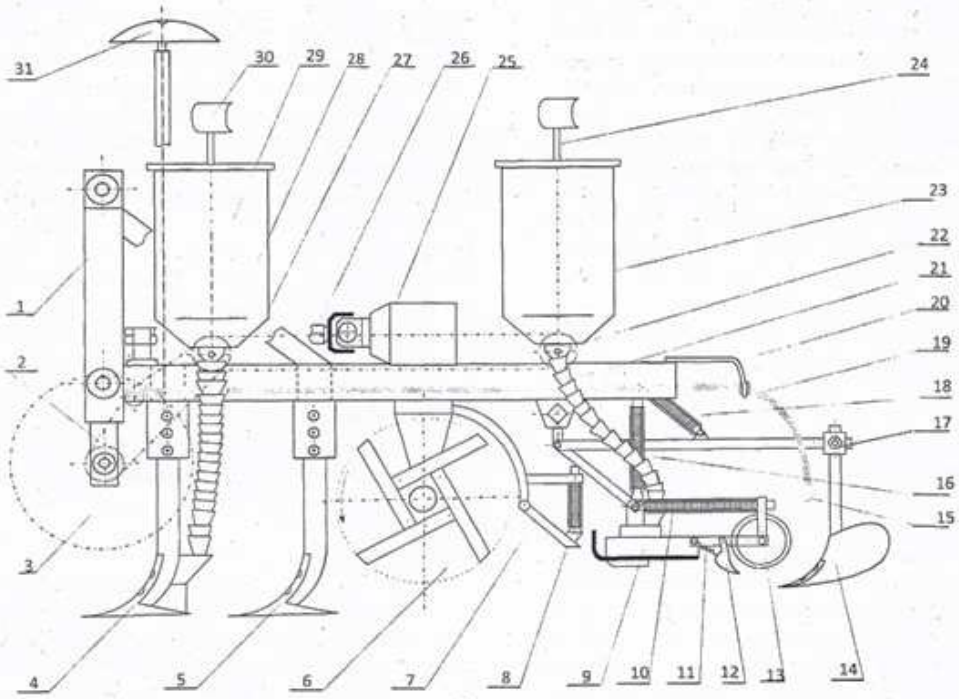
Комбинированная машина для поверхностной обработки почвы и посева культур, включающая раму с навесным механизмом, на которой установлены: механизм регулировки глубины хода почвообрабатывающих рабочих органов с опорно-приводными колесами; почвообрабатывающие рабочие органы и фреза: заравниватель поверхности почвы; семенной и туковый ящики с высевающими аппаратами и тукопроводами; механизм привода высевающих аппаратов; бороздорезы; конический редуктор; промежуточный карданный вал; маркеры и сошники для посева, ***отличающаяся тем что*** дополнительно установлена сошниковая группа, содержащая полозовидный сошник для широкорядного посева пропашных культур, пружину, обеспечивающую давление катка на почву, пружину, подтягивающей загортач, пружину, обеспечивающей давление сошника на почву, содержит емкости для гербицидов, оснащенных насосами, трубопроводами и дозаторами, установленными на тракторе.

Компьютерный набор: Фатхуллоева М.С.

Заказ Тираж Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ
734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

Комбинированная машина КМ-2,4 - «Кишоварз» для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур.



ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

ИДОРАИ ДАВЛАТИИ ПАТЕНТӢ

ГУВОҲНОМА

Шаҳрванд Аҳмадов Б.Р.

муаллифи ихтирои *Мошинаи муштараки КМ-1,8- "КИШОВАРЗ" барои коркарди сатҳии хок ва кишти зироатҳои ғалладонагӣ*

Ба ихтироъ мебошад
нахустпатенти № TJ 429 дода шудааст.

Дорандаи нахустпатент Сатторӣ И.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Сатторӣ И., Сафаров М., Амиров Н.Р., Шарипов Р.З.

Аввалияти ихтироъ 28.12.2010

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 28.12.2010

Аризаи № 1000547

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

31 маи с. 2011 ба қайд гирифта шуд

Нахустпатент эътибор дорад аз 28 декабри с. 2010 то 28 декабри с. 2020

Ин гувоҳнома ҳангоми амалӣ гардонидани ҳуқуқу имтиёзҳое, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузории ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР Негматуллаева Н.Б.

Республика Таджикистан

Государственное патентное ведомство

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Гражданин Ахмадов Б.Р.

Является автором изобретения Комбинированная машина КМ-1,8- "КИШОВАРЗ" для поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур

На изобретение выдан малый патент №TJ 429

Патентообладатель Саттори И.

Страна Республика Таджикистан

Соавторы Саттори И., Сафаров М., Амиров Н.Р., Шарипов Р.З.

