

ТАДЖИКСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕХАНИЗАЦИИ
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



На правах рукописи

ИСКАНДАРОВ ИСЛОМ АНВАРОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА
(в условиях Республики Таджикистан)**

Специальность 4.3.1 Технологии, машины и оборудование
для агропромышленного комплекса (технические науки)

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата технических наук

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

Гиссар – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ	11
1.1 Условия возделывания пропашных культур в Республике Таджикистан	11
1.2 Аналитический обзор сеялок для посева пропашных культур	12
1.3 Уровень оснащённости АПК Таджикистана сельскохозяйственными машинами	25
1.4 Анализ исследований для оптимизации конструктивно- технологической схемы сеялки	27
1.5 Основные показатели качества технологического процесса посева пропашных культур	30
1.6 Формулировка цели и задачи исследований	32
1.7 Выводы по разделу 1	33
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР	35
2.1 Обоснование конструктивно-технологической схемы и разработка опытного образца сеялки для посева пропашных культур.....	37
2.2 Выбор критериев оптимизации параметров и режимов работы посевного агрегата.....	45
2.3 Определение критериев оценки эффективности и качества работы посевного агрегата.....	52
2.4 Определение оптимальных значений эксплуатационных показателей посевного агрегата.....	58
2.5 Выводы по разделу 2	67
3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	68

3.1	Программа экспериментальных исследований.....	68
3.2	Цель и задачи экспериментальных исследований.....	68
3.3	Объект и условия экспериментальных исследований.....	69
3.4	Методика экспериментальных исследований.....	74
3.4.1	Оборудование и измерительная аппаратура, применяемое в процессе экспериментальных исследований.....	74
3.4.2	Методика обработки опытных данных	83
3.4.3	Оценка погрешностей измерений	84
3.5	Выводы по разделу 3	88
4	АНАЛИЗ И ОБОБЩЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	90
4.1	Вероятностно-статистический анализ эксплуатационных показателей посевного агрегата	90
4.1.1	Вероятностно-статистические закономерности изменения показателей качества работы посевного агрегата	91
4.1.2	Вероятностно-статистические закономерности изменения энергетических параметров	108
4.2	Оптимальные режимы работы посевного агрегата	112
4.3	Выводы по разделу 4	115
5	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АГРЕГАТА ДЛЯ ПОСЕВА ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР ЗАКЛЮЧЕНИЕ	117
	Рекомендации производству по практическому использованию результатов исследования	123
	Список литературы.....	125
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	146

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Диссертационная работа связана с проблемой повышения эффективности технологии возделывания пропашных культур в Республике Таджикистан. В повышении эффективности технологии возделывания пропашных культур технологический процесс посева занимает особое место. От качества посева зависит урожайность пропашных культур.

Для получения высокой урожайности и получения двух-трёх урожаев сельскохозяйственных культур в год, необходимо использовать инновационные технологические решения в аграрном секторе. По статистическим данным Министерства сельского хозяйства Республики Таджикистан на 2023 год было задействовано около 180 тысяч гектаров земель под повторный посев. В этой связи нужно пересмотреть имеющиеся подходы к эффективному использованию посевных площадей и энергоресурсов.

В республике развита практика использования уже устаревших технических средств и технологий возделывания сельскохозяйственных культур, что приводит к неэффективному использованию ресурсов, низкой урожайности и потери потенциальной экономической выгоды.

Использование комбинированных агрегатов для выполнения технологических процессов является актуальным. Экспериментальными исследованиями было установлено, что за один рабочий проход объединение выполнения нескольких технологических операций, обеспечивает экономию энергии, времени, человеческого труда и т.д. В стадии проектирования пропашных сеялок необходимо принять за основу совмещение как минимум трех операций (высев семян и минеральных удобрений, нарезка поливных борозд) в одном рабочем процессе.

Степень разработанности темы. Повышение эффективности выполняемого посевным агрегатом, можно достичь путями сбережения энергетических средств, таких как горючего, рабочей силы и времени, а также совершенствованием качества технологического процесса, увеличением

коэффициента полезного действия технологических средств как семена, минеральные удобрения и т.д.

Проблеме повышения эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур и технических средств в растениеводстве посвящены труды Агеева Л.Е. [1-4], Болтинского В.Н. [32], Горячкина В.П. [37-39], Завалишина Ф.С. [81], Иофинова С.А. [84-86], Киртбая Ю.К. [100], Лурье А.Б. [114], Еникеева В.Г. [77], Ряднова А.И. [142-145], Джабборова Н.И. [47-71], Лебедева А.Т. [113-116], Эвиева В.А. [177-179], Фомина С.Д. [169], и других ученых.

Вопросам разработки и совершенствования технических средств для посева зерновых и пропашных культур посвящены работы Беспамятновой Н.М. [26-28], Богуса А.Э. [29-31], Дорохова А.С. [77-78], Камбулова С.И. [92-95], Руденко Н.Е. [139-140], Рыкова В.Б. [141], Ларюшина Н.П. [107-111], Несмияна А.Ю. [128-129], Хижняка В.И. [172-174] и др.

Относительно проблемы повышения эффективности технических и технологических средств в сложных рельефных, почвенных и климатических условий в Республике Таджикистан посвящены труды Ахунова Т.И. [23-25], Караматуллаева Э.С. [93-105], Сафарова Х. [150], Гафарова А.А. [36], Ахмадова Б.А. [12-22], Кимсанова А.К. [99], Сафарова М. [151-157], Насрединова А.С. [127], Миракилова Д.Х. [122], Тагоймуродова А.Т. [164], Шералиева Н. [176], Сайфова Н.Д. [160], Джабборова П.Н. [72-73] и других ученых.

Анализ работы вышеперечисленных ученых свидетельствует о том, что для повышения эффективности посева пропашных культур необходимо оптимизировать параметры и режимы ее работы.

Эффективность функционирования посевных агрегатов во многом зависят от совершенства и надежности их конструкции, от выбранных рациональных режимов работы и показателей качества. Конструкции применяемых в зарубежных странах сеялок не дают должного эффекта из-за неадаптированной конструкции к почвенным и погодным условиям Республики Таджикистан.

Анализ исследований показал, что разработка новой универсальной комбинированной сеялки способна обеспечить существенное улучшение эксплуатационных и энергетических показателей, а также повысит эффективность посева пропашных культур.

Общая характеристика исследования

Научная гипотеза - совершенствование конструктивно-технологических параметров сеялки и оптимизация режимов работы посевного агрегата может существенно повысить эффективность процесса возделывания пропашных культур.

Цель исследований - повышение эффективности процесса посева пропашных культур путем совершенствования конструктивно-технологических параметров и оптимизации режимов работы посевного агрегата.

Задачи исследования:

1. Провести анализ уровня технического оснащения растениеводства Республики Таджикистан основными тракторами и сельскохозяйственными машинами и условия их функционирования;
2. Обосновать конструктивно-технологическую схему и разработать экспериментальный образец универсальной сеялки для посева пропашных культур;
3. Выявить закономерности изменения эксплуатационных показателей посевного агрегата для посева пропашных культур;
4. Обосновать оптимальные параметры и режимы работы универсальной сеялки для посева пропашных культур в агрегате с трактором класса 1,4;
5. Дать технико-экономическую оценку эффективности использования усовершенствованной сеялки в агрегате с трактором класса 1,4.

Объект исследований - технологический процесс посева семян пропашных культур и универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» (Научный центр инновационных технологий и механизации).

Предмет исследований – закономерности изменения эксплуатационных показателей, и конструктивно-технологические параметры посевного агрегата для посева семян пропашных культур.

Научная новизна работы:

1. Обоснованы конструктивно-технологические параметры сеялки для посева пропашных культур, обеспечивающие одновременное выполнение трех операций при основном и повторном посеве на орошаемых площадях в условиях Гиссарской долины Республики Таджикистан;

2. Выявлены закономерности изменения тягового сопротивления экспериментального образца для посева пропашных культур в условиях Гиссарской долины Республики Таджикистан;

3. Установлены закономерности изменения эксплуатационных показателей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» в зависимости от основных показателей качества работ;

4. Обоснованы рациональные режимы работы универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором класса 1,4 обеспечивающие высокое качество посева семян пропашных культур.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в разработке эмпирических зависимостей и теоретических предпосылок для обоснования рациональных режимов работы, которые могут быть применены при проектировании новых технических средств для повышения уровня и эффективности технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Практичность исследований заключается в совершенствовании конструктивно-технологической схемы универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором класса 1,4 в условиях Республики Таджикистан.

Основные результаты исследований нашли применение в производстве, и они подтверждены актами внедрения:

- в Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН («Таджикская Академия сельскохозяйственных наук»);
- в «Институте земледелия ТАСХН»;
- в опытном хозяйстве «Зарнисор» г. Гиссар, Республика Таджикистан;
- в опытном хозяйстве «Зироаткор» г. Гиссар, Республика Таджикистан;
- в сельскохозяйственной опытной станции «Дангара», Дангаринский район, Республика Таджикистан;
- в государственном предприятии «Таджикская государственная машиноиспытательная станция» район Рудаки, Республика Таджикистан.

Методология и методы исследований. При проведении настоящих исследований использовались теоретические методы моделирования, основанные на изучении физических закономерностей, протекающих в процессе посева семян пропашных культур.

При проведении экспериментальных исследований были применены современные инструменты и измерительные приборы, а при обработке собранных данных компьютерные программные средства. Все измерительные приборы проходили тарировку до и после проведения экспериментальных исследований.

Положения, выносимые на защиту:

1. Рациональные конструктивные параметры универсальной комбинированной сеялки для посева семян пропашных культур;
2. Закономерности изменения тягового сопротивления и других эксплуатационных показателей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»;
3. Закономерности изменения показателей оценки качества работы посевного агрегата;
4. Показатели технико-экономической эффективности посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

Степень достоверности научных положений. Основные положения, приведенные в диссертационной работе, подтверждаются с использованием современных апробированных методик исследований, методов обработки экспериментальных данных с использованием компьютерных программ, апробацией результатов экспериментальных исследований в производственных условиях.

Личный вклад автора. Все стадии работы по выполнению диссертационной работы выполнены при непосредственном участии её автора. Автор принимал участие в совершенствовании конструктивно-технологических параметров посевного агрегата, разработки экспериментального образца, составлении программы экспериментальных исследований, а также ее выполнении. Им проведен анализ и обобщение экспериментальных данных, сформулированы выводы, подготовлены доклады на конференциях, а также написаны в статьи, где отражены основные результаты научных исследований.

Апробация и внедрение результатов. Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы, докладывались и обсуждались на:

- Республиканской научной конференции молодых ученых «Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки», посвящённой международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития 2018-2028» и «Годам развития села, туризма и народных ремесел», ТАСХН, г. Душанбе, 3-4 июня 2019 года;

- Республиканской научной конференции молодых ученых «Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки», посвященной двадцатилетию (2020-2040) изучения и развития, точных и математических наук в сфере науки и образования и международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития 2018-2028», ТАСХН, г. Душанбе, 8-9 июня 2023 года;

- Региональном семинаре на тему «Повышение уровня механизированных работ как фактор получения двух - трех урожаев в год», Научный центр инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН, г. Гиссар, 14 июля 2023 года.

Публикации по теме диссертации. По теме диссертации опубликовано 11 научных работах, из которых 2 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 4 в изданиях, индексируемых в РИНЦ. Общий объем опубликованных работ составляет 5,26 п.л., из которых личный вклад автора 3,52 п.л.

Структура и объём диссертационной работы. Диссертационная работа содержит: введение, пять разделов, заключение, список литературы из 181 наименований и 21 приложений. Диссертационная работа включает в себя 58 рисунков и 20 таблиц, общий объем работы 173 страниц машинописного текста, из них 145 страниц основного текста.

1 Состояние вопроса и задачи исследований

1.1 Условия возделывания пропашных культур в Республике Таджикистан

«Республика Таджикистан является жаркой горной страной расположенном на юго-восточной части Средней Азии» [9, 11, 124 - 126], а соотношение равнин и гор составляет 7% и 93% соответственно, что обязывает эффективно использовать посевные площади. По данным Агентства статистики при Президенте Республики Таджикистан на момент начала 2023 года в стране насчитывалось всего 604 тысяч гектар орошаемых земель, таким образом необходимо использовать посевные площадь рационально и продуктивно, а повторный посев и качественное земледелие являются обязательной для обеспечения продовольственной безопасности населения страны.

В основном страна состоит из большого количества гор, долин и ущелий. В свою очередь Таджикистан еще является наиболее возвышенной страной по отношению к соседям из стран Средней Азии.

Сложный рельеф создает проблемы с водоснабжением сельскохозяйственных площадей, для чего приходится использовать оросительные системы, насосы, плотины и т.д., что из-за не развитой инфраструктуры не доступно по всей стране, либо недостаточно хорошо функционирует.

Из-за вышесказанных проблем с оросительной системой, сухим климатом Республики Таджикистан и нехваткой посевных площадей, в практике обязательно применяются сеялки с окучниками для нарезки поливных борозд, а ширина междурядий для посева пропашных культур 60 см и своеобразная агротехнология возделывания сельскохозяйственных культур.

Наиболее подходящими регионами в Таджикистане для производства сельскохозяйственной продукции являются Хатлонская область, Гиссаркая и Вахшская долина, в этих регионах более ровный рельеф и развита оросительная система, которые направлены из каскадов ГЭС, находящихся на реке Вахш.

В основном в Таджикистане распространены сероземы, сероземно-луговые и другие типы почв. В основном данный тип почвы является малоплодородным и содержит низкий процент полезных элементов и минералов, из-за чего внесение минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственной продукции является неотъемлемой частью получения хороших урожаев и высокой плодородности.

Так же основной проблемой растениеводства в стране является недостаточность гумуса в орошаемых зонах. В разных регионах ее процентное соотношение составляет от 0,4-6,0%.

Климат Таджикистана отличается тем, что даже зимой во время заморозков климат по стране солнечный. Такой климат способствует получению до двух трех урожаев в год, а использование современных прогрессивных решений может способствовать получению аж 4 урожаев за год. В среднем температура воздуха летом поднимается до 35 °С, а в середине лета до 48 °С.

Отличительной особенностью климата является очень низкие показатели осадков, которые в свою очередь выпадают в основном в марте-мае месяце, что приводит к селявым потокам, а в летний период наблюдается сильная нехватка воды из-за отсутствия осадков.

Следовательно, вышесказанные климатические и почвенно-рельефные условия зоны орошаемого и богарного земледелия Республики Таджикистан в большинстве определяют особенность использования сельскохозяйственных агрегатов и приемы агротехники возделывания пропашных культур.

1.2 Аналитический обзор сеялок для посева пропашных культур

Нами был проведен аналитический обзор основных сеялок применяемых в агропромышленных комплексах для посева пропашных культур. Так же изучались литературы, которые содержат в себе аргументированную оценку и перспективы развития технических средств для посева пропашных культур.

Как пример можно рассмотреть универсальную пневматическую сеялку СУПН-8 (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Общий вид сеялки универсальной пневматической СУПН-8

«Сеялка СПУ-8 (СУПН-8) предназначена для пунктирного посева калиброванных и некалиброванных отсортированных семян кукурузы, подсолнечника, клещевины и сорго, а также семян кормовых бобов, сои, фасоли и люпина с одновременным, раздельным от семян, внесением минеральных удобрений и прикатыванием почвы в рядках. Сеялки СПУ-8 агрегируются с тракторами ЮМЗ, МТЗ-80/82, Т-70С» [160].

«Ширина захвата сеялки СУПН-8 составляет 5,6 м, ширина междурядий 70 см» [155], производительность 5,1 га/ч, глубина посева семян 4-12 см, рабочая скорость 5,4 – 10 км/ч, масса 1180 кг. Сеялка агрегируется с тракторами класса 1,4.

Для посева пропашных культур также используется сеялка СУПН-6. Данная сеялка выполняет те же функции, как и СУПН-8, но при ширине междурядий 70 см её ширина захвата составляет 4,2 м.

Основным недостатком сеялок СУПН-8 и СУПН-6 является отсутствие окучников для нарезки полевых борозд, что в условиях засушливых земель Республики Таджикистан является важным агротехническим требованием.

Для посева пропашных культур, также как и семян свёклы в сельскохозяйственном производстве широко применяют навесные сеялки марки МС-8. Данная сеялка применяется для пунктирного посева пропашных культур, таких как калиброванные семена сахарной свеклы с одновременным внесением в почву минеральных удобрений (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 - Схема навесной свекловичной сеялки МС-8

Сеялка МС-8 предназначена для точного пунктирного (пунктирно-гнездового) посева пропашных культур. Данную сеялку применяют так же для посева подсолнечника, кукурузы, сои, овощных культур, хлопчатника и бахчевых

культур. Сеялка обладает возможностью одновременного внесения в почву минеральных удобрений во время посева семян.

Главным недостатком сеялки МС-8 для эксплуатирования в почвенно-рельефных условиях Республики Таджикистан является отсутствие окучников для нарезки поливных борозд, что делает ее малоэффективной в условиях засушливого земледелия. Так же сеялка обладает большой рабочей шириной захвата, что требует более производительной техники для агрегатирования.

Сеялка МС-8 агрегируется с тракторами класса 1,4-2,0, тип агрегатирования – навесная, ширина междурядий 70 см, рабочая ширина захвата сеялки 5,6 м, производительность 5 га/ч, глубина посева семян 6-10 см, норма заделки минеральных удобрений 30-80 кг/га, масса 1250 кг.