Приоритет изобретения 28.12.2010

Дата подачи заявки 28.12.2010

Заявка № 1000547

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 31 мая 2011

Малый действителен с 28 декабря 2010 г. по 28 декабря 2020 г.
Патент

Настоящее удостоверение предъявляется при реализации прав и льгот, установленных действующим законодательством

(19) TJ (11) 429

Республика Таджикистан

(51)) МПК(2006) A 01 B 49/02

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

(12) Описание изобретения

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 1000547
(22) 28.12.2010
(46) Бюл.62 (2), 2011
(71) Саттори И. (TJ).
(72) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ).
(73) Саттори И. (TJ).

(54) **КОМБИНИРОВАННАЯ МАШИНА КМ-1,8- «КИШОВАРЗ» ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

(56) Карпенко А.Н., Халанский В.М. «Сельскохозяйственные машины», зд. Москва ВО «Агропромиздат» 1989 года, стр. 74.

(57) Изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к машинам, выполняющим несколько агротехнических операций за один проход.

Устройство состоит из последовательно смонтированных устройств культиватора с рабочими органами для рыхления почвы, высевающих аппаратов с туко- и семяпроводами, почвообрабатывающей фрезы для сплошного рыхления поверхности почвы, заравнивателя почвы, сошниковой группы для посева семян зерновых культур, бороздорезов, трансмиссии и вспомогательных механизмов. Нижняя часть тукопровода расположена ниже уровня нижней части семяпровода. Рабочие органы, трансмиссия, вспомогательные механизмы смонтированы на одной раме. Агрегатируется навесным способом.

Машина за один проход выполняет шесть раздельных технологических операций.

2

Изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к машинам, выполняющим несколько агротехнических операций за один проход.

Известны ряд комбинированных машин для поверхностной обработки очвы и посева зерновых культур.

Наиболее близким к изобретению является комбинированный агрегат "А-3,6 для совмещения предпосевной обработки почвы и посева зерновых ультур [Карпенко А.Н., Халанский В.М. «Сельскохозяйственные машины», зд. Москва ВО «Агропромиздат» 1989 года, стр. 74]. Комбинированный агрегат КА-3,6 состоит из нескольких последовательно смонтированных стройств, т.е. навесного культиватора КФГ-3,6 с почвообрабатывающей фрезой для сплошного рыхления поверхности почвы, сцепного устройства, фнотуковой сеялки СЗ-3,6, заравнивателя почвы, сошниковой группы для осева семян зерновых культур и вспомогательных механизмов, прикатывающего приспособления. Высевающие аппараты с туко- и емяпроводами расположены на одном уровне.

Недостатком этого агрегата являются:

-слишком большие габаритные размеры по длине, которые на тносительно маленьких полях дехканских хозяйств Таджикистана не пособствуют качественному выполнению технологических процессов, собенно на разворотах остаются очень много не обработанных участков;

-минеральные удобрения и семена зерновых культур высеваются на дном уровне, зерновой сеялкой СЗ-3,6, когда как для лучшего растворения удобрений в почве и усвоение её корнями, роста и развития растений, минеральные удобрения рекомендуют высевать ниже уровня расположения семян сельскохозяйственных культур;

-отсутствует устройства, для нарезки поливных борозд, из-за больших шпературе и жарких погодных условий Республики Таджикистан, особенно при обработке почвы и посева сельскохозяйственных культур после уборки озимых в июне-июле, нарезка поливных борозд особенно актуальна и необходима.

Кроме этого для почвенно-климатических условий Республики Таджикистан нет необходимости в уплотнения почвы поверхности посевов катками так как, структура почв Республики Таджикистан относятся в основном к тяжелым и имеют тенденцию к быстрому поверхностному самоуплотнению.

Целью является снижения энергетических затрат, улучшение качества выполняемой работы на относительно небольших полях дехканских хозяйств. Указанная цель достигается тем, что на одной навесной раме установлены рабочие органы культиватора для сплошной обработки почвы с внесением минеральных удобрений, почвообрабатывающая фреза, заравниватель почвы, сошники для посева семян, бороздорезы для нарезки поливных борозд.

На фиг. показан общий вид комбинированной машины КМ-1,8 «Кишоварз».

Комбинированная машина КМ-1,8 - «Кишоварз» для сплошной обработки почвы и посева семян зерновых культур включает в себя несколько последовательно смонтированных устройств, выполненных на одной раме раму с навесным механизмом 1, культиватор с рабочими органами 2 и 3 для поверхностной обработки почвы и внесения минеральных удобрений, установленных в два ряда, почвообрабатывающую фрезу 4, заравнивателя почвы 5, однодисковых сошников 6 для посева семян зерновых культур, бороздорезов 7, смонтированных перед семяпроводами семенного ящика 8 с высевающими аппаратами и семяпроводами, тукового ящика 9 с высевающими аппаратами и тукопроводами, трансмиссии, состоящей из конического редуктора 10, цепной передачи 1Г, промежуточного карданного вала 12 и промежуточной опоры 13 для подключения карданного к валу отбора мощности (ВОМ) трактора, опорно-приводного колеса 14 с механизмами регулировки глубины обработки и передачи движения высевающим аппаратам семенного и тукового ящиков.

Комбинированная машина КМ4,8-«Кишоварз» для сплошной обработки почвы и посева семян зерновых культур работает следующим образом.

Машина с помощью навесного механизма 1 навешивается на трактор. При поступательном движении агрегата поверхность почвы обрабатывается стрельчатыми рабочими органами 2 и 3 и вносятся минеральные удобрения на глубину до 20 см, после чего образовавшиеся комки попадают под обработку рабочими органами почвообрабатывающей фрезы 4 на глубину до 15 см, который берет вращательное движение по направлению движения агрегегата посредством промежуточного карданного вала 12, конического редуктора 10 и редуктора фрезы от ВОМ трактора, заравниватель почвы 5 разравнивает поверхность почвы на ширину захвата машины. Опорно-приводное колесо 14 посредством цепной передачи 13 дает вращательное движение высевающим аппаратам семенного 8 и тукового 9 ящиков, а также обеспечивает регулировку глубины обработки почвы, заделки семян зерновых культур и минеральных удобрений.

Заявляемый агрегат изготовлен и успешно испытан на опытно-экспериментальном участке Таджикского аграрного университета и подтверждена осуществимость его применения.

Преимуществом предлагаемой машины является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений культиватором, почвообрабатывающей фрезой и заравнивателем, посева семян зерновых культур и нарезка поливных бо-

розд выполняются одновременно за один проход агрегата, минеральные удобрения вносятся задними рабочими органами ниже уровня работы почвообрабатывающей фрезы и расположения семян зерновых культур, что имеет немаловажное значения для удобства в усвоении растениями, их роста и развитии, имеет относительно небольшой габаритный размер, обеспечивает лучшую маневренность, экономию топливно-энергетических ресурсов, улучшает качество и эффективность возделывания зерновых культур.

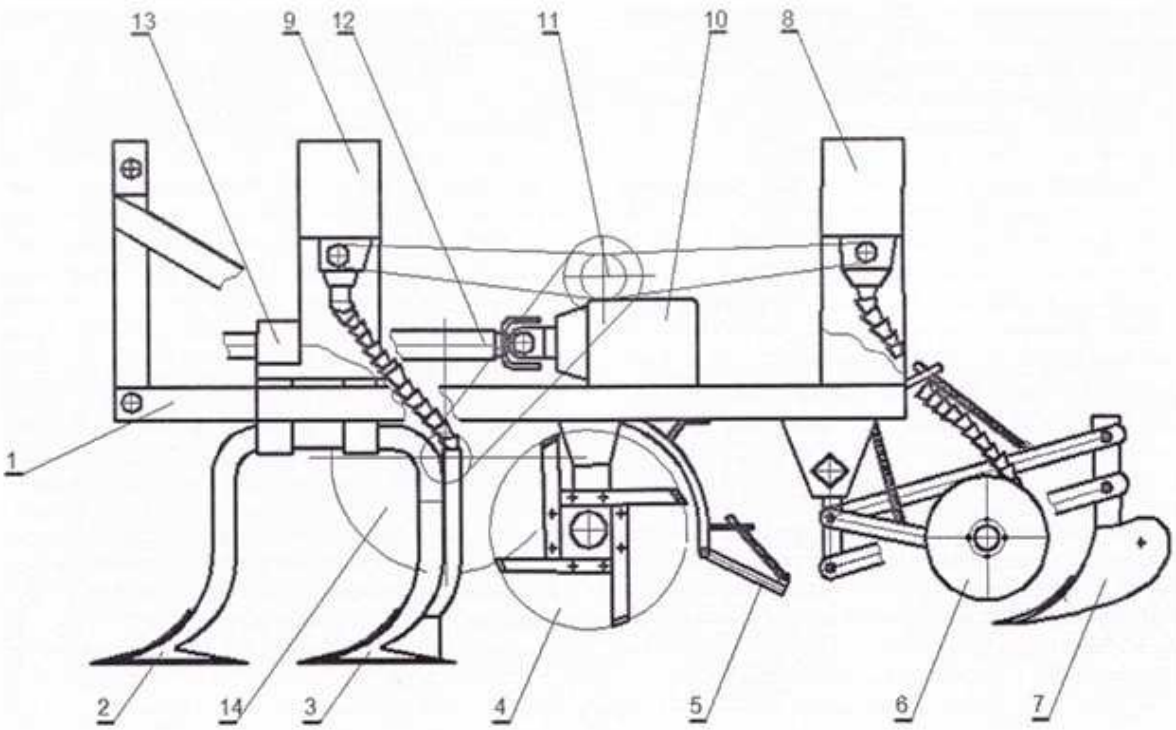
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Комбинированная машина для поверхностной обработки почвы и посева семян зерновых культур, включающая последовательно смонтированные устройства - культиватор с рабочими органами для рыхления почвы, высевающие аппараты с туко- и семяпроводами, почвообрабатывающую фрезу для сплошного рыхления поверхности почвы, заравниватель почвы, сошниковой группы для посева семян зерновых культур и вспомогательные механизмы, **отличающаяся тем, что** дополнительно установлены трансмиссия, присоединенная к валу отбора мощности трактора и бороздорезы, смонтированные перед семяпроводами, нижняя часть тукопровода расположена ниже уровня нижней части семяпровода, рабочие органы, трансмиссия и вспомогательные механизмы смонтированы на одной раме, агрегатируется навесным способом.