Сеялки для посева семян овощных культур. Такие сеялки представляют собой комбинированные технические средства, обеспечивающие за один технологический проход как посев овощных, бахчевых и кормовых мелкосеменных культур, так и одновременное внесение минеральных удобрений [160].

Технологический процесс посева семян пропашных культур такими видами сеялками ведется широкорядным образом на относительно ровной поверхности. В засушливых посевных площадях со сложным рельефом применяют сеялки с возможностью нарезки поливных борозд, данная особенность является важным для условий земледелия Республики Таджикистан.

В основном конструкция овощных сеялок не сильно отличается от зерновых, основные отличительные свойства этих сеялок в ширине междурядий и размере семян.

В основном, с учетом выбора зон растениеводства схема посева может отличаться, а ширина между рядами бывает 45 см, 60 см и 70 см. Для Республики Таджикистан распространена однострочный посев с шириной междурядья 60 см.

Как одним из примеров можно привести овощную сеялку СО-4,2 (рисунок 1.3), которая широко используется в овощеводстве [160].

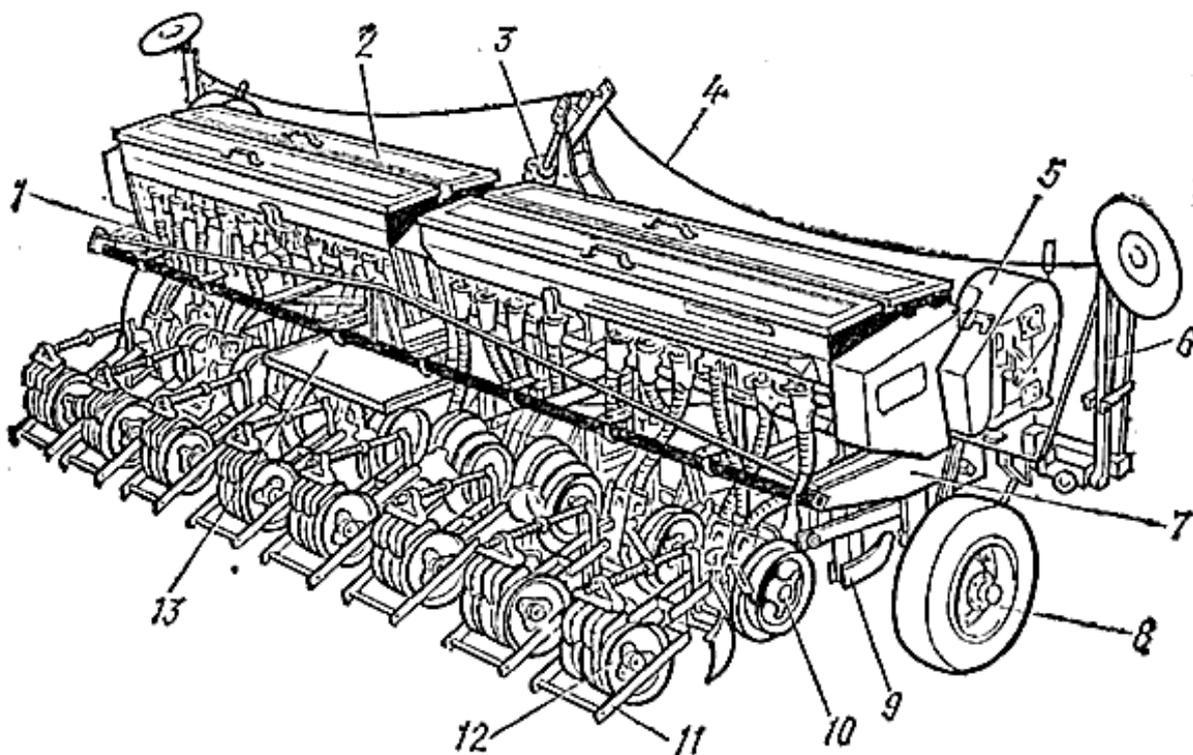
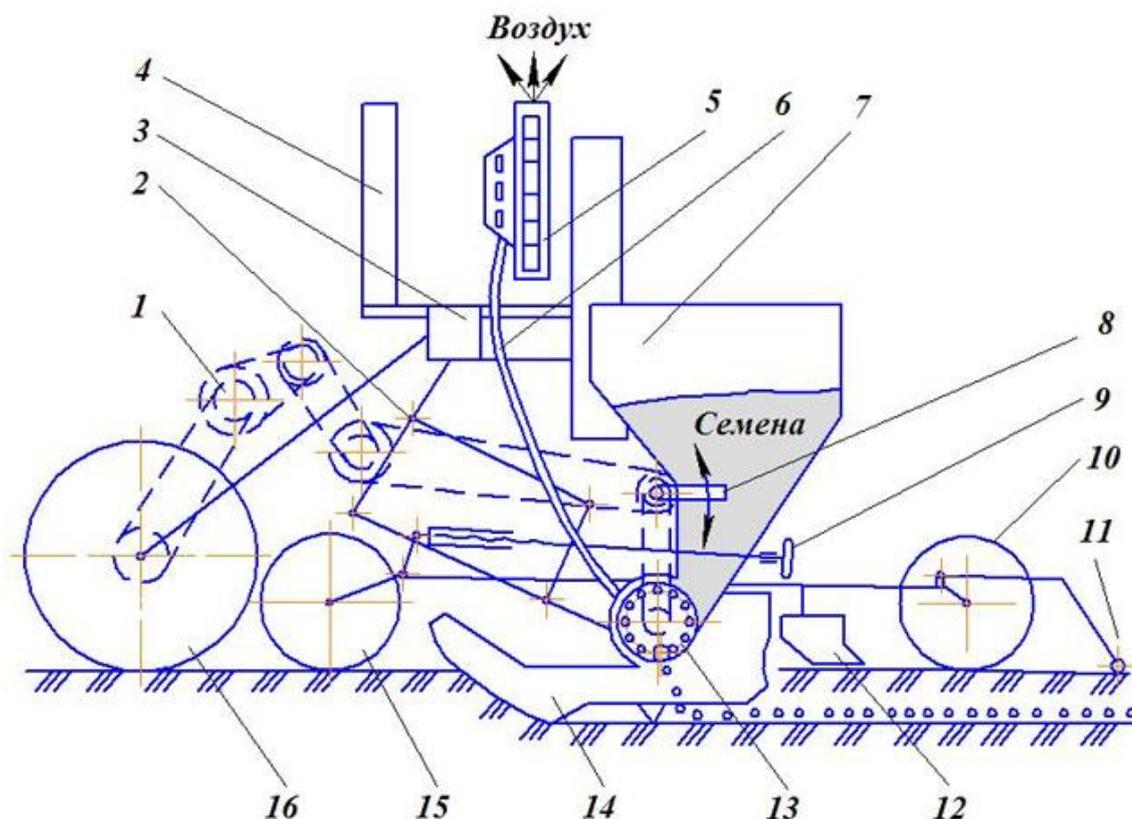


Рисунок 1.3 - Овощная сеялка СО-4,2: 1 – семяпровод; 2 – семятуковый ящик; 3 – гидроцилиндр подъёма и опускания маркеров; 4 – трос; 5 – механизм передач; 6 – маркер; 7 – рама; 8 – опорно-приводное колесо; 9 – сошник для заделки туков; 10 – двухстрочный дисковый сошник; 11 – шлейф; 12 – секция прикатывающих катков; 13 – площадка (подножка)

Рабочая ширина захвата сеялки СО-4,2 изменяется в пределах 3,5-4,8 м. Число засеваемых рядков 4, 6 или 9. Объем бункеров для минеральных удобрений 0,175 м³, объем семенных бункеров – 0,132 м³. Овощная сеялка СО-4,2 агрегируется трактором класса 1,4 (обычно МТЗ-80). Рабочая скорость движения посевного агрегата составляет от 4,4 м/с до 2,8 м/с, а производительность колеблется в пределах 2,8-3,8 га/ч.

Так же, как и у других рассмотренных сеялок главным отличительным недостатком СО-4,2 можно считать отсутствие орудий для образования полевых борозд, что по агротехническим нормам Таджикистана делает ее непригодным для эксплуатации в засушливом земледелии.

Еще одной широко применяемой пропашной сеялкой является СУПО-6 (рисунок 1.4), которая применяется для посева таких культур как: томаты, огурцы, баклажаны, сладкие перцы, капусты, кабачки и др.



«Рисунок 1.4 – Рабочий процесс сеялки СУПО-6: 1 – механизм передач; 2 – подвеска; 3 – брус-рама; 4 – автосцепка; 5 – вентилятор; 6 – воздуховод; 7 – бункер; 8 – ворошитель; 9 – регулятор глубины; 10, 15 – катки; 11 – шлейф; 12 – загортач; 13 – высеивающий аппарат; 14 – сошник; 16 – колесо» [160]

Сеялка СУПО-6 состоит из 6 рядов высеивающих сошников, норму высева семян можно регулировать, поворачивая вилку отсекаателя. Так же в комплекте сеялки предусмотрены диски с разными диаметрами отверстий для посева различных пропашных культур. Для изменения точности посева (расстояние между семенами) следует переставлять звездочки в редакторе, для смены передачи вращения [160].

Рабочая ширина захвата сеялки СУПО-6 составляет 4,2 м, рабочая скорость по технической характеристике посевного агрегата не должно превышать 2,22 м/с. Производительность посевного агрегата составляет может варьироваться от 2,10-3,36 га/ч [160].

Основным недостатком сеялки СУПО-6 для принятых агротехнических показателей в Республики Таджикистан, является отсутствие окучников для нарезки поливных борозд, что в условиях засушенного земледелия делает ее не эффективным.

«В качестве примера можно привести и сеялки, производимые в зарубежные страны. Например, сеялку анкерную пневматическую точного высева марки Toscano» [5] (рисунок 1.5).



«Рисунок 1.5 – Сеялка анкерная пневматическая точного высева (Toscano)» [5]

Ниже приводим краткую техническую характеристику сеялки Toscano: ширина захвата: 3 м; ширина междурядья: 45-80 см; количество отдельных туковых бункеров: 2 шт.; потребная мощность трактора: 44-48 кВт; количество

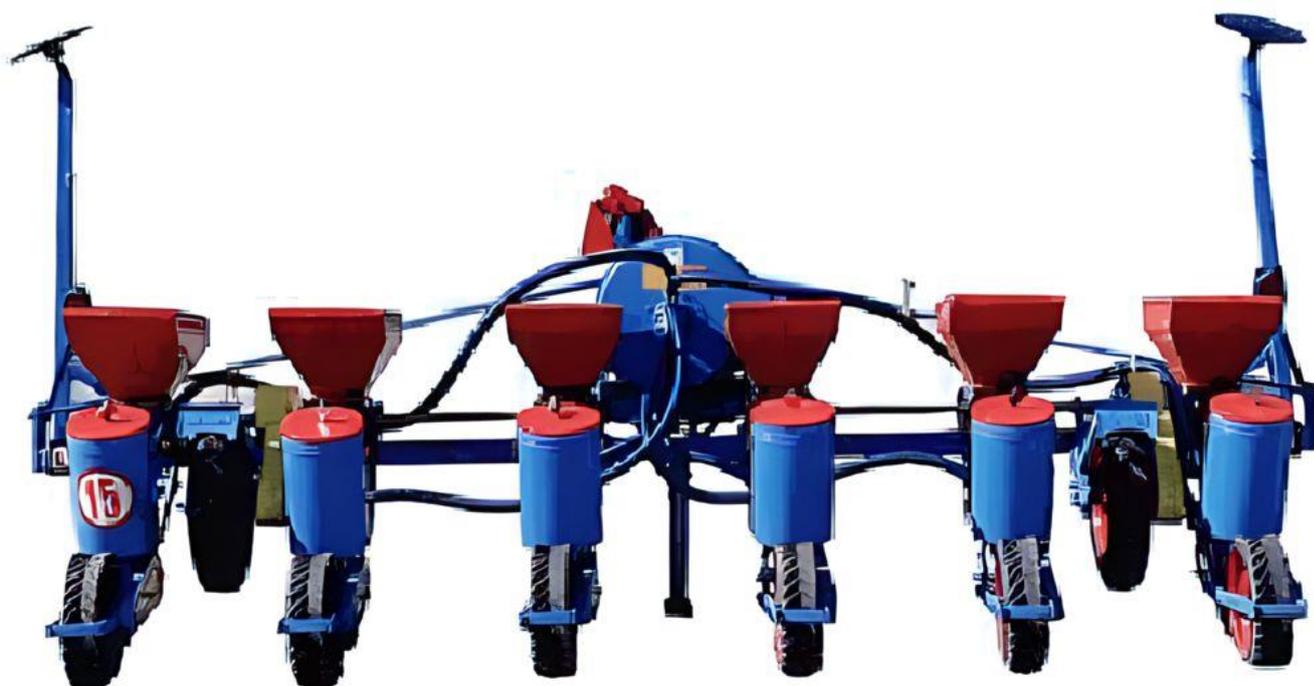
емкостей для семян: 4 шт.; масса: 700 кг; масса с удобрениями: 880 кг; ёмкость семенного бункера: 34 л.; ёмкость одного тукового бункера: 160 л.

Так же, основным недостатком сеялки Toscana является отсутствие окучников для нарезки полевых борозд.

«Сеялка SPP модель 12 предназначена для точного посева семян пропашных культур пунктирным способом по одному зерну в гнездо при заданном расстоянии между гнездами. Сеялки могут осуществлять высев семян кукурузы, подсолнечника, гороха и др. семян, подобных по форме и размерам с шириной междурядий 45-70 см. Сеялки “SPP/FS” оборудованы устройством для одновременного внесения в почву с посевом семян минеральных гранулированных удобрений» [6].

Основным недостатком сеялки SPP является отсутствие окучников для нарезки полевых борозд, агрегируется с тракторами класса 2, которые недостаточно распространены в тракторных парках Республики Таджикистан.

«На рисунке 1.6 показана сеялка для посева семян пропашных культур SPP модель 12» [6].



«Рисунок 1.6 – Сеялка для пропашных культур (SPP модель 12)» [6]

Ниже приводим краткую техническую характеристику сеялки SPP модель 12: агрегируется с трактором класса: 2; ширина захвата: 8,4 м; ширина междурядья: 45-70 см.; производительность: 3-6,6 га/ч; количество высевающих аппаратов: 12; глубина заделки семян: 2-12 см; рабочая скорость: 6-8 км/ч; длина: 1750 мм; ширина: 9500 мм; высота: 4000 м; масса: 1500 кг.

В качестве примера можно привести навесную пневматическую пропашную сеялку марки СНПП [7], рисунок 1.7, которая предназначена для посева семян свёклы, подсолнечника, сорго, кукурузы и сои. Данная сеялка имеет возможность вносить минеральные удобрения одновременно с посевом семян, что обеспечивает ее относительную энергоэффективность.



Рисунок 1.7 - Сеялка навесная пропашная пневматическая (СНПП)

«Далее приводим краткую техническую характеристику сеялки СНПП: тип агрегатирования с трактором: навесная; агрегируется с трактором класса: 1,4-2; ширина захвата: 5,4/5,6 м.; количество сошников: 8/12 шт.; ширина междурядья: 45/70 см.; производительность за час сменного времени: 3,2-5,6 га/ч.; тип

сошника: полозовидные однострочные; глубина заделки семян: 2-6 см. пределы рабочих скоростей: 3-8 км/ч; длина: 2250 мм; ширина: 6550 мм; высота: 1150 мм;»

Для использования пневматической сеялки СНПП в засушливых условиях Республики Таджикистан необходимо оборудовать сеялку окучками для нарезки борозд, а учитывая, что данная сеялка агрегируется с тракторами большой мощности и окучки добавляют дополнительное тяговое сопротивление, эксплуатация данной сеялки в засушливых зонах будет не рациональным.

«В пунктирных пропашных сеялках с механическими высевальными аппаратами семена захватываются пальчиками и переносятся в зону сброса. Конструкция достаточно надежна и обеспечивает качественную раскладку семян» [30].

«Пунктирные сеялки с пневматическими высевальными аппаратами делятся на два основных типа: вакуумные (работающие за счет разрежения воздуха) и работающие на избыточном давлении» [30].

Разработкой инновационных технических средств и технологических процессов для агропромышленного комплекса занимаются научные и учебные заведения Республики Таджикистан.

Для повышения уровня механизации работ в растениеводстве разработкой новых машин и исследования их работы занимаются учёные и специалисты Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук и Таджикского аграрного университета имени Шириншох Шохтемур.

«Например, в Таджикском аграрном университете имени Шириншох Шохтемур совместно с Научным центром инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук была разработана комбинированная почвообрабатывающая-посевная машина марки КМ-1,8 «Кишоварз» (рис. 1.8)» [12].



«Рисунок 1.8 – Общий вид комбинированного почвообрабатывающего-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» при выполнении технологического процесса» [12]

«Комбинированная почвообрабатывающая-посевная машина КМ-1,8 «Кишоварз» обеспечивает одновременную поверхностную обработку почвы, внесения минеральных удобрений и посева семян» [12, 13-15].

«Основным недостатком комбинированной почвообрабатывающей машины КМ-1,8 «Кишоварз» в том, что он вносит зерновые культуры и предназначен для небольших посевных площадей» [12].