Компьютерный набор: Назарова Дж.Д.

Заказ Тираж Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ
734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

КОМБИНИРОВАННАЯ МАШИНА КМ-1,8- «КИШОВАРЗ» ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР



ҶУМҲУРИИ
ТОҶИКИСТОН

ИДОРАИ
ДАВЛАТИИ
ПАТЕНТӢ

ГУВОҲНОМА

Шаҳрванд Аҳмадов Б.Р.

муаллифи ихтирои *Тарзи якбора коркади хок ва кишти тухмии зироатҳои ғалладонагӣ*

Ба ихтироъ нахустпатенти № TJ 431 мебошад дода шудааст.

Дорандаи нахустпатент Саттори И.

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Ҳаммуаллиф(он) Саттори И., Сафаров М., Амиров Н.Р., Шарипов Р.З.

Аввалияти ихтироъ 28.12.2010

Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза 28.12.2010

Аризаи № 1000548

Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

31 маи с. 2011 ба қайд гирифта шуд

Нахустпатент эътибор дорад аз 28 декабри с. 2010 то 28 декабри с. 2020

Ин гувоҳнома ҳангоми амалӣ гардонидани ҳуқуқу имтиёзҳое, ки барои муаллифони ихтироот бо қонунгузории ҷорӣ муқаррар гардидаанд, нишон дода мешавад

ДИРЕКТОР Негматуллаева Н.Б.

Республика Таджикистан

Государственное патентное ведомство

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Гражданин Ахмадов Б.Р.

Является автором изобретения Способ одновремённой обработки почвы и посева зерновых культур

На изобретение выдан малый патент №TJ 431

Патентообладатель Саттори И.

Страна Республика Таджикистан

Соавторы Саттори И., Сафаров М., Амиров Н.Р., Шарипов Р.З.

Приоритет изобретения 28.12.2010

Дата подачи заявки 28.12.2010

Заявка № 1000548

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан 31 мая 2011

Малый действителен с 28 декабря 2010 г. по 28 декабря 2020

Патент

Настоящее удостоверение предъявляется при реализации прав и льгот, установленных действующим законодательством

(19) TJ (11) 431

Республика Таджикистан

(51)) МПК(2006) A 01 B 79/00; A 01 B 79/02

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО

(12) Описание изобретения

К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 1000548
(22) 28.12.2010
(46) Бюл.62 (2), 2011
(71) Саттори И. (TJ).
(72) Саттори И. (TJ); Ахмадов Б.Р. (TJ); Сафаров М. (TJ); Амиров Н.Р. (TJ); Шарипов Р.З. (TJ).
(73) Саттори И. (TJ).

(54) **СПОСОБ ОДНОВРЕМЁННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

(56) Карпенко А.Н., Халанский В.М. «Сельскохозяйственные машины», изд. Москва ВО «Агропромиздат» 1989 года, стр. 74 и 77.

2

(57) Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к способам одновременной обработки почвы.

Способ осуществляют с применением навесного агрегата КМ-1,8 «Кишоварз» новой конструкции, при помощи которого осуществляют сплошную культивацию почвы с внесением минеральных удобрений на глубину 15-20 см относительно ниже глубины расположения семян, фрезерование на глубину 10-15 см и разравнивание. На глубину 2-8 см осуществляют посев семян и нарезку поливных борозд на глубину 8-12 см. Глубину обработки и выполнение технологических процессов регулируют опорно-приводными колесами агрегата в зависимости от влажности почвы.

Изобретение относится к сельскому хозяйству, в частности к способам одновременной обработки почвы.

Известны ряд способов для поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур.

Наиболее близким к изобретению является способ, выполняемый комбинированным агрегатом КА-3,6 для одновременной предпосевной обработки почвы и посева зерновых культур [Карпенко А.Н., Халанский В.М. «Сельскохозяйственные машины», изд. Москва ВО «Агропромиздат» 1989 года, стр. 74 и 77]. Данный способ состоит из выполнения следующих технологических операций по обработке почвы и посеву сплошная культивация, фрезерование, разравнивание, внесение минеральных удобрений, рядовой посев семян зерновых культур, каткование почвы поверхности семян, выполняемые несколькими последовательно соединенными машинами. Недостатками этого способа являются:

- данный способ выполняется несколькими последовательно соединенными прицепными машинами, агрегат имеет очень большой по длине габаритный размер, поэтому размерные условия полей сельскохозяйственного значения Республики Таджикистан и способ соединения агрегата с трактором не способствуют качественному выполнению технологических процессов, на разворотах остаются очень много не обработанных участков;

- минеральные удобрения и семена зерновых культур высеваются на одном уровне, тогда как для лучшего растворения удобрений в почве и усвоение ее корнями и роста развития растений минеральные удобрения рекомендуется располагать ниже уровня расположения семян сельскохозяйственных культур.

- отсутствие операции каткования почвы поверхности семян после посева, необходимое для почв Республики Таджикистан, т.к. их структуры относятся в основном к тяжелым и имеют тенденцию к быстрому поверхностному самоуплотнению.

- отсутствует технологическая операция нарезки поливных борозд.

Целью настоящей работы является снижение энергетических затрат и улучшение качества выполняемой работы при возделывании зерновых культур на относительно небольших полях дехканских хозяйств.

Указанная цель достигается тем, что заявленный способ осуществляется при помощи нового навесного агрегата КМ-1,8 «Кишоварз», которая агрегатируется навесным способом, имеет относительно небольшой габаритный размер -- 2,0 м по длине, способствует увеличению скоростных характеристик и маневренности машины, рабочие органы и вспомогательные механизмы укомплектованы на одной раме, за один проход выполняются шесть наименований технологический операций: сплошная культивация и внесение минеральных удобрений, фрезерование и разравнивания поверхности почвы, рядовой посев семян зерновых культур и нарезка поливных борозд.

На фигуре изображен способ выполнения технологического процесса поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур.

Способ осуществляется следующим образом: выполняется сплошная культивация почвы и внесение минеральных удобрений стрельчатыми рабочими органами 1 и 2 культиватора на глубину Н (15-20 см) относительно ниже глубины расположения семян. После чего рабочие органы почвообрабатывающей фрезы 3 выполняют фрезерование почвы на глубину Н1 (10-15 см). Далее планировщик 4 разравнивает поверхность почвы. Посев семян сельскохозяйственных культур осуществляют дисковые сошники 5 на заданную глубину Н2 (2-8 см). Затем нарезку поливных борозд выполняют бороздоделатели 6 на глубину H_3 (8-12 см). Глубина обработки и выполнение технологических процессов регулируются опорно-приводными колесами 7 в зависимости от влажности почвы.

Данный способ успешно применен на опытно-экспериментальном участке Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур и подтверждена осуществимость его применения.

Преимуществом предлагаемого способа является то, что сплошная обработка почвы с внесением минеральных удобрений культиватором, почвообрабатывающей фрезой и планировщиком, посев семян зерновых культур и нарезка поливных борозд выполняются одновременно за один проход агрегата, минеральные удобрения вносятся рабочими органами культиватора ниже уровня прохода почвообрабатывающей фрезы и расположения семян зерновых культур, что имеет немаловажное значение для удобства в усвоении растениями, их роста и развития, приводит к экономии топливно-энергетических ресурсов, улучшает качество и эффективность возделывания зерновых культур.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