«В Таджикском аграрном университете имени Шириншох Шохтемур также была разработана комбинированная почвообрабатывающая машина КМ-2,4 «Кишоварз» (рисунок 1.10), которая агрегируется с трактором класса 1,4» [12].



«Рисунок 1.10 – Общий вид комбинированной почвообрабатывающей-посевной машины КМ-2,4 «Кишоварз» в агрегате с трактором МТЗ-82.1» [12, 16]

Комбинированная почвообрабатывающая сеялка способна совмещает в одном рабочем процессе пять технологических операций: рыхление почвы, посев семян пропашных культур, внесение минеральных удобрений, нарезка поливных борозд и нанесения гербицидов. Эта разработка хорошо зарекомендовала себя в условиях засушливого земледелия страны. Но обработка почвы во время посева и совмещение пять технологических операций создали повышенное тяговое сопротивление. Так же сложность конструкции привела к низкой ремонтпригодности и низкой годовой загруженности данной машины. Необходимость в одновременном совмещении пяти операций не нашло широкого применения в растениеводстве.

«В Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН была разработана универсальная комбинированная сеялка КМ-2,4 «Зироаткор», которая агрегируется с трактором класса 1,4» [72].

«Общий вид сеялки КМ-2,4 «Зироаткор» в агрегате с трактором МТЗ-82.1 показан на рисунке 1.12» [72].



«Рисунок 1.12 – Общий вид сеялки КМ-2,4 «Зироаткор»
в агрегате с трактором МТЗ-82.1» [72]

Анализ характеристик различных отечественных и зарубежных сеялок для посева семян показал, что пока не разработана универсальная сеялка, адаптированная к зональным особенностям технологии посева, обеспечивающая посев пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений.

Во всем мире и так же в Республике Таджикистан сельскохозяйственное производство направленно на использование инновационных энергосберегающих технологий и технических процессов. Развивается использование зеленой энергетики в аграрном секторе, а также электрификация сельскохозяйственного сектора. Все больше развитые страны для получения максимального качества при посеве используют современные электрические устройства, направленные на повышение эксплуатационных качеств сеялки и получения высокой урожайности.

По конструкции современные посевные агрегаты должны обладать энергоэффективностью, эксплуатационными показателями качества, комбинированностью, универсальностью и надежностью.

1.3 Уровень оснащённости АПК Таджикистана сельскохозяйственными машинами

От использованной сельскохозяйственной техники в процессе производства в растениеводстве зависит урожайность и экономическая эффективность. Следует не только повысить уровень механизированных работ для получения повышенной производительности, но и использовать машины способные удовлетворять агротехническим требованиям.

Повышение уровня механизации в растениеводстве обеспечивает высокую производительность, снижения затрат труда и энергии на единицу производимой продукции, а в совокупности с качеством выполненного технологического процесса может обеспечить высокую экономическую эффективность.

В последние годы в стране действует государственная стратегия по переходу от аграрной на индустриально-аграрную страну. В связи с этим Правительство Республики Таджикистан и профильные организации придают большое значение обеспечению АПК инновационной и энергоэффективной сельскохозяйственной техникой.

В таблице 1.1 приведены количество основных видов технических средств на январь 2023 года в агропромышленном секторе Республики Таджикистан.

Таблица 1.1 - Количество основных видов технических средств в аграрном секторе Республики Таджикистан в разные годы

Наименование технических средств	1990	1995	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Тракторы, всего	37537	34568	26029	27134	27815	27376	27590	27324
Сеялки	6078	4897	2310	2307	2415	2301	2244	2284
Зерноуборочные комбайны	1820	1575	1022	1023	1100	1068	1098	1060
Плуги	11135	8736	9278	9352	9867	10181	10280	10280

* - данные Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан

Приведенные в таблице 1.1 данные свидетельствуют о том, что количество существующих ныне технических средств в аграрном секторе сильно снизилось

относительно 90-х годов, а с увеличением населения страны в три раза, возросшей потребностью в сельскохозяйственной продукции, развитием и индустриализацией страны, потребности в сельскохозяйственной технике относительно прежних лет тоже увеличилось.

Следует так же отметить, что в технических парках республики до сих пор эксплуатируются технические средства, которые используются еще с 90-х годов и для их обновления Правительством и Министерством сельского хозяйства проведено много работ. В частности, для обеспечения АПК современной техникой, которые способствуют энергосбережению и качеству выполненных работ, в стране Правительством была введена поправка в Налоговый кодекс и Таможенный кодекс Республики Таджикистан «О перечне техники сельскохозяйственного назначения, производственно-технологического оборудования и комплектующих изделий к нему, образующих единый технологический комплект, ввозимых в Республику Таджикистан, которые освобождаются от уплаты налога на добавленную стоимость и таможенной пошлины». Данная поправка привела к росту импорта техники сельскохозяйственного назначения и обновлению технических парков в аграрном секторе.

В таблице 1.2 приведены общее количество и насыщенность техникой на 1000 га, а также нагрузка на единицу техники по состоянию на январь 2023 года.

Таблица 1.2 – Оснащенность аграрного сектора Республики Таджикистан сельскохозяйственной техникой

Наименование технических средств	Общее количество, (ед.)	Насыщенность техникой на 1000 га, (%)		Нагрузка на единицу техники, (га)	
		Норма	Фактический	Норма	Фактический
Тракторы, всего	27324	43,7	45,2	22,1	22,9
Сеялки	2284	11,3	3,8	80,0	264,6
Зерноуборочные комбайны	1060	7,7	1,7	129,0	570
Плуги	10280	3,8	17,0	220	58,8

* - данные Агентство по статистике при Президенте Республики Таджикистан

Из таблицы 1.2 видно, что насыщенность агропромышленных комплексов Республики Таджикистан разнообразными сеялками почти в три раза ниже нормы, что естественно, приводит к высокой нагрузке на единицу техники. Исходя от этих данных можно утвердить, что в стране существует острая необходимость в сеялках, особенно, отвечающих почвенно-климатическим и агротехническим нормам республики.

В целом, из выше приведенных данных можно заключить, что за последние два десятилетия в стране проводится большая работа по обеспечению аграрного сектора необходимой техникой. При этом необходимо отметить, что предстоит много работы относительно обеспечения АПК техникой в соответствии с нормами потребности и повышения степени их готовности к работе. В частности, сильная нехватка сеялок по стране приводит к большой нагрузке имеющихся в наличии у хозяйств посевных машин.

Проанализировав данные, полученные в ходе изысканий установлено, что разработка инновационных комбинированных, а также соответствующих агротехническим требованиям и климату Таджикистана сеялок являются необходимостью.

1.4 Анализ исследований для конструктивно-технологической схемы сеялки

Машина-тракторные агрегаты функционируют в условиях воздействия непрерывно изменяющихся факторов, таких как тип, влажность, твердость почвы, температура воздуха, параметры местности, рельеф, гумнидность и т.д.

«Влияние случайного характера нагрузки на эксплуатационные показатели МТА рассматривались в трудах академика Болтинского В.Н. и профессоров Иофинова С.А., Лурье А.Б., Агеева Л.Е., Богуса А.Э., Дорохова А.С., Камбулова С.И., Киртбая Ю.К., Еникеева В.Г., Ахунова Т.И., Джабборова Н.И., Гафарова А.А., Кароматуллаева Э.С., Кимсанова А.К., Ларюшина Н.П., Лебедева А.Т.,

Фомина С.Д. и других ученых» [1-4,10-12, 29-31, 32-34, 35-36, 46-53, 74, 77-79, 84-86, 92-95, 96-117, 150-157, 167, 169].

«Обоснованию оптимальных параметров и режимов работы МТА в разных почвенно-рельефных и климатических условиях посвящены труды Агеева Л.Е.» [1-3], Джабборова Н.И. [48, 51, 57, 58, 75], Ахунова Т.И. [23-25], Сафарова Х. [150], Ахмадова Б.Р. [12, 22], Асророва Р.С. [10], Кимсанова А.К. [51, 93], Латыпова У.П. [112], Несмияна А.Ю. [129], Сафарова М. [18, 59, 62, 151-158], Насрединова А.С. [126], Тагоймуродова А.Т. [164], Шералиева Н.Ш. [176], Сайфова Н.Д. [159], Миракилова Д.Х. [122], Джабборова П.Н. [72], Ходжиева Б.Б. [175], Эвиев В.А.» [177] и других ученых.

«Профессором Л.Е. Агеевым разработаны научные основы определения и оптимизации вероятностно-статистических характеристик эксплуатационных показателей и рациональных режимов работы машинно-тракторных агрегатов с тракторами различных тяговых классов, оснащенных двигателями постоянной мощности (ДПМ), газотурбинными двигателями (ГТД) и обычными дизелями» [1, 3, 4].

«Труды профессора Джабборова Н.И.» [47-57] посвящены исследованию работы МТА по обоснованию оптимальных режимов их работы, разработке новых энергоэффективных технических средств для растениеводства для различных зон земледелия, оценке и прогнозированию эффективности технологий и технических средств.

«В работе профессоров Агеева Л.Е. и Эвиева В.А. приведены опыты и новые методы ученых в разработках по рациональному и эффективному использованию энергетических средств для обеспечения энергоэффективности и повышения качества эксплуатации сельхоз машин» [4].

Научные основы повышения эффективности технологии и технических средств возделывания сельскохозяйственных культур, в то числе и розовой герани в условиях Республики Таджикистан посвящены труды профессора Ахунова Т.И. [23-25]. Его труды охватывают широкий круг вопросов относительно разработки новых эффективных технических средств для растениеводства.

Технико-технологические основы повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в повторных посевах «на богарных и орошаемых землях Таджикистана посвящены труды профессора Ахмадова Б.Р.» [12, 22]. Им совместно с другими учеными были разработаны и запатентованы комбинированные почвообрабатывающие-посевные машины, которые были приспособлены для растениеводства в условиях республики.

Топливо-энергетической оценке технологии возделывания пшеницы в предгорных условиях Республики Таджикистан посвящены труды доцента Насрединова А.С. [126]. Им был усовершенствован метод определения энергоемкости выполненных технологических процессов в сельском хозяйстве. Аргументированы энергетические модели для энергоэффективного производства в богарных площадях страны.

«Исследования к.т.н. Миракилова Д.Х. [122] были направлены для повышения энергоэффективности комбинированной машины, оптимизации ее параметров и скоростных режимов.

Научные труды к.т.н. Джабборова П.Н. [72] были посвящены для разработки конструктивно-технологической схемы комбинированной машины для посева мелкосемянных культур на гребнях, отвечающих требованиям агротехники для засушливых земель.

По причине сильной нехватки сельскохозяйственной техники в стране при повторном посеве возделывается всего 25% от возможного потенциала. По результатам анализа установлено, что в стране для возделывания сельскохозяйственных культур преобладает человеческий труд по отношению к механическому. Так для обеспечения продовольственной безопасности стоит рассмотреть возможность развития производства сельскохозяйственной техники отвечающих агротехническим нормам страны и для достижения данных целей нужно разрабатывать образцы, отвечающие данным параметрам для перспективы их многочисленного или конвейерного производства.

«В результате анализа исследований, проведенные учёными в условиях Республики Таджикистан, установлено, что для повышения эффективности технологического процесса посева пропашных культур, необходимо провести дополнительные изыскания, по результатам которых будут совершенствованы конструктивно-технологические параметры универсальная сеялка и обоснованы оптимальные параметры и режимы её работы в агрегате с трактором класса 1,4» [88].

1.5 Основные показатели качества технологического процесса посева пропашных культур

Общеизвестно, что урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе и пропашных, во многом определяется качеством посева семян.

«Технология посева пропашных культур развивалась в следующих направлениях: повышение качества подготовки семян, включающая в себя шлифовку и калибровку; усовершенствование сеялок; совмещение посева семян с внесением удобрений и гербицидов» [2, 132, 158].

Агротехнические требования

В соответствии с агротехническими требованиями, высев семян (расстояние между семенами в ряду) должен быть устойчивым отклонение от заданной нормы допускается в пределах $\pm 10\%$.

По принятой агротехнологии в Таджикистане норма посева семян не должно отклоняться больше $\pm 4\%$, а норма высева минеральных удобрений не должно отклоняться более чем на $\pm 10\%$.

Семена пропашных культур должны быть внесены в нормированную глубину и быть равномерно распределенными по глубине и не превышать заданных показателей более чем на 2 см (норма глубины посева семян 3-5 см). При этом наличие не заделанных семян на поверхности поля не допускаются.

Учеными приняты общие агротехнические нормы для посева пропашных культур в Таджикистане, которые приведены в таблице 1.3.

«Таблица 1.3 –Показатели, требования и допуски для оценки качества посева пропашных культур» [153]

Контролируемые показатели качества	Допустимые отклонения
Глубина заделки семян (см)	Глубина заделки семян должна соответствовать заданной, отклонение не более ± 1 см.
Глубина заделки минеральных удобрений (см)	Глубина заделки минеральных удобрений должна соответствовать заданной, отклонение не более ± 3 см.
Точность высева семян (%)	При пунктирном посеве количество семян на 1 м не должен отклоняться от заданного не более чем на ± 10 %.
Глубина нарезки поливных борозд (см)	Глубина нарезки поливных борозд должна соответствовать заданной ± 2 см.
Ширина стыкового междурядья (см)	Ширина стыкового междурядья должна быть везде одинаковой и соответствовать заданной ± 2 см.

Следует отметить, что норма высева семян и внесения удобрений зависит от бонитета почвы. С этой точки зрения почвы делятся на три группы: высокоплодородные, среднеплодородные и малоплодородные.

При определении нормы высева учитывают абсолютный вес и всхожесть семян, а также изреженность всходов при механическом прореживании, которое исключает ручную прорывку.

При посеве пропашных культур, такие как кукурузы, подсолнечника, хлопчатника, сахарной свёклы и т.д. особенно важно правильно разместить семена в рядах или гнездах и высеять в каждое из них заданное количество семян.

Это позволяет свести к минимуму или полностью исключить затраты труда на прополку и прореживание.

На качество посева пропашных культур в основном влияют следующие факторы – подготовка поля, техническое состояние и «режим работы посевного агрегата, показатели качества (глубина посева семян, глубина заделки минеральных удобрений, расстояние между семями, глубина нарезки поливных

борозд и ширина стыкового междурядья), скорость его движения, выбор оптимального режима работы посевного агрегата,» [153] влажность почвы, качество семян и удобрений, а также квалификация механизатора.

1.6 Формулировка цели и задачи исследований

«Таким образом проблема повышения эффективности технологии возделывания пропашных культур в Республике Таджикистан связана с нехваткой инновационных универсальных комбинированных сеялок, которые благодаря рациональным режимам и оптимальным параметрам могли бы повысить эффективность посева сельскохозяйственных культур» [87].

«С учётом вышеупомянутого сформулирована цель исследований – повышение эффективности процесса посева пропашных культур путем совершенствования конструктивно-технологических параметров и оптимизации режимов работы посевного агрегата» [87].

«В соответствии с целью исследований, в качестве основных задач установлены следующие» [87]:

- провести анализ уровня технического оснащения растениеводства Республики Таджикистан основными тракторами и сельскохозяйственными машинами и условия их функционирования;
- обосновать конструктивно-технологическую схему и разработать экспериментальный образец универсальной сеялки для посева пропашных культур;
- выявить закономерности изменения эксплуатационных показателей посевного агрегата для посева пропашных культур;
- обосновать оптимальные параметры и режимы работы универсальной сеялки для посева пропашных культур в агрегате с трактором класса 1,4;
- дать технико-экономическую оценку эффективности использования усовершенствованной сеялки в агрегате с трактором класса 1,4.

1.7 Выводы по разделу 1

1. Проведен анализ условия функционирования машинно-тракторных агрегатов в Республике Таджикистан. Установлено, что мобильные сельскохозяйственные агрегаты, в том числе и посевные, работают в сложных почвенно-рельефных условиях, которые характеризуются уклоном местности, высотой над уровнем моря варьирующих в пределах от 400 до 2000 метров, каменистостью в некоторых предгорных зонах, средних и тяжелых почвах по механическому составу и т.д. С учётом сказанного, при разработке новых технических средств в растениеводстве следует учитывать особенности функционирования технических средств.

2. Проведен анализ применяемых в производстве пропашных сеялок различной конструкции, разработанные и произведенные за рубежом и в Республике Таджикистан. Анализ характеристик различных отечественных и зарубежных сеялок для посева семян показал, что пока не разработана универсальная сеялка, адаптированная к зональным особенностям технологии посева, обеспечивающая посев пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд.

3. Используя данные Министерства сельского хозяйства, Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан и исследований учёных дана, оценка уровня технического оснащения растениеводства в системе АПК Таджикистана. Установлено, что за последние два десятилетия в стране проводится большая работа по обеспечению аграрного сектора необходимой техникой, но насыщенность агропромышленных комплексов Республики Таджикистан разнообразными сеялками почти в три раза ниже нормы, что естественно приводит к высокой нагрузке на единицу техники. Исходя от этих данных можно утвердить, что в стране существует острая необходимость в сеялках, которые могли бы обеспечить качественный посев пропашных культур, включающий такие параметры как: энергоэффективность, продуктивность, производительность и универсальность.

4. По собранным данным в ходе аналитического обзора и научно-исследовательских работ установлено, что для совершенствования конструктивно-технологических параметров, которые обеспечили бы повышения эффективности посевных агрегатов в агрегате с тракторами класса 1,4 нужно провести глубокий анализ и дополнительные экспериментальные исследования.