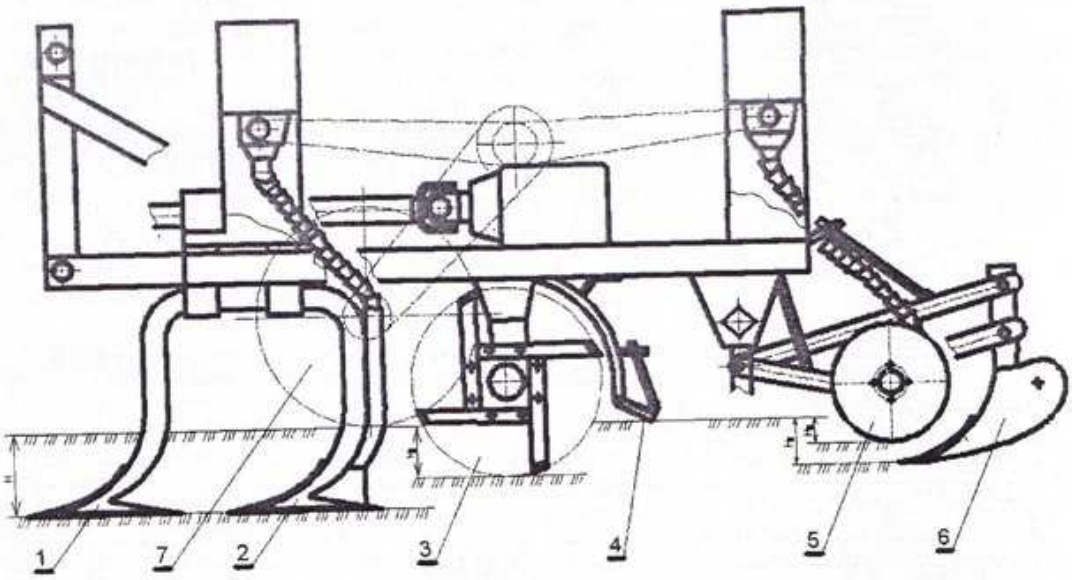
Способ одновременной поверхностной обработки почвы и посева семян зерновых культур, включающий сплошную культивацию почвы, фрезерования, разравнивания, внесения минеральных удобрений и посев семян, **отличающийся тем, что** минеральные удобрения вносят в почву непосредственно после культивации, причем их вносят на глубину H_1 (15-20 см) относительно ниже глубины расположения семян, почву фрезеруют на глубину H (10-15 см), после разравнивания почвы посев семян осуществляют на заданную глубину H_2 (2-8 см), дополнительно выполняют нарезку поливных борозд на глубину H_3 (8-12 см), глубину обработки и выполнение технологических процессов регулируют опорно-приводными колесами агрегата в зависимости от влажности почвы.

Компьютерный набор: Назарова Дж.Д.

Заказ Тираж Подписное

Национальный патентно-информационный центр РТ
734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а.

СПОСОБ ОДНОВРЕМЁННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР



ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справки и акты о внедрении

«Утверждаю»
Ректор Таджикского аграрного университета
им. Ширинщох Шотемур, профессор
_____А.Ф. Салимов
«25» 02 2016 г.

Справка
об освоении результатов НИР, изложенных в докторской диссертации к.т.н., доцента Б.Р. Ахмадова

Учебно-опытное унитарное предприятие «Хисор» (УОУП) Гиссарского района Таджикского аграрного университета им. Ш. Шотемур настоящим подтверждает, что в рамках темы НИОКР «Разработка и усовершенствование технологий и машин, способствующие экономию топливно-энергетических ресурсов», были разработаны и изготовлены экспериментальные образцы комбинированных машин: КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2.4 «Кишоварз» для одновременной обработки почвы и посева зерновых и пропашных культур.

Спроектированными машинами в агрегате с трактором МТЗ-82.1 на территории учебного хозяйства в 2012 – 2014 гг. были проведены экспериментальные исследования и заложены опыты на площади 20, 14 и 9 га. Агротехнологическая оценка показала, что технологические процессы, выполняемые данными агрегатами, соответствовали агротехническим требованиям, предъявляемым к комбинированным почвообрабатывающе-посевным машинам.

На основе анализа экономической эффективности работы агрегатов и технологии возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах установлено, что предложенные автором решения обеспечивают повышение урожайности зерновых на 25-26 % по сравнению с типовой технологией, где урожайность составляет в среднем 30 ц/га.

Директор УОУП «Хисор» М. Файзуллоев

Гиссарский район,
25 февраля 2016 года.

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
Таджикского аграрного университета
имени Ширинщох Шотемур,
доктор с.-х. наук, профессор
_____У.М. Махмадёров
«11» 01 2016 г.

Справка

о внедрении результатов НИОКР, изложенных в диссертационной работе к.т.н., доцента Б.Р. Ахмадова

Методика расчета конструктивно-технологических параметров комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов, методика визуализации технологий и технологических процессов и усовершенствованная методика выбора критериев и формирования сбалансированной системы показателей для оценки эффективности технологий и технических средств, изложенные в докторской диссертации к.т.н., доцента Б.Р. Ахмадова переставляют практический интерес для высшей школы и используются в учебном процессе при чтении лекций магистрам, аспирантам и молодым ученым.

Заместитель декана
факультета механизации
ТАУ им. Ширинщох Шотемур Курбонов А.М.