5. На основе полученных исследовательских данных, а также изучению литературных источников и опытов отечественных ученых, были определены допуски оценки качества посева пропашных культур. Выполнения технологического процесса по агротехническим требованиям может увеличить качество работы, что в свою очередь обеспечивает высокую урожайность.

2 Теоретические основы повышения эффективности функционирования агрегатов для посева пропашных культур

Во время выполнения технологического процесса посева семян пропашных культур посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» он подвергается внешним изменяющимся воздействиям. Изменения внешних возмущающих процессов при взаимодействии посевного агрегата с технологическими материалами (семенами и минеральными удобрениями) и окружающей средой обусловлены многочисленными факторами.

Характер случайных изменений вышеупомянутых воздействий служат причиной изменения скоростного и нагрузочного режимов работы трактора.

В этой связи в дальнейшем все рассматриваемые параметры и показатели посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» и процесса посева семян пропашных культур будем рассматривать как непрерывные или дискретные случайные величины.

В качестве непрерывной случайной величины в дальнейшем будем рассматривать тяговое сопротивление R_a универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» и все показатели, зависящие от него.

В качестве дискретных случайных величин рассмотрим: глубину посева семян, глубину высева минеральных удобрений, расстояние между семенами в ряду, глубину нарезки поливных борозд, ширину стыкового междурядья и т.д.

Вероятностно-статистическими характеристиками случайной величины являются его математическое ожидание (для непрерывной случайной величины) или среднее значение (для дискретной случайной величины), среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение) и коэффициент вариации.

Непрерывные случайные величины.

Математическое ожидание случайной величины x представляет собой:

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} x \cdot f(x) \cdot dx. \quad (2.1)$$

Дисперсией непрерывной случайной величины x называют математическое ожидание квадрата её отклонения:

$$D(x) = \int_{-\infty}^{\infty} [x - \bar{x}]^2 \cdot f(x) \cdot dx. \quad (2.2)$$

Среднее квадратическое отклонение непрерывной случайной величины можно определить по формуле:

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)}. \quad (2.3)$$

«Коэффициент вариации непрерывной случайной величины x определяется из соотношения» [112]:

$$\langle v_x = \sigma(x) / \bar{x} \rangle [112] \quad (2.4)$$

«Плотность вероятностей $f(x)$ непрерывной случайной величины x описывается дифференциальной функцией» [112]:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma(x)} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma_x^2}}. \quad (2.5)$$

Дискретные случайные величины.

Среднее значение дискретной случайной величины \bar{x} определяется по формуле:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i / n, \quad (2.6)$$

где n – количество измерений.

Дисперсию дискретной случайной величины \bar{x} можно вычислить из выражения:

$$D(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i^2 - \bar{x}^2)}{n - 1} \quad (2.7)$$

Среднее квадратическое отклонение $\sigma(x)$ дискретной случайной величины определяется так:

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)}. \quad (2.8)$$

Коэффициент вариации v_x непрерывной случайной величины можно представить в виде:

$$v_x = \sigma(x) / \bar{x}. \quad (2.9)$$

Ошибка выборочного среднего значения μ параметров определяется по формуле:

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (\text{или } \mu = \frac{D(x)}{n}), \quad (2.10)$$

где σ – среднее квадратическое случайной величины;

$D(x)$ – дисперсия случайной величины;

n – численность выборки (количество измерений).

В диссертационной работе в качестве непрерывной случайной величины x рассматривается тяговое сопротивление R_a и скорость V_p движения универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ». В качестве дискретных случайных величин рассмотрены показатели оценки качества технологического процесса, такие как глубина посева семян, глубина борозд, расстояние между семенами и т.д.

2.1 Обоснование конструктивно-технологической схемы и разработка опытного образца сеялки для посева пропашных культур

Как было отмечено в первой главе, результаты анализа применяемых в производстве различных сеялок показал, что для условий Республики Таджикистан, с учётом зональных его особенностей и нехваткой сельскохозяйственной техники возникла необходимость в разработке новой, более совершенной универсальной сеялки для посева семян пропашных культур и обосновании оптимальных параметров и режимов её работы в агрегате с трактором класса 1,4.

Технологической особенностью пропашных культур в Республике Таджикистан является то, что их возделывают в междурядьях 60 см. Это было обосновано учёными в 50-60-е годы XX века и в основном связано с эффективностью орошения и механизации технологических процессов. Почвенно-рельефные условия Таджикистана, такие как склон местности, физико-механические характеристики почв, связанные с последним скоростью и коэффициент фильтрации, при выборе ширины междурядий более 60 см (например, более распространенные в других зонах механизации) не обеспечивает

высокую эффективность полива, приводит к перерасходу и водной эрозии почвы (проф. Домуллоджанов Х.Д., проф. Пулатов Я.Э., 1987г.).

Необходимо отметить, что в Таджикском Научно-исследовательском институте земледелия, начиная с начала 60-х и до конца 80-х годов XX века, проводились научно-исследовательская работа по разработке и обоснованию Зональной системы машин. Зональная система машин включала в себя отдельные технические средства и комплексы машин для возделывания основных сельскохозяйственных культур, в том числе и пропашных, в Таджикистане. В разработке зональной системы машин в Республике Таджикистан внесли большой вклад такие учёные, как Таиров А.Н., Мирзоев Г.Д., Баишев А.Н., Джабборов Н.И., Сафаров М., Рахмонов Р., Хамиджанов Х., Сайфов Н.Д.

С учётом сказанного, с использованием ранее обоснованных основных параметров сеялок для посева зерновых, пропашных и других культур [12, 17, 25, 59, 72, 149, 175] нами была усовершенствована конструктивно-технологическая схема и экспериментальный образец универсальной сеялки для посева семян пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений под маркой УКС-2,4 «НЦИТМ» с элементами автоматизированного контроля параметров и режимов ее работы.

В Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН нами был собран экспериментальный образец сеялки для посева пропашных культур [152], в процессе испытаний в полевых условиях были выявлены недостатки, в частности отсутствовала возможность внесения минеральных удобрений, была недостаточна плотность почвы от воздействия прижимных катков. Из-за жесткого крепления узлов и деталей (прижимные катки, сошники) на раму сеялки, была высокая степень нагрузки на раму, которая могла привести к ее деформации. Так же из-за отсутствия загорта почва недостаточно прикрывала посеянные семена. На рисунке 2.1 приведен технологический процесс посева семян кукурузы экспериментальной сеялкой.



Рисунок 2.1 – Экспериментальный образец сеялки (вид сзади) во время выполнения технологического процесса посева семян пропашных культур в агрегате с трактором МТЗ-80

На основании анализа различных отечественных и зарубежных сеялок, а также проведенных экспериментальных исследований экспериментальный образец пропашной сеялки был усовершенствован, добавлены туковысевающий аппарат для внесения минеральных удобрений, новые окучники, новые прикатывающие прижимные катки с прижимными пружинами, добавлены пружины на сошники, а также загортачи с пружинами для предотвращения их деформации.

На рисунке 2.2 приведен процесс добавления новых узлов и деталей, а также сборка экспериментальной сеялки инженерами и учёными в Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

Для изменения нормы высева минеральных удобрений предусмотрены набор звездочек для изменения оборота вала туковысевающего аппарата.



Рисунок 2.2 – Процесс добавления новых узлов и сборки экспериментальной сеялки для посева пропашных культур

В итоге учёными и инженерами Научного центра был создан экспериментальный образец усовершенствованной сеялки УСК-2,4 на основе рациональной компоновки узлов и агрегатов различных сеялок и их комбинации. В перечень изменений конструкции сеялки входят следующие:

- «опорная рама сеялки была спроектированная сотрудниками Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН, которая отвечает требованиям ГОСТ 12.2.111-85 и ГОСТ Р ЕН 614-1-2003» [43, 44];
- катушечный высевной аппарат для подачи семян на семяпроводы с возможностью изменения шага посева (для изменения нормы посева) и бункер семян были установлены от овощной сеялки ОС-2,4;
- «аппарат туковысевающий марки АТП-2Г, предназначенный для посева стартовой дозы минеральных удобрений, был установлен после проведенных экспериментальных исследований» [153];
- «прикатывающие катки были установлены от хлопковой сеялки СТХ-4» [153];
- «установлены новые окучники для нарезки поливных борозд» [153];

- «установлены цепные приводы, которые вращаются от опорного колеса сеялки и вращают вал привода туковысевающих и семя высевающих аппаратов» [153].

На рисунке 2.3 представлен общий вид разработанной экспериментальной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ»



Рисунок 2.3 – Экспериментальный образец сеялки УСК-4 «НЦИТМ» (вид сзади)

После проведения экспериментов, настройки высевающих аппаратов и установки норм внесения удобрений и посева семян, был собран окончательный вариант экспериментального образца усовершенствованной универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд за один технологический процесс, который приведен на рисунках 2.4 и 2.5.

Так же окончательный вариант разработанной универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» прошла испытания в Государственном предприятии «Таджикская государственная машиноиспытательная станция» при Министерстве сельского хозяйства Республики Таджикистан и получила протокол заключения (приложение 21) под номером №10-2024 (109). Государственные испытания проводились на полях опытного хозяйства «Зироаткор» г. Гиссар,

Республика Таджикистан, на основании испытаний сеялки, Государственное предприятие «Таджикская государственная машиноиспытательная станция» в своем заключении рекомендовала универсальную комбинированную сеялку УКС-2,4«НЦИТМ» для использования в сельскохозяйственном производстве.



«Рисунок 2.4 – Общий вид усовершенствованной универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 (вид сзади)» [88]



«Рисунок 2.5 – Общий вид усовершенствованной универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 (вид сбоку)» [88]

Ниже в таблице 2.1 приведены основные конструктивно-технологические параметры и техническая характеристика универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ», которая агрегируется с трактором класса 1,4.

Таблица 2.1 – «Конструктивно-технологические параметры и техническая характеристика универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ»» [87]

№ п/п	Параметр или показатель	Значение
1	Глубина посева семян, см	До 10
2	Расстояние между семенами, см	5-24
3	Ширина междурядья, см	60
4	Глубина нарезки борозд, см	До 12
5	Норма высева семян, кг/га	До 50
6	Норма высева минеральных удобрений, кг/га	До 100
7	Ширина, мм	2700
8	Длина, мм	1600
9	Высота, мм	1650
10	Рабочая скорость движения, м/с	1,4-2,5
11	Количество ёмкостей для семян, шт.	2
12	Количество ёмкостей для минеральных удобрений, шт.	2
13	Ёмкость семенного бункера, л	30л·2шт.=60 литров
14	Ёмкость бункера для минеральных удобрений, л	45л·2шт.=90 литров
15	Тип агрегатирования с трактором	Навесная
16	Агрегируется с трактором класса	1,4
17	Количество сошников	4
18	Производительность за 1 час сменного времени, га/час	1,0-1,84
19	Масса, кг	450

Конструктивная схема усовершенствованной пропашной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» показана на рисунке 2.6.

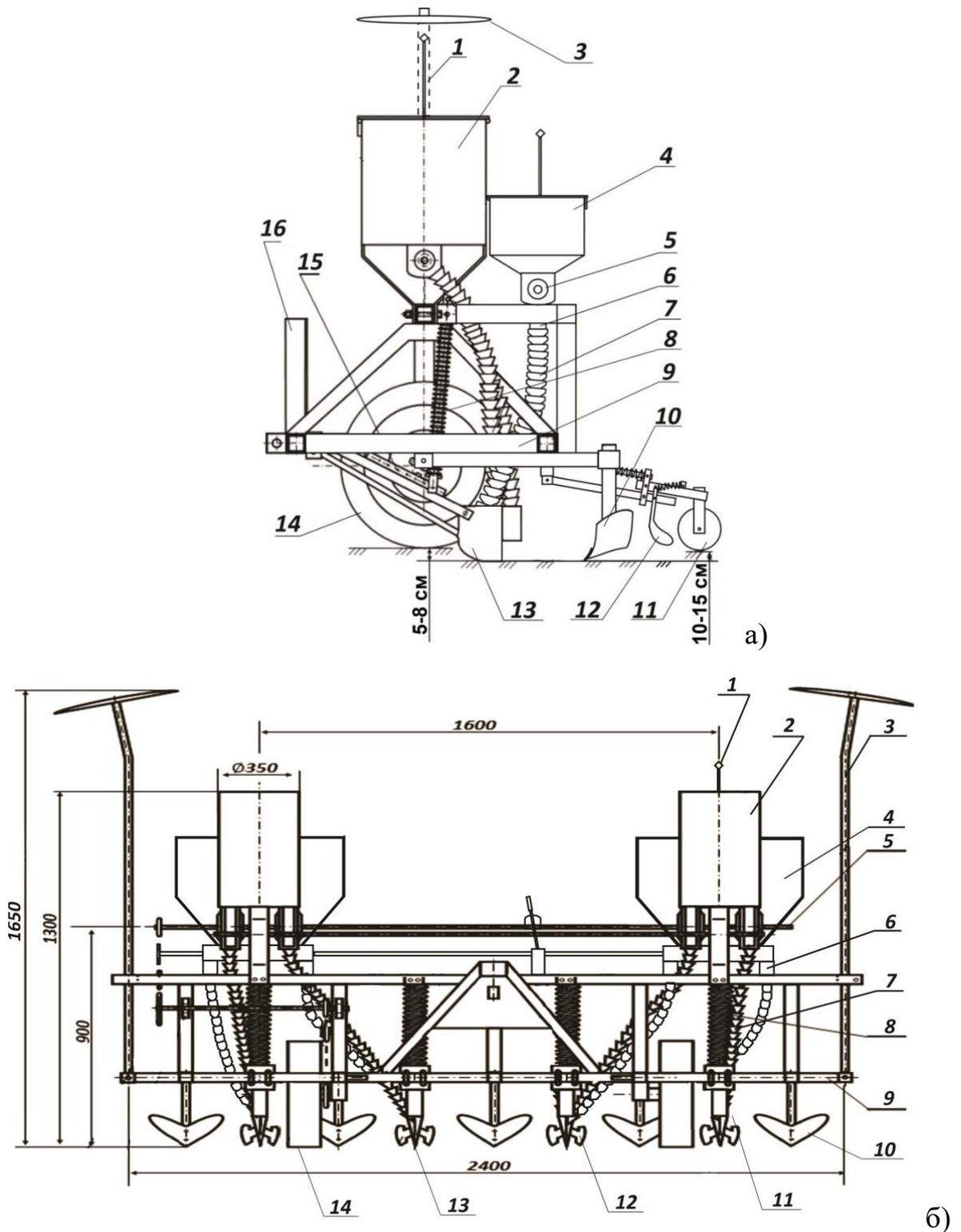


Рисунок 2.6 - Конструктивная схема усовершенствованной пропашной сеялки

УКС-2,4 «НЦИТМ»: а) – вид сбоку; б) – вид спереди: 1-флажок; 2-бункер семенной; 3-маркёр; 4-бункер удобрения; 5-высевающий аппарат; 6-воронка; 7-семяпроводы; 8-пружинный механизм; 9-рама; 10-окучник; 11-катки; 12-загортач; 13-сошниковая группа; 14-опорно приводное колесо; 15-опора сошниковой группы; 16-навесной механизм.

2.2 Выбор критериев оптимизации параметров и режимов работы посевного агрегата

Выбор критериев оптимизации в первую очередь зависит от задач исследований.

«Анализ литературных источников свидетельствует, что в зависимости от поставленных задач, многими учеными при оптимизации параметров и режимов работы агрегатов применяются общепринятые критерии, которые представлены на рисунке 2.8» [1, 2, 10, 12, 24, 36, 48, 52, 75, 79, 85, 99, 100, 109, 112, 122, 141, 143, 145, 151, 165, 176]:

«При разработке оптимальных режимов работы МТА Киртбая Ю.К. предлагает использовать критерий - минимум приведенных затрат на выполнение комплекса работ» [100]:

$$C_{ПР} = \sum_{i=1}^n C_{ПР.i} \cdot F_i \rightarrow \min, \quad (2.11)$$

где « $C_{ПР.i}$ – удельные затраты на выполнение i -й работы, руб./га» [100];

« F_i – наработка при выполнении i -й работы, га» [100];

«При оптимизации параметров и режимов работы МТА в качестве компромиссной критерий многие учёные используют минимум приведенных затрат» [112]:

$$\langle M(C_{ПР}) = \sum_{i=1}^n M(C_{ПР.i}) \cdot M(F_i) \rightarrow \min \rangle [112], \quad (2.12)$$

«где $M(C_{ПР}) = f(\sigma_M)$ – математическое ожидание приведенных затрат i -й технологической операции, руб./га» [100];

« $M(F_i)$ – математическое ожидание наработки i -й технологической операции, га» [100];

«Профессора Л.Е. Агеев, Н.И. Джабборов и В.А. Эвиев для оптимизации нагрузочных режимов работы МТА в качестве обобщенного критерия оптимальности предлагают использовать минимум математического ожидания прямых топливно-энергетических затрат» [3]:

$$\langle \bar{E}_{ПО} = \frac{C_E f_1(\bar{M}_C)}{f_2(\bar{M}_C)} \rightarrow \min \rangle [112], \quad (2.13)$$

«где $C_E = \alpha_T k_a / (0,36 \eta_T \tau)$ – коэффициент» [3];

« $\bar{G}_T = f_1(\bar{M}_C)$ —математическое ожидание часового расхода топлива двигателя, кг/ч» [3];

« $\bar{N}_e = f_2(\bar{M}_C)$ — математическое ожидание эффективной мощности двигателя, кВт» [3];

« α_T — энергетический эквивалент дизельного топлива, включающая в себя теплосодержание и затраты энергии на производство 1 кг топлива, МДж / кг»; [3]

« K_a — удельное тяговое сопротивление рабочих машин, кН/м» [3];

« η_T - тяговый КПД на рабочем режиме» [3];

« τ - коэффициент использования времени смены» [3].

«Обобщенный критерий $\bar{E}_{ПО} \rightarrow \min$ (1.4) компромиссен: для двух критериев: максимума G_T и минимума отношения $1/\bar{N}_e$ (максимума \bar{N}_e). Он наиболее объективен, не зависит от конъюнктуры рынка (в отличие от минимума приведенных и прямых эксплуатационных затрат) и характеризует собой технический уровень развития технологий. Не исключая стоимостные показатели, он является одним из критериев, позволяющих достоверно определить топливно-энергетические затраты сельскохозяйственного производства» [3].

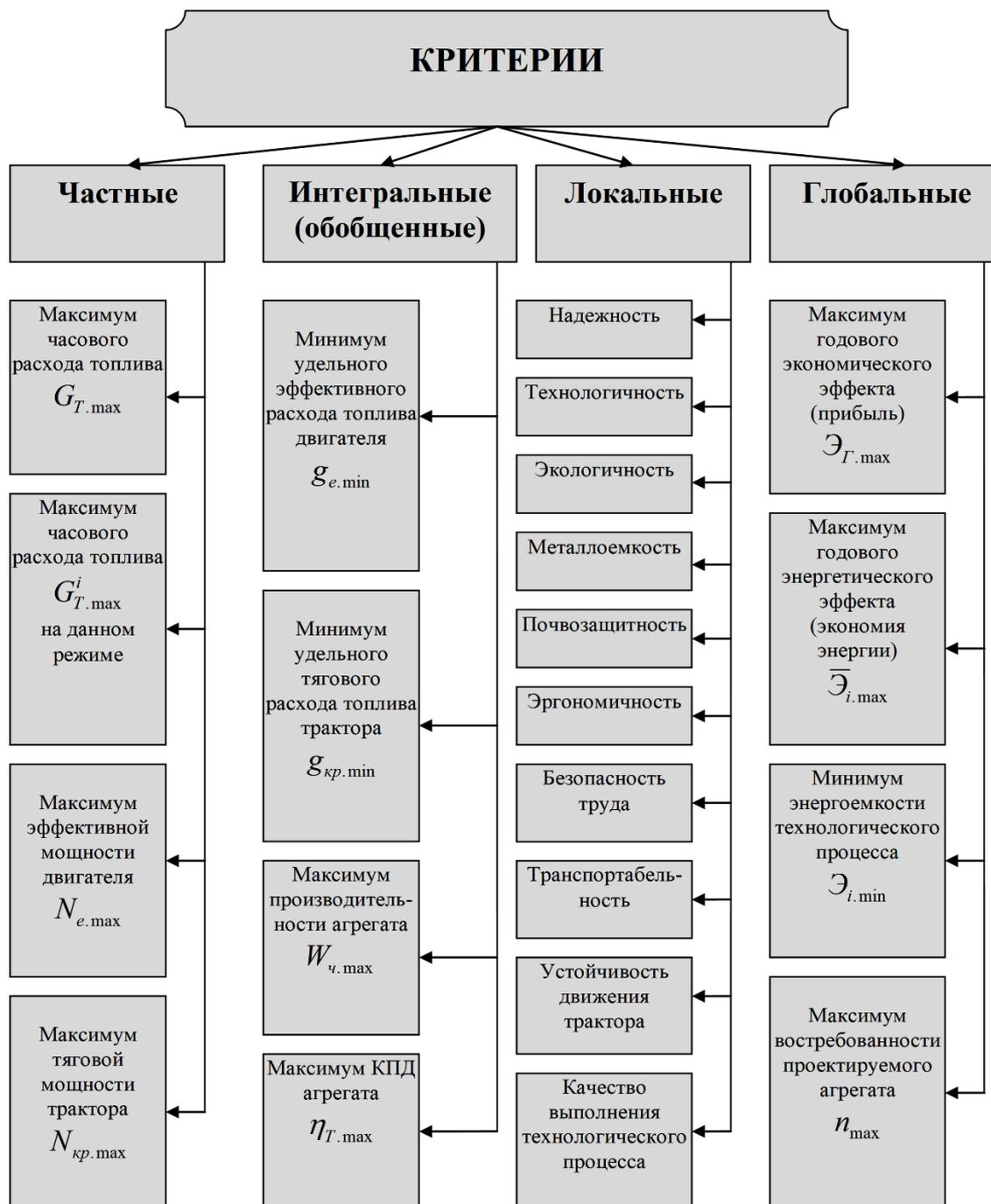
Анализ литературных источников показал, что показатели оценки эффективности в растениеводстве можно подразделить на определенные группы, такие как: энергетические; качественные; экономические; надежные; безопасные; экологические; устойчивые и т.д.

В качестве экономических показателей оценки МТА необходимо рассматривать: удельные затраты денежных средств; затраты труда; производительность МТА; удельный расход топлива; удельные затраты технологических материалов (семена, удобрения, ядохимикаты и т.д.); ожидаемый годовой экономический эффект; востребованность МТА и т.д.

«Проф. Джабборовым Н.И., к.т.н. Добриновым А.В. и к.т.н. Дементьевым А.М. была разработана классификация критериев оценки эффективности МТА (рисунок 2.7)» [50]. Они разделяют критерии оптимизации параметров и режимов

работы МТА на четыре группы: «частные, интегральные (или обобщенные), локальные и глобальные» [50].

«Эти ученые перечисленные локальные критерии предлагают применять в процессе разработки технических средств. То есть, «надежность, экологичность, технологичность, транспортабельность, безопасность труда и другие свойства МТА должны быть заложены в конструкции МТА» [50].



«Рисунок 2.7 – Классификация критериев оптимизации параметров и режимов работы МТА» [50]

Так же необходимо провести анализ внешних воздействий, которые могут повлиять на «эффективность технологических процессов и МТА. Схема анализа факторов производства приведена на рисунке 2.8» [50].



«Рисунок 2.8 - Схема анализа факторов производства» [50]

Для получения максимальной финансовой выгоды, следует при оптимизации параметров и режимов работы МТА, выбрать критерий максимум годового экономического эффекта.

Для экономии энергии можно использовать при решении оптимизационных задач критерий минимум энергоемкости технологического процесса или максимум годового энергетического эффекта.

После анализа агроклиматических, агрономических, производительных, агроландшафтных, технологических и технических условий и факторов можно сформулировать цели исследований.

Как показывает опыт, в итоге анализа условия производства можно в совокупности сформулировать три основные цели (рисунок 2.9):



«Рисунок 2.9 – Схема выбора критериев оптимизации» [50]

«Есть два общеизвестных метода обеспечения энергетической эффективности (рисунок 2.10): повышение коэффициента полезного действия (КПД) «топливно-энергетических ресурсов (тракторов, топливо смазочных материалов, семян, удобрений и т.д.) или энергосбережение (экономия энергии)» [50].



«Рисунок 2.10 – Пути повышения энергетической эффективности технологических процессов» [50]

Также известны пути обеспечения экономии энергии в процессах выполнения технологических процессов (рисунок 2.11).

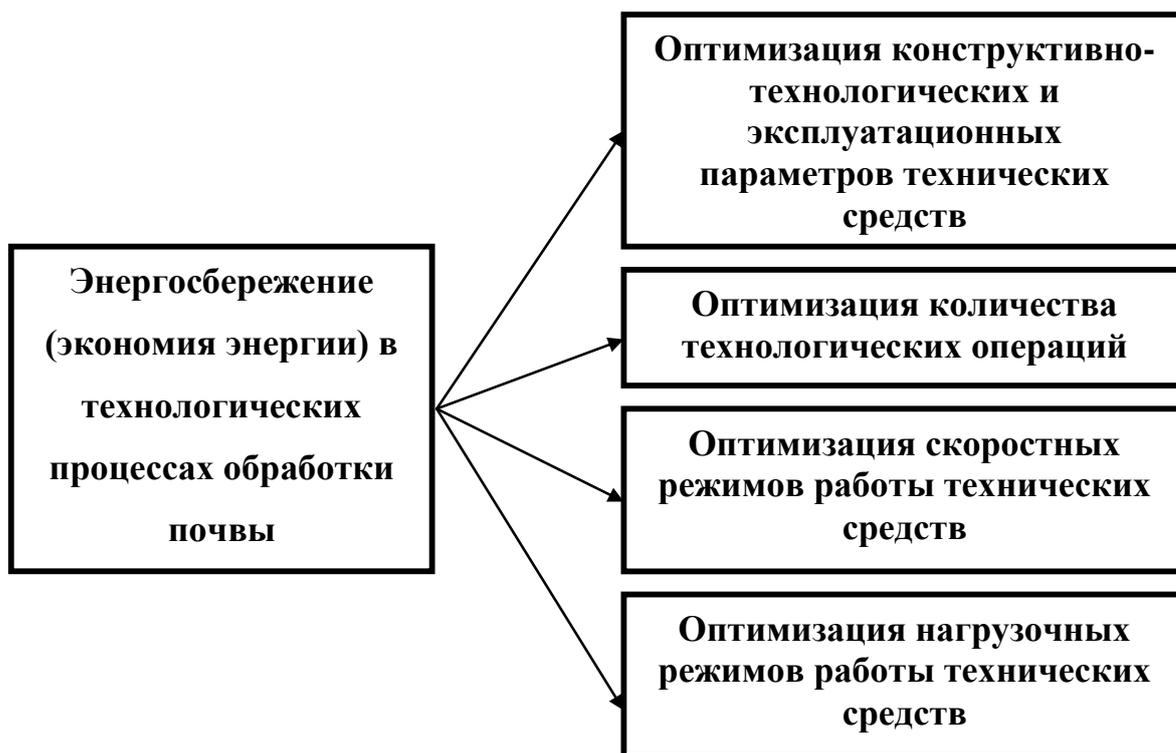


Рисунок 2.11 – Пути экономии энергии при выполнении МТА технологических процессов

С учётом сказанного, особенностей процесса посева сельскохозяйственных культур в качестве критериев оптимизации параметров и режимов работы МТА для посева пропашных культур следует выбрать следующие:

- максимум качества технологического процесса $P_k \rightarrow \mathit{max}$;
- максимум производительности МТА $W_q \rightarrow \mathit{max}$;
- минимум энергоёмкости технологического процесса $\mathit{Э}_i \rightarrow \mathit{min}$.

По значимости критерий максимум качества технологического процесса $P_k \rightarrow \mathit{max}$ находится на первом месте, так как от качества посева зависит, наряду с плодородия почвы, режимы питания, влагообеспеченности, характеристик почвы, величина и качество урожая.

На втором месте по значимости находится критерий максимум производительности МТА $W_q \rightarrow \mathit{max}$, так как согласно требованиям агротехники семена сельскохозяйственных культур должны быть посеяны в оптимальные (или сжатые) сроки.

При этом, при выполнении технологического процесса посева семян пропашных культур, необходимо принять такие технико-технологические решения, которые способствовали экономии топливно-энергетических ресурсов.

2.3 Определение критериев оценки эффективности и качества работы посевного агрегата

Критерии оценки качества процесса.

Как было отмечено выше, от качества посева зависит, наряду с плодородия почвы, режимы питания, влагообеспеченности, характеристик почвы, величина и качество урожая. Согласно требованиям агротехники, основными показателями оценки качества выполнения технологического процесса посева семян пропашных культур являются: глубина посева семян, глубина высева минеральных удобрений, расстояние между семенами, глубина поливных борозд, ширина стыкового междурядья (раздел 1.5).

Глубина посева семян: глубина посева семян пропашных культур должна соответствовать агротехнологии и отклоняться не более чем на ± 1 см.

Для определения глубины посева семян вскрываются бороздки и накладывается на поверхность рейка, расстояние от семени, находившийся в почве до рейки измеряется линейкой. Данное расстояние нам указывает на глубину посева семян. В экспериментальных исследованиях, проведенных при измерении глубины посева семян сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» измерялись не меньше 20 раз, для получения объективных данных.

Точность высева семян: при пунктирном посеве семян пропашных культур количество семян в 1 метре не должно отклоняться от заданного более чем на ± 10 %.

При контроле точности высева семян пропашных культур необходимо вскрыть гнездо и подсчитывают количество семян. Неравномерность распределения семян отдельными высевающими аппаратами должно быть не более 3 %.

Глубина высева минеральных удобрений: глубина высева минеральных удобрений должна соответствовать заданной, отклонение не более ± 3 см.

При контроле глубины посева высева минеральных удобрений вскрывают две или три бороздки от сошников, расположенных вне следов трактора, накладывают на поверхность почвы рейку и измеряют линейкой расстояние от расположенных в бороздке минеральных удобрений до нижней стороны рейки. Это расстояние и будет характеризовать глубину высева минеральных удобрений. Для определения средней глубины высева минеральных удобрений необходимо проводить замеры в 15-20 точках по нескольким проходам сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ».

Глубина нарезки поливных борозд: глубина нарезки поливных борозд должна соответствовать заданной, отклонение не более ± 2 см.

При контроле глубины нарезки поливных борозд накладывают на поверхность почвы рейку и измеряют линейкой расстояние от нижней точки борозды до нижней стороны рейки. Это расстояние и будет характеризовать глубину нарезки поливных борозд. Для определения средней глубины нарезки поливных борозд необходимо проводить замеры в 15-20 точках по нескольким проходам сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ».

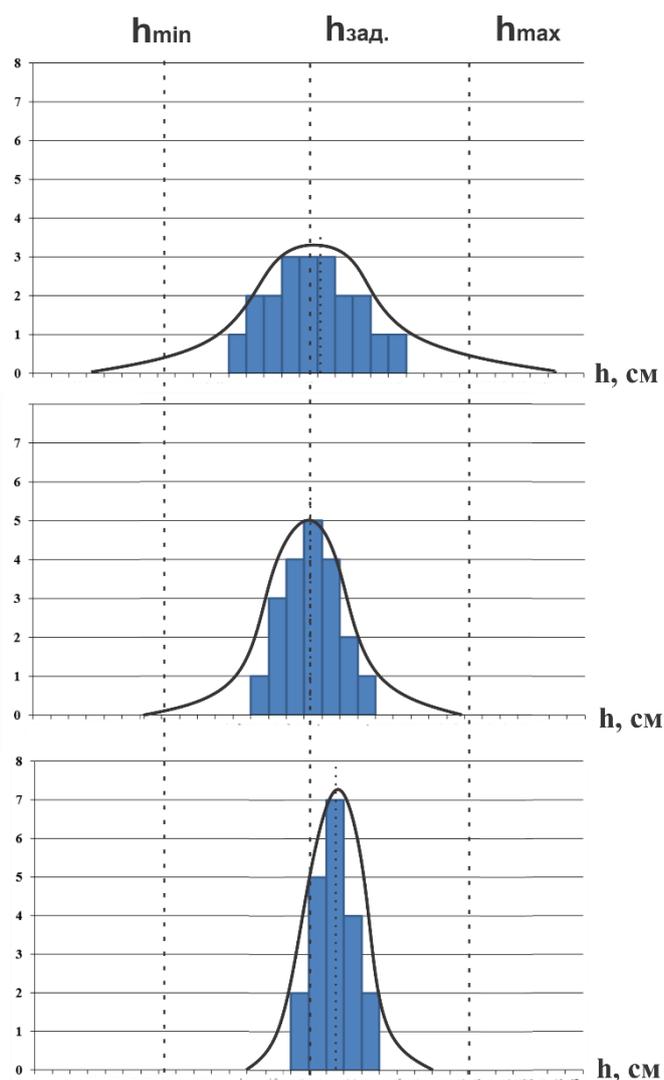
Ширина стыкового междурядья: ширина стыкового междурядья должна соответствовать заданной. Должна быть одинаковая ширина. Отклонение не более ± 2 см.

Для определения ширины стыкового междурядья измеряют расстояние от линии расположения гнезда семян в рядах между проходами сеялки. Для определения среднего значения ширины стыковых междурядий проводят замеры в 15-20 точках по нескольким проходам сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ».