11 января 2016 года
г. Душанбе

Акт
о внедрения результатов научно-исследовательских работ

В Таджикском аграрном университете имени Шириншох Шотемур Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан на основе НИОКР в 2011 – 2013 годы были разработаны и созданы экспериментальные образцы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» для одновременной обработки почвы и посева зерновых и пропашных культур (авторы И. Саттори, **Б.Р. Ахмадов**, М. Сафаров).

Комбинированные машины КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» агрегатируются с тракторами класса 1,4 т, которые широко используются в сельскохозяйственных предприятиях Республики Таджикистан.

На основе теоретических и экспериментальных исследований доцент **Б.Р. Ахмадов** обосновал рациональные конструктивно-технологические параметры и оптимальные режимы работы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин в агрегате с тракторами класса 1,4. Производственные испытания машин показали высокую их технико-экономическую эффективность по сравнению с техническими средствами, используемыми в настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях.

Заслуживает особое внимание высокая степень унификации машин, которые спроектированы на основе применения в основном стандартных рабочих органов и узлов на основе принципа блочно-модульного проектирования, который широко применяется во многих странах мира.

Государственное унитарное предприятие «Мадад» при Министерстве сельского хозяйства Республики Таджикистан, учитывая достаточно высокую потребность отрасли растениеводства в таких высокоэффективных комбинированных агрегатах, принял решение на своей базе в ближайшее время начать мелкосерийное производство машин КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз».

Производство названных машин и их использование позволит существенно увеличить производство сельскохозяйственной продукции на основе их возделывания на повторных посевах, что отвечает задачам государственной программы Продовольственной безопасности Республики Таджикистан.

Председатель
ГУП «Мадад» МСХ РТ Х.С. Худойбердиев

г. Душанбе,
08 феврал 2016 года

«Утверждаю»
Заместитель Министра сельского хозяйства
_____ Зеваршоев З.Т.
«20» «сентября» 2015 г

Акт
внедрения результатов законченных НИР, изложенных в диссертационной работе доцента Б.Р. Ахмадова

Технико-технологические решения, изложенные в диссертационной работе доцента Б.Р. Ахмадова, обеспечивающие повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах, выполнено на очень актуальную для Республики Таджикистан тему.

Технико-технологические решения включающие в себя усовершенствованные технологии обработки почвы, ее подготовке к посеву, обоснованные структуры топливно-энергетических затрат на технологию возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах, конструктивно-технологические схемы и спроектированные автором новых технических средств (КМ-1.8 «Кишоварз», КМ-2,4 «Кишоварз»), приняты Министерством сельского хозяйства Республики Таджикистан для дальнейшего посевы сельскохозяйственных культур.

Результаты исследований Б.Р. Ахмадова можно использовать для разработки научно обоснованных норм выработки и расхода топлива, а также прогноза потребности отрасли растениеводства в топливно-энергетических ресурсы.

Автором разработаны оптимальные режимы работы трактора класса 1,4 в агрегате с комбинированными почвообрабатывающие-посевными машинами КМ-1,8 «Кишоварз» КМ-2,4, «Кишоварз», реализация которых обеспечивает эффективность их работы в производственных условиях орошаемых зон Таджикистана.

Реализация разработанных комбинированных почвообрабатывающие-посевных машин и оптимальные режимы их работы обеспечит высокую эффективность технологии повторного посева сельскохозяйственных культур, позволяют повысит производительность МТА и снизить топливно-энергетические затраты на технологические процессы предпосевной обработки почвы и посева. Размер ожидаемого годового энергетического эффекта от использования комбинированных почвообрабатывающие-посевных агрегатов по сравнению с применяемыми в настоящее время в хозяйствах технических средств составляет 75000-80000 МДж энергии на 1 агрегат.

Зам. начальник Управления
международной связи, науки и
внедрении научных достижение МСХ
Республики Таджикистан Ш. Сафаров

АКТ
освоения результатов научно-исследовательских работ, изложенных в докторской диссертации к.т.н., доцента
АХМАДОВА БАХРОМДЖОНА РАДЖАБОВИЧА

В период 2010-2013 гг. в Таджикском аграрном университете имени Ш. Шотемур были спроектированы и изготовлены экспериментальные образцы комбинированных почвообрабатывающе-посевных машин: КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз», предназначенных для одновременной сплошной обработки почвы с внесением минеральных удобрений и посева соответственно зерновых и пропашных культур с нарезкой поливных борозд.

Экспериментальные исследования работы спроектированных машин показали, что совмещение операций по обработке почвы, внесению минеральных удобрений и посева зерновых культур, а также нарезки поливных борозд обеспечивает улучшение условий работы, снижает трудоёмкость и затраты энергии. Использование КМ-1,8 «Кишоварз» и КМ-2,4 «Кишоварз» обеспечивает достаточно высокую эффективность технологии возделывания сельскохозяйственных культур на повторных посевах за счет существенного сокращения агротехнических сроков обработки почвы и посева, что повысит урожайность зерновых и пропашных культур на 18 – 25 % по сравнению с традиционной технологией.

Конструктивно-технологические схемы предложенных автором машин приняты Центром механизации сельского хозяйства и инновационных технологий Таджикской АСХН для дальнейшего их использования при проектировании новых эффективных технических средств.

Директор Центра механизации
сельского хозяйства и инновационных
технологии Таджикской АСХН,
канд. техн. наук, доцент М. Сафаров
30 марта 2016 года, г. Душанбе

«Утверждаю»
Начальник управления сельского
хозяйства Гиссарского района
Республики Таджикистан
_____ А.Ш. Хамдамов
«__21__» «____10____» 2015г.

АКТ

внедрения законченных научно-исследовательских работ

1. Наименование разработки: Комбинированная машина КМ-2.4 «Кишоварз».
2. Разработчик: Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур.
3. Когда и кем рекомендовано к внедрению: 30-го октября 2014г. Постановлением ученого совета Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур, протокол № 2.
4. Место внедрения: Производственный кооператив имени Латифа Мурода Гиссарского района Республики Таджикистан.
5. Объем внедрения: 15га.
6. Источник финансирования: средства Производственного кооператива имени Латифа Мурода.
7. Годовой экономический эффект: 380 сомони на 1 га (52 усл. ед. по состоянию на 21.06.2014 г.).

Заключения по результатам внедрения: В результате проведения технологических процессов была выявлено преимущество предлагаемой машины КМ-2,4 «Кишоварз» по сравнению с техническими средствами, используемыми в хозяйстве при проведении обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур на повторных посевах.

Результаты реализации рекомендуемой технологии возделывания кукурузы на повторных посевах на основе предложенных решений, обеспечило снижение удельных энергетических затрат на 25% по сравнению с типовой технологией.

Председатель Производственного
кооператива имени Латифа Мурода Б. Солиев

21 октября 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Института земледелия
Таджикской АСХН, д-р с.-х. наук, профессор
_____Н.М. Асоев
«_18_» _____11_____2015 год

АКТ
внедрения законченных научно-исследовательских работ, изложенных в докторской диссертации к.т.н., доцента Б.Р. Ахмадова

Наименование разработки: Комбинированная почвообрабатывающе-посевная машина КМ-1,8 «Кишоварз».

1. *Разработчик:* Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур.

2. *Когда и кем рекомендовано к внедрению*: 29-го сентября 2012 г. Постановлением ученого совета Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур, протокол № 8.

3. *Место внедрения:* Опытно-производственное хозяйство Института земледелия Таджикской АСХН, Гиссарский район, Республики Таджикистан.

4. *Объем внедрения:* 24 га.

5. *Источник финансирования:* средства хозяйства.

6. *Годовой экономический эффект:* 630 сомони на 1 га (6400 российские рубли).

7. *Заключения по результатам внедрения:* Использование КМ-1,8 «Кишоварз» сокращает времени на обслуживание, улучшает качество выполнения процессов и сокращает сроки проведения полевых работ при подготовке почвы и посеве сельскохозяйственных культур (зерновых) на повторном посеве.

Руководитель хозяйства: А. К. Шамсов

Гиссарский район,
18 ноября 2015 года

«Утверждаю»
Начальник управления сельского
хозяйства Гиссарского района
Республики Таджикистан
_____А.Ш. Хамдамов
«_10_» «_____10_____» 2015 г.

АКТ
внедрения научно-исследовательских работ, изложенных в докторской диссертации доцента Б.Р. Ахмадова

1. Наименование разработки: Комбинированная машина КМ-1,8 «Кишоварз».
2. Разработчик: Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур.
3. Когда и кем рекомендовано к внедрению: 29-го сентября 2012 г. Постановлением ученого совета Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шотемур, протокол № 8.
4. Место внедрения: семеноводческое хозяйства им. Дзержинского Института земледелия ТАСХН.
5. Объем внедрения: 20 га.
6. Источник финансирования: средства семеноводческого хозяйства им. Дзержинского Института земледелия ТАСХН.
7. Годовой экономический эффект: 420 сомони на 1 га (91 усл. ед).
8. Заключения по результатам внедрения: В результате использования КМ-1,8 «Кишоварз» сроки проведения посева зерновых культур на 10-12 дней по сравнению с традиционной технологией.

Руководитель семеноводческого хозяйства
им. Дзержинского Института земледелия
Таджикской АСХН С. Косимов

10 октября 2015 г.