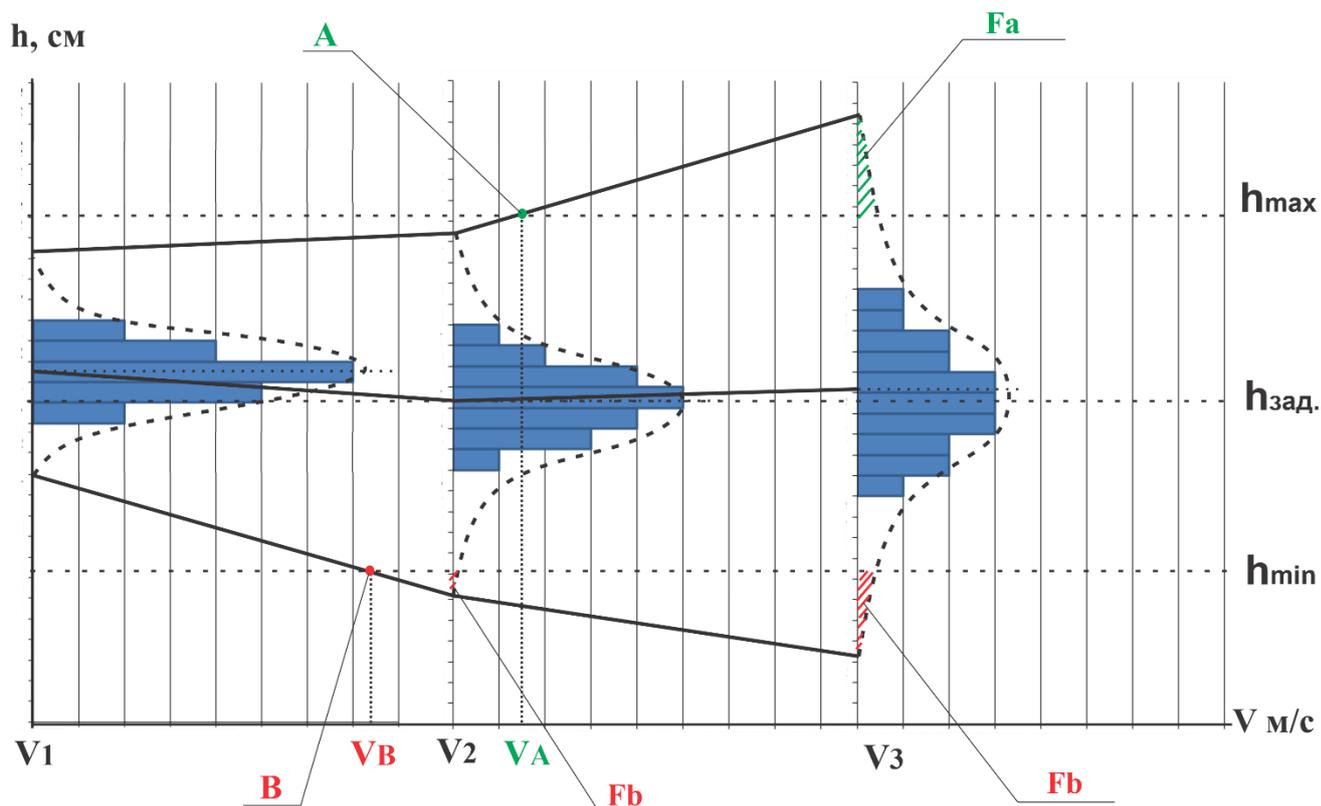
Оценка эффективности и качества работы посевного агрегата. Для оценки качества работы посевного агрегата необходимо установить законы распределения агротехнических показателей и их вероятностно-статистические характеристики: среднее значение, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации и другие оценки. В качестве теоретического закона распределения был выбран закон нормального распределения (закон Гаусса).

Распространённое свойство нормального распределения – правило трех сигм, который гласит, что около 99,7% данных находятся в пределах трех стандартных отклонений от среднего.

Для построения плотности распределения вероятностей каждого показателя качества (глубина заделки семян и точность их посева, глубина высева минеральных удобрений, глубина поливных борозд, ширина стыкового междурядья) необходимы экспериментальные данные, полученные в трех разных рабочих скоростях (V_1, V_2, V_3), а так же принятые допустимые значения агротехнических требований (« h_{\min} – минимальное отклонение, h_{\max} – максимальное отклонение, $h_{\text{зад.}}$ – заданное значение). В качестве примера на рисунках 2.12 и 2.13 приведены графики плотности распределения вероятностей скорости движения посевного агрегата и глубины посева семян» [88].



«Рисунок 2.12 – Плотности распределения вероятностей скорости движения агрегата» [88]



«Рисунок 2.13 – Законы распределения глубины посева семян» [88]

На рисунке 2.13 $h_{зад}$, h_{min} и h_{max} это заданное, минимальное и максимальное значение принятых агротехнических норм соответственно. На приведенном распределении видны выбросы (F_A, F_B), которые выходят за пределы агротехнических норм и указывают на брак при выполнении техпроцесса на определённом скоростном режиме. Выбросы — это отклонение статистических характеристик за пределы принятых агротехнических норм. Точки А и В указывают на оптимальный диапазон выбора скорости для выполнения технологического процесса со 100% вероятностью качества.

Производительность агрегата.

Вторым критерием оптимизации параметров и режимов работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» был выбран (раздел 2.2) максимум производительности МТА $W_{ч} \rightarrow \max$.

Производительность за 1 час сменного времени агрегата МТЗ-80Х+ УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева пропашных культур можно рассчитать по формуле [1]:

$$\langle W_{\text{ч}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/ч} \rangle [87] \quad (2.14)$$

«где B_p – рабочая ширина захвата посевного агрегата, м» [87];

« V_p – рабочая скорость движения посевного агрегата, км/ч» [87];

« τ – коэффициент использования времени смены» [87].

Энергоемкость технологического процесса.

Третьим критерием оптимизации параметров и режимов работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» был выбран (раздел 2.2) минимум энергоемкости технологического процесса $\Delta_i \rightarrow \min$.

«Энергоемкость технологического процесса посева пропашных культур можно определить из выражения [95]:

$$\langle \Delta_i = E_{\text{п}} + E_0 + \left[\frac{(E_{\text{ж}} + E_{\text{т}} + E_{\text{м}} + E_{\text{с}})}{W_{\text{ч}}} \right], \text{ МДж/га} \rangle [96], \quad (2.15)$$

«где $E_{\text{п}}$ – прямые затраты энергии, выраженные расходом топлива, электроэнергии и тепла, МДж/га» [121];

« E_0 – затраты энергии на производство удобрений, ядохимикатов, семян, гербицидов, МДж/га» [121];

« $E_{\text{ж}}$ – энергетические затраты живого труда, МДж/ч» [121];

« $E_{\text{м}}, E_{\text{т}}, E_{\text{с}}$ – энергоемкость машин, энергетических средств и сцепок в единицу сменного времени, МДж/ч» [121];

« $W_{\text{ч}}$ – часовая производительность сельскохозяйственного агрегата в единицу сменного времени, га/ч» [121].

«Прямые затраты энергии $E_{\text{п}}$ определяются из выражения» [87]:

$$\langle E_{\text{п}} = G_{\text{т}} (\alpha_{\text{т}} + f_{\text{т}}) + W_{\text{э}} (k_{\text{э}} + f_{\text{э}}) + Q_{\text{к}} (k_{\text{к}} + f_{\text{к}}) \rangle [87], \quad (2.16)$$

«где $G_{\text{т}}, W_{\text{э}}, Q_{\text{к}}$ – расход топлива (кг/га), электроэнергии (кВт · ч/га) и тепла (ккал/га)» [121];

« $\alpha_{\text{т}}$ – теплосодержание топлива, МДж/га» [121];

« $k_{\text{к}}, k_{\text{э}}$ – коэффициент перевода 1 ккал в 1 МДж ($k_{\text{к}} = 0,00419$) и 1 кВт · ч в 1 МДж ($k_{\text{э}} = 3,6$)» [121];

« f_t, f_3, f_k – коэффициенты, учитывающие дополнительные затраты энергии на производство топлива (МДж/кг), электроэнергии (МДж/кВт·ч) и тепла (МДж/ккал)» [121].

«Энергоемкость, приходящаяся на 1 ч работы силовой машины, определяется из равенства» [104]:

$$\langle E_m = \frac{\mathcal{E}_m + \mathcal{E}_{mk} + \mathcal{E}_{mo} + \mathcal{E}_{mm}}{T_c} \rangle [104], \quad (2.17)$$

«где \mathcal{E}_t - общая энергоемкость силовой трактора, МДж» [104];

$\mathcal{E}_{tk}, \mathcal{E}_{tt}, \mathcal{E}_{to}$ – затраты энергии на проведение капитального и текущего ремонтов технического обслуживания, МДж» [104];

« T_c – срок службы силовой машины, ч» [104].

«Величину E_t ориентировочно можно определить по формуле» [121]:

$$E_m = \frac{\mathcal{E}_m}{100} \left(\frac{a_m}{T_{nm}} + \frac{a_{mk} + a_{mm}}{T_{zm}} \right), \quad (2.18)$$

или

$$E_m = \frac{M_m \alpha_{mp}}{100} \left(\frac{a_m}{T_{nm}} + \frac{a_{mk} + a_{mm}}{T_{zm}} \right), \quad (2.19)$$

«где a_t, a_{tk}, a_{tt} – отчисления на реновацию, капитальный и текущий ремонты трактора, %» [121];

« T_{nt}, T_{zt} – нормативная и зональная годовая загрузка трактора, ч» [121].

«Удельная энергоемкость машины и сцепки, приходящая на 1 ч работы агрегата устанавливается из выражений» [104]:

$$\left. \begin{aligned} E_M &= \frac{\mathcal{E}_M}{100} \left(\frac{a_M}{T_{nM}} + \frac{a_{mM}}{T_{zM}} \right); \\ E_C &= \frac{\mathcal{E}_C}{100} \left(\frac{a_C}{T_{nC}} + \frac{a_{cM}}{T_{zC}} \right), \end{aligned} \right\} [104], \quad (2.20)$$

«где a_M, a_C – отчисления на реновацию машины и сцепки, %» [104];

« a_{Mt}, a_{Ct} – отчисления на текущий ремонт машины, сцепки, %» [104];

« $T_{nM}, T_{nC}, T_{zM}, T_{zC}$ – соответственно нормативная и зональная годовая загрузка машины, сцепки, ч» [104].

2.4 Определение оптимальных значений эксплуатационных показателей посевного агрегата

а) – Показатели качества технологического процесса.

«В соответствии с Правилем производства механизированных работ» [133] и методикам «для оценки качества технологических операций используют различные агротехнические показатели, такие как глубина обработки, глубина посева семян, степень рыхления почвы, степень крошения почвы, степень неравномерности внесения удобрений, отклонение от заданной величины параметра, ширина стыкового междурядья, норма высева удобрений или семян и т.д.» [2, 42, 84, 130, 158].

Как было отмечено выше, в разделе 2.3, для оценки качества посева пропашных культур применяются такие показатели как ширина стыкового междурядья, глубина заделки семян, точность высева семян и удобрений, глубина высева минеральных удобрений. Эти показатели задаются агротехническими требованиями:

- ширина стыкового междурядья должна соответствовать заданной. Должна быть одинаковая ширина. Отклонение не более ± 2 см.;
- глубина заделки семян должна соответствовать заданной, отклонение не более ± 1 см.;
- глубина заделки удобрений также должна соответствовать заданной, отклонение не более ± 1 см.;
- расстояние между семях (в гнезде) не должно отклоняться от заданного не более чем на ± 10 %.

б) – Производительность посевного агрегата.

Так как основным критерием оптимизации параметров и режимов посевного агрегата выбран (раздел 2.2) максимум качества технологического процесса $P_k \rightarrow \max$, оптимальное значение производительности посевного агрегата должна соответствовать заданному показателю качества $P_k \rightarrow \max$. С учетом сказанного целесообразно говорить не о максимальном, а об оптимальном значении производительности посевного агрегата, то есть $W_q \rightarrow \text{опт.}$

Для лучшего понимания процесса поиска компромиссного решения между двумя критериями эффективности ($W_q \rightarrow \text{опт}$) и показателя качества ($\Pi_k \rightarrow \text{max}$) процесса посева пропашных культур, на рисунке 2.14 представлена зависимость показателя качества от рабочей скорости посевного агрегата и схема к выбору оптимального значения рабочей скорости посевного агрегата от показателей качества.

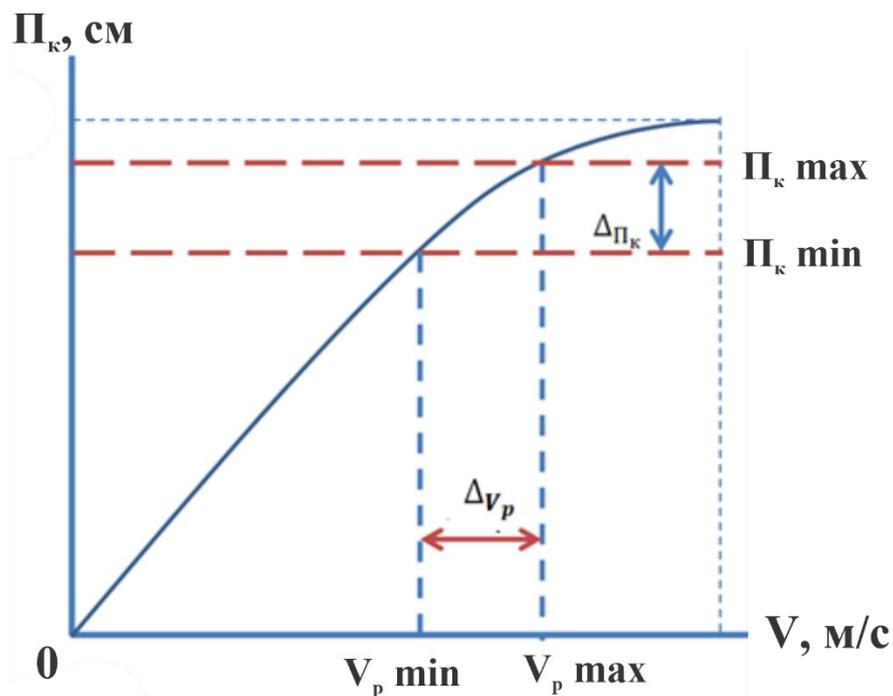


Рисунок 2.14 – Зависимость показателя качества от рабочей скорости посевного агрегата

Общеизвестно, что с увеличением скорости движения наблюдается повышение производительности машинно-тракторных агрегатов. При этом следует отметить, что скоростные режимы работы МТА ограничиваются многими факторами, в том числе и показателями качества процесса.

В этой связи, оптимальное значение производительности посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» необходимо определить с учетом допустимого диапазона изменения агротехнических показателей качества процесса.

На рисунке 2.14 $\Pi_{k \min}$ и $\Pi_{k \max}$ – минимальное и максимальное допустимое значение показателей качества по агротехнологии, $\Delta \Pi_k$ представляет допустимый диапазон изменения агротехнических показателей качества процесса, $V_{p \min}$ и

$V_{p\max}$ минимальное и максимальное допустимое значение скорости движения посевного агрегата, а ΔV_p – диапазон изменения оптимальных значений рабочей скорости посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», соответствующий показателям качества.

С учётом выражения (2.14) оптимальная производительность посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» в зависимости от скорости его движения определяется по формуле:

$$\langle W_q^* = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p^* \cdot \tau, \text{ га/ч} \rangle [87] \quad (2.21)$$

«где V_p^* – оптимальное значение скорости движения посевного агрегата, находящее» [87] в зоне ΔV_p (рисунок 2.15), м/с.

Значения ΔV_p и ΔP_k определяется по ходу проведения и обобщения данных экспериментов, где работа посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» исследуется в различных скоростных режимах.

То есть, в результате проведения экспериментальных исследований выбираются оптимальный диапазон изменения скорости, затем, производительности посевного агрегата в соответствии с соблюдением агротехнических требований.

в) – Энергоемкость технологического процесса посева семян.

Как было отмечено в разделе 2.2 диссертации, третьим по значимости выбран критерий минимум энергоемкости технологического процесса $\mathcal{E}_i \rightarrow \mathbf{min}$. Критерий $\mathcal{E}_i \rightarrow \mathbf{min}$ представляет собой минимально допустимое значение затрат энергии на технологический процесс посева пропашных культур с учётом требований основного критерия - максимум качества технологического процесса $P_k \rightarrow \mathbf{max}$.

По формуле (2.22) определяем минимально допустимое «значение энергоемкости технологического процесса можно определить по формуле» [87]:

$$\langle \mathcal{E}_i^* = E_{\Pi} + E_o + \left[\frac{(E_{\text{ж}} + E_{\text{т}} + E_{\text{м}} + E_{\text{с}})}{W_{\text{ч}}^*} \right], \text{ МДж/га} \rangle [87] \quad (2.22)$$

где W_q^* – оптимальное значение (2.21) производительности посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», соответствующее требованиям агротехники.

Для более эффективного и быстрого расчёта и обоснования оптимальных скоростных режимов работы посевного агрегата для посева семян пропашных культур были разработаны алгоритм и его блок-схема, которые приводим ниже.

Алгоритм определения оптимальных режимов работы МТА для посева пропашных культур

Назначение алгоритма: для разработки программы расчета оптимальных параметров посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур. Основными входными данными для алгоритма были использованы значения показателей качества, масса трактора и сеялки, годовой загрузка сеялки, состояние почва, тип почвы и т.д.

Алгоритм определения оптимальных режимов работы МТА МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева пропашных культур:

1. «Определение востребованности универсальной комбинированной сеялки. Востребованность, должна быть максимальной, чтобы обеспечить экономическую и энергетическую эффективность производства разработанной сеялки на предприятиях по выпуску сельскохозяйственной техники. Востребованность определяется путем проведения маркетинговых исследований» [91].

2. «Выбор наиболее эффективных рабочих органов, узлов и деталей. С учетом типа, механического состава почвы, глубины и нормы посева семян и высева минеральных удобрений, ширины междурядья, особенности технологии возделывания пропашной культуры, класса тяги трактора производится подбор наиболее эффективных рабочих органов, узлов и деталей из существующих. Проектируемая сеялка с выбранными рабочими органами, узлами и деталями должна обеспечить высокое качество технологической операции в соответствии с агротехническими требованиями и Правилами производства механизированных

работ» [91].

3. «Выбор скоростей движения посевного агрегата. С учётом диапазона допустимых рабочих скоростей для посева пропашных культур, согласно Правилам производства механизированных работ [133] выбираются три скорости движения для проведения энергетической оценки посевного агрегата с определением показателей качества процесса» [90].

4. «Определение тягового сопротивления посевного агрегата. Для определения тягового сопротивления посевного агрегата использовали измерительный прибор ДПУ-2 в трёх выбранных скоростях движения посевного агрегата» [91].

5. «Определение часового расхода топлива. Для определения часового расхода топлива, был использован измерительный прибор марки DFM-100AK, который фиксировал в компьютере данные по расходу топлива в разных диапазонах скоростей движения» [91].

6. «Определение показателей качества технологического процесса. На выбранных трёх скоростях движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» определяются значения показателей качества процесса: ширина стыкового междурядья, глубина заделки семян, точность высева семян, глубина внесения удобрений» [91].

7. «Определение закономерности показателей качества посева от скорости движения посевного агрегата. На основе полученных экспериментальных данных с использованием интерполяционной формулы Лагранжа устанавливаются закономерности изменения показателей качества процесса посева семян пропашной культуры, которые описываются соответствующими эмпирическими зависимостями» [91].

8. «Определение рационального диапазона изменения показателей качества процесса. На основе агротехнических требований и полученных закономерностей изменения показателей качества процесса посева и выбирается оптимальный (рациональный) диапазон их изменения» [91].

9. «Определение оптимального диапазона скоростей движения посевного агрегата. На основе обоснованного рационального диапазона изменения показателей качества процесса выбирается рациональный диапазон рабочих скоростей V_p^* движения посевного агрегата» [91].

10. «Определение коэффициента использования времени смены. Рациональное значение коэффициента использования времени смены определяется по формуле» [91]:

$$\langle \tau = T_p / T_{см} \rangle \text{ [91]}, \quad (2.23)$$

«где T_p – чистое рабочее время, ч» [91];

« $T_{см}$ – время смены, ч» [91].

«Чистое рабочее время и время смены» [91] определяются на основе фотографии рабочего времени посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

11. «Определение оптимального значение производительности посевного агрегата. Оптимальное значение производительности посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» можно определить по формуле (2.21)» [91].

12. «Определение погектарного расхода топлива. Расход топлива $Q_{га}$ на 1 га (или погектарный расход топлива) «определяется по формуле» [91]:

$$\langle Q_{га} = \frac{G_{ТР} \cdot T_p + G_{ТХ} \cdot T_X + G_{ТО} \cdot T_o}{W_{ч}^*} \rangle \text{ [90]}, \quad (2.22)$$

«где $G_{ТР}, G_{ТХ}, G_{ТО}$ – часовой расход топлива двигателя соответственно в рабочем режиме, при холостом ходе и на остановках с работающим двигателе, кг/ч» [90];

« T_p, T_X, T_o – соответственно чистое рабочее время, время холостого хода и время на остановках с работающим двигателем, ч» [91].

13. «Определение степени загрузки трактора. Степень загрузки трактора определяется по формуле» [91]:

$$\langle \lambda_{\bar{p}} = R_a / P_{кр.н} \rangle \text{ [91]}, \quad (2.23)$$

«где R_a – среднее значение тягового сопротивления сеялки, кН» [91];

« $P_{кр.н}$ – номинальное значение тягового усилия трактора на данной рабочей» [91] передаче, кН.

14. «Определение оптимального значения энергоемкости технологического процесса. Оптимальное значение энергоемкости технологического процесса определяется по формуле (2.22)» [91].

15. «Определение ожидаемого годового энергетического эффекта от использования предложенного посевного агрегата. Размер ожидаемого энергетического эффекта от использования посевного агрегата определяется по формуле» [91]:

$$\langle \bar{\mathcal{E}}_Г = (\mathcal{E}_б - \mathcal{E}_i^*) \cdot t_Г \cdot W_ч^*, \text{ МДж} \rangle [91] \quad (2.24)$$

«где $\mathcal{E}_б$ – базовое значение энергоемкости технологической операции (МТЗ-80Х+СТХ-4, МДж/га» [91];

« \mathcal{E}_i^* – значение энергоемкости технологической операции, произведенной МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», МДж/га» [91];

« $t_Г = 110$ ч – годовая загрузка разработанной универсальной сеялки» [91] УКС-2,4 «НЦИТМ», ч;

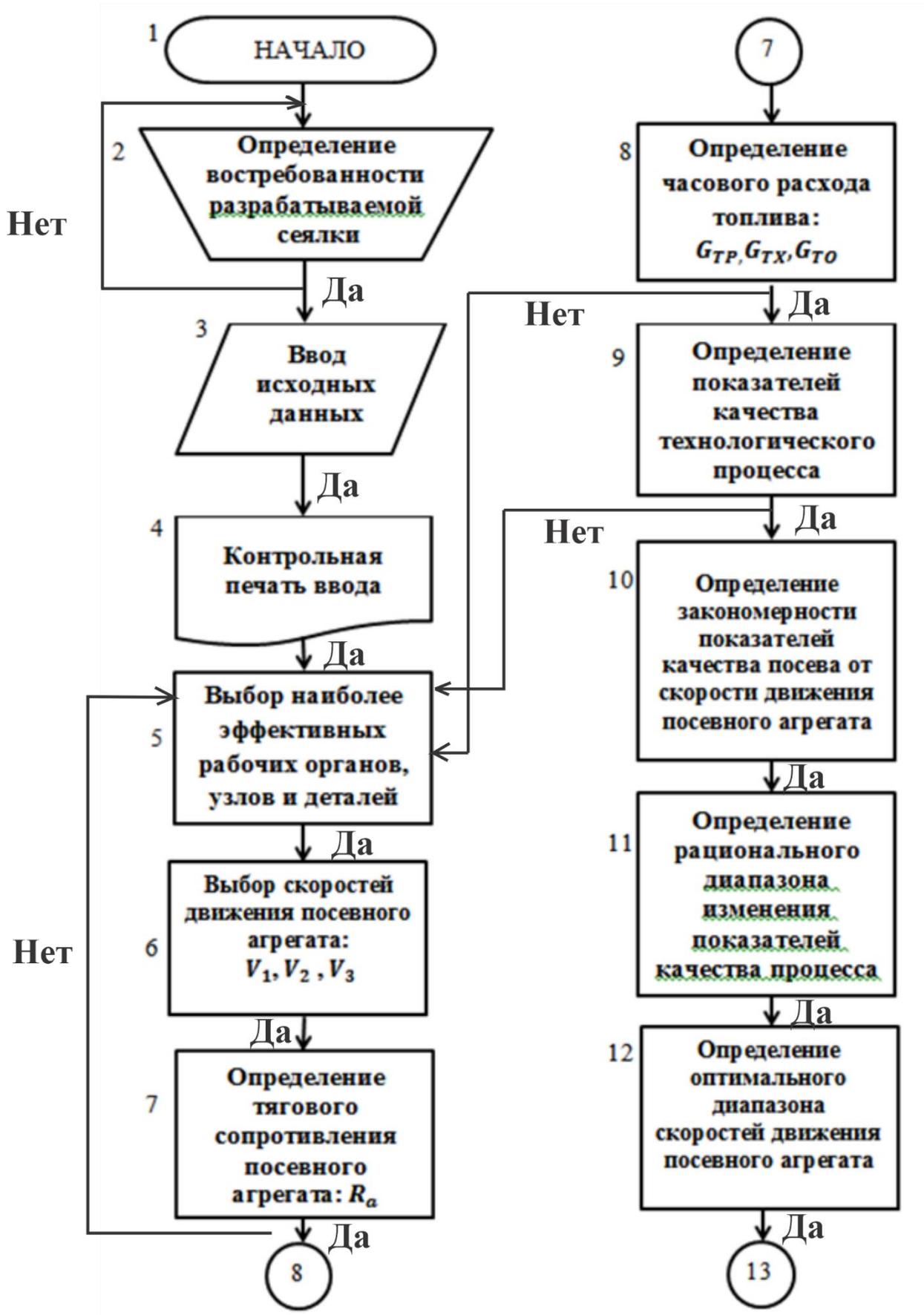
$W_ч^*$ – оптимальное значение производительности за 1 час сменного времени МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», га/ч.

16. «Определение размера годового экономического эффекта. Размер ожидаемого годового экономического эффекта $\bar{\mathcal{E}}_Г^{\text{эк}}$ можно определить» [91] в зависимости от значения годового энергетического эффекта $\bar{\mathcal{E}}_Г$ по формуле:

$$\bar{\mathcal{E}}_Г^{\text{эк}} = \bar{\mathcal{E}}_Г \cdot M_{\text{э.нв}}, \quad (2.25)$$

где $M_{\text{э.нв}}$ – мера энергоемкости национальной валюты, сомони/МДж.

«На рисунках 2.15 и 2.16 представлена блок-схема алгоритма определения оптимальных режимов работы МТА для посева пропашных культур» [91].



«Рисунок 2.15 - Блок-схема алгоритма определения оптимальных режимов работы МТА для посева пропашных культур (начало)» [91]



«Рисунок 2.16 - Блок-схема алгоритма определения оптимальных режимов работы МТА для посева пропашных культур (конец)» [91]

2.5 Выводы по разделу 2

1. Из анализа литературных источников установлены конструктивно-технологические параметры сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева пропашных культур, такие как глубина посева семян и высева минеральных удобрений, расстояние между семенами, глубина нарезки полевых борозд, ширина стыкового междурядья, ёмкости для семян и минеральных удобрений и т.д.

2. Обоснованы критерии оптимизации, в которых показатели качества должны соответствовать принятым нормам агротехники, а производительность должна стремиться к максимуму, но не выходя за рамки принятых показателей качества, при всем этом энергоёмкость нужно свести к минимуму и достичь энергоэффективности во время выполнения процесса.

3. Обзор методики для выбора подходящих критериев оптимизации параметров и режимов работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева пропашных культур.

4. Изложена методика определения оптимальных значений эксплуатационных показателей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» с учётом показателей качества технологического процесса посева пропашных культур.

Таким образом, рассмотренные теоретические предпосылки позволили сформулировать основные положения экспериментальной части данной диссертационной работы, это составить программу и разработать методику исследований.

3 Программа и методика экспериментальных исследований

3.1 Программа экспериментальных исследований

Сложность физических явлений функционирования посевных агрегатов и многообразие условий их использования потребуют получения экспериментальных данных для математического моделирования разных параметров и показателей посевного агрегата.

В первом разделе диссертации были поставлены задачи, для их решения которых требовалось сначала составить программу экспериментальных исследований, которая состояла из:

- «определение условий экспериментальных исследований работы» [88] универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур в агрегате с трактором МТЗ-80Х (класса 1,4);
- проведение экспериментальных исследований (энергооценка) для определения агротехнических, энергетических и технико-экономических параметров посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»;
- учет и оценка расхода и притока энергии на технологический процесс посева семян пропашных культур.

3.2 Цель и задачи экспериментальных исследований

Целью экспериментальных исследований была проверка теоретических разработок по повышению эффективности технологии возделывания пропашных культур совершенствованием конструктивно-технологических параметров посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

В ходе экспериментальных исследований были установлены цели, для решения которых составлены следующие задачи:

1. Определение основных факторов, влияющих на числовые характеристики тягового сопротивления и показателей качества посевного агрегата.

2. Проведение хронографии рабочего времени для определения производительности за час сменного времени, погектарного расхода топлива, семян и минеральных удобрений.

3. «Проведение энергетической оценки» [87] работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» с целью получения исходной информации для определения вероятностно-статистических оценок агротехнических показателей и энергетических параметров посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

4. Сравнительная оценка экспериментальных результатов с теоретическими.

3.3 Объект и условия экспериментальных исследований

В качестве объекта экспериментальных исследований рассмотрен технологический процесс посева семян пропашных культур, выполняемый посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

Предметом исследований являлись закономерности изменения эксплуатационных показателей, совершенствование конструктивно-технологических параметров посевного агрегата для посева семян пропашных культур.

«Экспериментальные исследования посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» проводились на типичных светлых сероземных почвах Гиссарской долины Республики Таджикистан» [87].

Для проведения экспериментов¹ посевной агрегат МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» был подготовлен в Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

Условия проведения исследований работы МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» определялись в соответствии с ГОСТ 20915-75 [35-38].

До начала экспериментов твердость, и влажность почвы определялись в

¹ Объекты исследований были подготовлены в отделе технической диагностики, ремонта и эксплуатации машин Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН к.т.н., доц. Сафаровым М. и аспирантом Искандаровым И.А.

горизонтах 0-10 и 10-20см.

Твердость почвы определяли пенетрометром DICKEY-John.

Твёрдость и влажность почвы были определены в горизонтах 0-10 и 10-20 см.

Значения параметров, характеризующих условия проведения исследований приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Условия проведения экспериментальных исследований
посевого агрегата МТЗ-80Х+ УКС-2,4 «НЦИТМ»

Показатель	Значения показателя
Тип почвы	Светлый серозем
Агрофон	Поле, подготовленное под посев
Рельеф, град.	1-2
Микрорельеф, ± см	4-6
Влажность почвы, % в слое: 0-10 см 10-20 см	14,2 16,5
Твердость почвы, МПа в слое: 0-10 см 10-20 см	0,09 0,15
Плотность почвы в слое 0-10 см, г/см ³	0,81
Гребнистость поверхности почвы, см	3,8
Температура воздуха, °С	28,2
Относительная влажность воздуха, %	58,0
Скорость ветра, м/с	2,0 – 4,0

Результаты, полученные в процессе экспериментальных исследований, сравнивались с теоретическими данными с целью подтверждения адекватности разработанных математических моделей по определению эксплуатационных показателей посевого агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

Следует отметить, что полученные в процессе экспериментальных исследований показатели качества работы агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» соответствовали агротехническим требованиям к посеву пропашных культур.

На рисунке 3.1 представлен процесс подготовки посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» аспирантом Искандаровым И.А. и инженерами Научного центра к проведению экспериментальных исследований.



«Рисунок 3.1 – Процесс подготовки посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» аспирантом Искандаровым И.А. и инженерами к проведению экспериментальных исследований» [87]

Общий вид посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» показан на рисунках 3.2. и 3.3.



Рисунок 3.2 – Общий вид посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» (вид сзади) при выполнении технологического процесса



Рисунок 3.3 – Общий вид посевного агрегата МТЗ-80Х+ УКС-2,4 «НЦИТМ» (вид сбоку) при выполнении технологического процесса

«Общий вид состояния посевной площади до и после проведения посева семян пропашных культур представлен на рисунках 3.4. и 3.5» [87].



«Рисунок 3.4 – Общий вид состояния посевной площади до посева (подготовка почвы к посеву)» [87].



«Рисунок 3.5 – Общий вид состояния посевной площади после проведения посева семян хлопчатника» [87]

На рисунках 3.6 и 3.7 представлена общее состояние посевных площадей, после прорастания хлопчатника и кукурузы, которые были посеяны посевным агрегатом МТЗ-80Х+ УКС-2,4.



Рисунок 3.6 – Общий вид поля после появления всходов хлопчатника



Рисунок 3.7 – Общий вид поля после появления всходов кукурузы

3.4 Методика экспериментальных исследований

3.4.1 Оборудование и измерительная аппаратура, применяемое в процессе экспериментальных исследований

При проведении экспериментальных исследований посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» использовались точные измерительные приборы и оборудования, которые отвечали всем стандартам и ГОСТу. Для измерения расхода топлива использовался расходомер топлива DFM-100AK (производство Республики Беларусь), который включал в свой набор GPS навигатор определения местоположения МТА.

Для определения тягового сопротивления во время выполнения технологического процесса был использован динамометр ДПУ-2.

Твердость и плотность почвы определялось пенетрометром DICKEY-John, состоящий из щупа для внедрения в почву и стрелочным индикатором. Щуп прибора вводится в почву с постоянным усилием, а индикатор даст показания в фунтах на дюйм квадратный. Что в дальнейшем математический можно перевести на другие величины. Для измерения размеров и расстояний, времени,

микрорельефа, массы и других параметров были использованы общеизвестные измерительные линейки, штангенциркули, электронные весы и секундомеры, которые соответствовали требованиям ГОСТа.

Для измерения влажности почвы был использован сушильный шкаф и электронные весы. Данное измерение производилось в разных слоях почвы.

Для установления температуры воздуха и относительной ее влажности, был использован термометр и гигрометр.

Тарировка приборов и оборудования были проведены до проведения экспериментальных исследований и после их завершения в трёхкратной повторности.

«Измерение агротехнических показателей процесса (глубина посева семян, высева удобрений, расстояние между гнёздами, гребнистость поля, глубина борозды и т.д.), энергетических параметров МТА (часовой расход топлива, тяговое сопротивление посевного агрегата, скорость его движения), топливно-энергетических затрат (расход семян, минеральных удобрений) и другие показатели процесса, их обработка, обобщение и оценка производились по методикам, изложенным в работах» [2, 33, 34, 41, 42, 48].

Одним из важных энергетических показателей является расход топлива во время выполнения технологического процесса. Для установления данного показателя использовался современный измерительный прибор DFM-100AK производства Республики Беларусь. Отличительным особенностям данного прибора является то, что она имеет возможность через интернет и GPS навигатор определять точный расход топлива в режиме реального времени работы посевного агрегата, его погектарный расход топлива, местоположение МТА, составлять карту преодоленного расстояния и затраченного времени.

На рисунке 3.8 показана тарировка расходомера топлива аспирантом Искандаровым И.А. в лабораторных условиях Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.



а)



б)

Рисунок 3.8 - Тарировка расходомера топлива DFM-100AK (а)
и место его установка на тракторе (б): 1 – расходомер топлива DFM-100AK;
2 – ТНВД; 3 – ДВС; 4 – топливный фильтр

На рисунке 3.9 показан процесс определения массы семян хлопчатника до посева.



Рисунок 3.9 – Определение массы семян хлопчатника

Определение массы семян кукурузы показано на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – Определение массы семян кукурузы

На рисунке 3.11 представлен процесс измерения расстояния между борозд.



Рисунок 3.11 – Измерение расстояния между поливными борозд, нарезанных при посеве семян

На рисунке 3.12 показан процесс измерения расстояния между семенами кукурузы.



Рисунок 3.12 – Измерение расстояния между семенами кукурузы в рядке

Измерение глубины нарезанной посевным агрегатом поливной борозды показано на рисунке 3.13.



Рисунок 3.13 – Измерение глубины поливной борозды

На рисунке 3.14 представлен процесс измерения глубины заделки семян.



Рисунок 3.14 – Измерение глубины заделки семян

Измерение тягового сопротивления агрегата производилось динамометром ДПУ-2.

На рисунке 3.15 показана тарировка динамометра на тарировочном стенде.



Рисунок 3.15 – Тарировка динамометра ДПУ-2 в лабораторных условиях

На рисунке 3.16 представлена фотография процесса измерения «тягового сопротивления посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» методом буксирования» [87].



Рисунок 3.16 – Измерение тягового сопротивления посевного агрегата методом буксирования; 1-динамометр, 2-сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ»

«Для планирования эксперимента используется двухфакторный центральный композиционный план, приведенный в таблице 3.2» [87].

«Таблица 3.2 – Двухфакторный центральный композиционный план» [87]

№ п/п	Независимые факторы		Зависимая переменная
	A ₁	A ₂	
1	+1	+1	B ₁
2	-1	+1	B ₂
3	+1	-1	B ₃
4	-1	-1	B ₄
5	+1	0	B ₅
6	-1	0	B ₆
7	0	+1	B ₇
8	0	-1	B ₈
9	0	0	B ₉

«В таблице 3.2 независимые факторы A₁ и A₂ обозначают скорость передвижения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» V (км/ч) и глубина h (см) посева семян пропашных культур соответственно» [87].

«Уровни варьирования скорости V обработки почвы и глубины обработки h приведены в таблице 3.3» [87].

«Таблица 3.3 – Уровни варьирования исследуемых факторов» [87]

Факторы	Уровни варьирования факторов		
	-1	0	+1
V(A ₁), км/ч	5,4	8,28	11,16
h (A ₂), см	3	5	7

«В качестве независимой переменной B используется среднее тяговое сопротивление R_a универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ»» [87].

Степень рыхления почвы определяется весовым методом или измерением площади, занимаемой соответствующими фракциями почвы в рамке 1x1 м.

Степень рыхления почвы определяют по пробам, отбираемых в четырех точках участка (две - по ходу движения агрегата, две обратно) с площадок 0,25 м²

на глубине обработки не ранее чем через час после прохода агрегата. Отобранные пробы разделяют на фракции, указанные в техническом задании на испытываемую машину. Пробу переносят на специальный комплект решет с диаметрами отверстий, соответствующими размерами фракции почвы. «После просеивания содержимое каждого решета взвешивают с погрешностью не более +/- 50 г и вычисляют массовую долю i -й фракции комков» [87]:

$$\langle P_{ki} = (m_i/m_o) \cdot 100\% \rangle [87] \quad (3.1)$$

где m_i – масса i -фракции в пробе, кг,

m_o – общая масса пробы, кг.

Рельеф поля (степень выравненности поверхности почвы после обработки) измеряется эклиметром. Данные измерений заносим в журнал наблюдений проведения исследований.

«Тяговое сопротивление R_a универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» вычисляется по формуле» [87]:

$$\langle R_a = R_a^o - R_T \rangle [87] \quad (3.2)$$

где R_a^o – общее тяговое сопротивление посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при выполнении технологической операции, кН;

« R_T – тяговое сопротивление трактора при его движении без сеялки (сеялка находится в транспортном положении), кН» [87].

«Эксплуатационно-технологическая оценка работы МТА МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» проводилась в соответствии с ГОСТ Р 52778-2007. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007 и типовой операционной технологии механизированных работ» [87].

В соответствии с Правилами производства механизированных работ проводились измерения и контроль качества работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

3.4.2 Методика обработки опытных данных

В процессе проведения экспериментальных исследований разработанным нами посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» были произведены посев семян: кукурузы сортов «Дилшод» (Республика Таджикистан), «Фаньян Ф-1» (КНР) и хлопчатника сорта «Ария» (Республика Таджикистан).

«Опытные данные обрабатывались по Методике статистической обработки эмпирических данных» [31, 32].

В качестве примера ниже приводим методику определения вероятностно-статистических характеристик тягового сопротивления сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором класса 1,4 МТЗ-80Х.

«Если значение тягового усилия $P_{кр}$ заданы многозначными числами и объем выборки $N \geq 25$, то расчеты производят путем введения новой случайной величины, равной» [138]:

$$\langle P'_{кр} = (P_{кр} - P_{кр0})h^{-1} \rangle [137]; \quad (3.3)$$

«где $P'_{кр}$ – новая случайная величина» [138];

« $P_{кр0}$ – середина средних значений тягового усилия $P_{кр}$ трактора, кН» [138];

« h – интервал (или класс), кН» [138].

«Величина интервала h вычисляется по формуле» [138]:

$$\langle h = \frac{P_{кр \max} - P_{кр \min}}{K - 1} \rangle [138], \text{ кН} \quad (3.4)$$

«где $P_{кр \max}$, $P_{кр \min}$ – соответственно максимальное и минимальное значения тягового усилия трактора, кН; K – число интервалов» [138].

«Остальные вероятностно-статистические оценки энергетических или агротехнических параметров определяются по формулам» [138]:

- «начальные моменты a_1 , a_2 , a_3 и a_4 случайной величины $P_{кр}$ » [138]:

$$\left. \begin{aligned} \langle a_1 &= \sum m_i P'_{кр} / \sum m_i \rangle [137]; \\ \langle a_2 &= \sum m_i (P'_{кр})^2 / \sum m_i \rangle [137]; \\ \langle a_3 &= \sum m_i (P'_{кр})^3 / \sum m_i \rangle [137]; \\ \langle a_4 &= \sum m_i (P'_{кр})^4 / \sum m_i \rangle [137], \end{aligned} \right\} \quad (3.5)$$

«где $\sum m_i$ – сумма эмпирических частот тягового усилия трактора.

- центральные моменты» [112]:

$$\left. \begin{aligned} &\langle m_2 = a_2 - a_1^2 \rangle [112]; \\ &\langle m_3 = a_3 - 3a_1a_2 + 2a_1^3 \rangle [112]; \\ &\langle m_4 = a_4 - 4a_1a_3 + 6a_1^2a_2 - a_1^4 \rangle [112]. \end{aligned} \right\} \quad (3.6)$$

- «среднее значение $\overline{P_{кр}}$ и среднее квадратическое отклонение $-\sigma_p$ тягового усилия» [112]:

$$\left. \begin{aligned} &\langle \overline{P_{кр}} = P_{кpo} + a_1h; \text{ кН} \rangle [112]; \\ &\langle \sigma_p = hm_2^{1/2}; \text{ кН} \rangle [112]. \end{aligned} \right\} \quad (3.7)$$

«Проверка соответствия эмпирического и теоретического распределений тягового усилия производилось по критерию χ^2 , который вычислялся по формуле» [137]:

$$\langle \chi^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(m_i - m'_i)^2}{m'_i} \rangle [137], \quad (3.8)$$

«где N- число интервалов (или классов)» [137].

«Число степеней свободы K равно» [112]:

$$\langle K = N - r - 1 \rangle [112], \quad (3.9)$$

«где r – число параметров распределения, равно $r = 2$ » [112].

«Теоретические частоты m'_i определяются по формуле» [138]:

$$\langle m'_i = h\sigma_p^{-1}\phi(t) \sum_{t=1}^N m_i \rangle [138], \quad (3.10)$$

«Используя табличные данные, приведенные в методике, определяется вероятность согласия $P(\chi^2)$. Если $P(\chi^2) > 0,05$, то это свидетельствует о том, что распределения частот исследуемого параметра соответствует нормальному закону (закону Гаусса)» [138].

3.4.3 Оценка погрешностей измерений

Для контроля технологическим процессом нужно иметь данные о характеристиках и состояниях, которые выполняются во время процесса.

«В результате большого числа случайных и детерминированных факторов, возникающих в процессе изготовления, хранения и эксплуатации средств измерений, показания измерительных приборов отличаются от истинных значений измеряемых величин. Эти отклонения определяют погрешность измерительных средств» [146].

«Приборы широко используют для измерения размеров, учета продукции, контроля и регулирования технологических параметров и характеристик процессов в различных отраслях и сферах сельскохозяйственного производства. Без приборов, без средств измерения невозможно обеспечить высокое качество и надежность выпускаемой продукции» [2, 146].

Измерительные приборы обладают высокой точностью измерения, но они все же имеют небольшую погрешность. В зависимости от типа измерительного прибора погрешность варьируется по-разному. Таким образом для более объективного выполнения экспериментальных исследований необходимо учесть погрешность измерительных приборов и оборудования.

«В зависимости от формы числового выражения различают абсолютные, относительные и приведенные погрешности» [146].

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» [146].

«Абсолютная погрешность оценивает точность прибора только в одной точке диапазона измерений и выражается в единицах измеряемой величины» [146]:

$$\langle \Delta_n = X_n - X_d \rangle [146], \quad (3.11)$$

«где X_n – показания прибора; X_d – действительное значение измеряемой величины» [146].

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» [146]:

$$\delta_n = \pm \frac{A_n}{X_n} 100 \quad (3.12)$$

«Приведенная погрешность измерительного прибора γ – это отношение абсолютной погрешности к нормирующему значению. Она характеризует точность измерительного прибора по всему диапазону измерений» [146].

«Приведенную погрешность (%) выражают как» [146]:

$$\langle \gamma = \pm \frac{A_n}{X_N} 100 \rangle [146] \quad (3.13)$$

«где X_N – условно принятое значение, равное верхнему пределу измерений или диапазону измерений, или длине шкалы» [146].

«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, 45, 146].

«Вычисление среднего арифметического исправленных результатов наблюдений. Среднее арифметическое \bar{X} из полученных при измерении отдельных единичных наблюдений вычисляют по формуле» [45, 106]:

$$\langle \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \rangle [45] \quad (3.14)$$

«где X_i – результат наблюдения; n – число единичных наблюдений» [45, 106].

«Оценка среднего квадратического отклонения результата наблюдения и измерения. Среднее квадратическое отклонение S результата единичного наблюдения, взятого из совокупности таких измерений, вычисляют по формуле» [45, 106]:

$$\langle S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \rangle [45, 106], \quad (3.15)$$

«где X_i – i -й результат наблюдения [106]»;

« \bar{X} – среднее арифметическое исправленных результатов наблюдений (результат измерения)» [106];

« n – число наблюдений» [45, 106].

«При измерении глубины обработки почвы и глубины посева семян зерновых культур дискретным методом ошибка не превышала $\pm 1,5\%$ » [106].

«При измерении нормы внесения удобрения, погрешность находилась в пределе $\pm 2,0\%$ » [106].

«При измерении расхода топлива расходомером топлива ДРТ – ЛСХИ погрешность составила $\pm 1,5\%$ » [106].

«Ошибка обработки опытных данных равнялась $\pm 0,5\%$ » [106].

«Суммарная погрешность при измерении энергетических и агротехнических параметров, а также обработки опытных данных не превышала допустимого уровня (5%)» [106].

Оценку точности измерений проводим в результате математической обработки результатов эксперимента, методика которого состоит из следующих этапов:

1) опыт воспроизводится несколько раз и затем рассчитывается среднее арифметическое значение по формуле:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (3.16)$$

где: \bar{X} - среднее арифметическое значение; n – число измерений.

2) отклонение результата любого опыта от среднего арифметического можно представить как разность $x_i - \bar{x}$. Для характеристики этой изменчивости используется дисперсия:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (3.17)$$

вычисление наибольшей возможной ошибки измерений $\Delta = 3\sigma$.

3) среднеквадратичная погрешность измерений:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (3.18)$$

4) граница доверительного интервала (m):

$$\Delta X = \pm tS, \quad (3.19)$$

где: t - коэффициент Стьюдента,

S - среднеквадратичная погрешность измерений.

5) относительная погрешность результатов измерений:

$$E = \frac{\Delta X}{x} 100 \quad (3.20)$$

«При обработки экспериментальных данных установлена статистическая стандартная ошибка среднего значения эксплуатационных параметров и показателей качества процесса по формуле» [31]:

$$S_y = \sigma_y / \sqrt{n}, \quad (3.21)$$

где σ_y – «среднее квадратическое отклонение (стандартное отклонение) параметра или показателя» [31]; « n – объём выборки» [31].

«Стандартная ошибка S_y выборочного среднего значения варьировалась в пределах» [89]:

- «тяговое сопротивление посевного агрегата 0,01324 – 0,01581 кН» [89];
- «скорости движения посевного агрегата 0,015 – 0,028 м/с» [89];
- «глубины посева семян 0,038-0,041 см» [89].

3.5 Выводы по разделу 3

1. На основе разработанных теоретических основ повышения эффективности функционирования агрегатов для посева пропашных культур, разработана программа эксперимента, описывающая последовательность действий при исследовании работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» в процессе выполнения технологического процесса.

2. В качестве объекта исследований были выбраны технологический процесс посева семян пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений и универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ». Предметом исследований являлись закономерности изменения эксплуатационных показателей, совершенствование конструктивно-технологических параметров посевного агрегата для посева семян пропашных культур.

3. На основании анализа конструкции пропашных сеялок, применяемых в производстве, а также проведенных экспериментальных исследований был предложен усовершенствованный экспериментальный образец пропашной сеялки. Предложенный вариант пропашной сеялки включает в себя туковысевающий аппарат для внесения минеральных удобрений, новые окучники, новые прикатывающие прижимные катки с прижимными пружинами, прижимные пружины на сошники и загортачи с пружинами для предотвращения его деформации.

4. Для измерения энергетических параметров и показателей качества процесса использованы современные измерительные приборы и оборудования, в частности, расходомер топлива DFM-100AK и пенетрометр DICKEY-John.

4 Анализ и обобщение результатов экспериментальных исследований

«В результате обработки данных, полученных в процессе экспериментов, чтобы учесть случайные факторы при обосновании рациональных (или оптимальных) параметров и режимов работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», необходимо установить вероятностно-статистические оценки эксплуатационных показателей (среднее значение, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации)» [87-88].

Для определения вероятностно-статистических характеристик основных параметров посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», а также выбранных показателей качества его работы был выбран теоретический закон частотного распределения (закон Гаусса).

Так же на основе диаграммы распределений были определены оптимальные диапазоны скоростей для принятых показателей качеств со 100%, 95% и 90% вероятностью выполнения качества работ посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

4.1 Вероятностно-статистический анализ эксплуатационных показателей посевного агрегата

«В качестве эксплуатационных показателей агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур рассмотрим тяговое сопротивление, производительность за 1 час сменного времени, погектарный расход топлива, ширину стыковых междурядий, глубина посева семян и высева минеральных удобрений, расстояние между семенами в ряду и глубину поливных борозд» [87-88].

Анализ и обобщение экспериментальных данных показал, что эмпирические зависимости эксплуатационных показателей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», «которые приведены ниже, хорошо согласуются с теоретическим законом, что подтверждает достоверность проведенных экспериментальных исследований. Вероятность согласия $P(\chi^2)$ находилась в пределах 0,36-0,78» [87].

4.1.1 Вероятностно-статистические закономерности изменения показателей качества работы посевного агрегата

Глубина заделки семян кукурузы на зерно. В процессе экспериментов были проведены измерения глубины заделки семян в трех скоростных режимах при выполнении технологического процесса посева семян кукурузы на зерно посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

В качестве примера в таблице 4.1 приведены вероятностно-статистические характеристики глубины посева семян кукурузы на зерно посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

Таблица 4.1 – Вероятностно-статистические характеристики глубины посева семян кукурузы на зерно посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

Скорость движения V_p , м/с	Среднее значение глубины заделки семян $\bar{h}_{см}$, см	Стандартное отклонение глубины посева семян σ_h , см	Мера рассеяния глубины посева семян ν_h , %
1,5	4,50	0,147	3,27
2,3	4,11	0,334	8,13
3,1	3,85	0,443	11,52

С повышением скоростного режима работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» наблюдается изменение вероятностно-статистических характеристик глубины посева семян.

«Эксперименты показали, что с увеличением скорости движения посевного агрегата от 1,5 до 3,1 м/с среднее значение глубины заделки семян уменьшается от 4,5 до 3,85 см. При этом стандартное отклонение (средне квадратическое отклонение) и мера рассеяния (коэффициент вариации) глубины заделки семян соответственно увеличиваются от 0,147 до 0,443 см, то есть от 3,27% до 11,52 %» [88].

На рисунке 4.1 представлены закономерности изменения глубины посева семян кукурузы на зерно от скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при различных скоростях его движения.

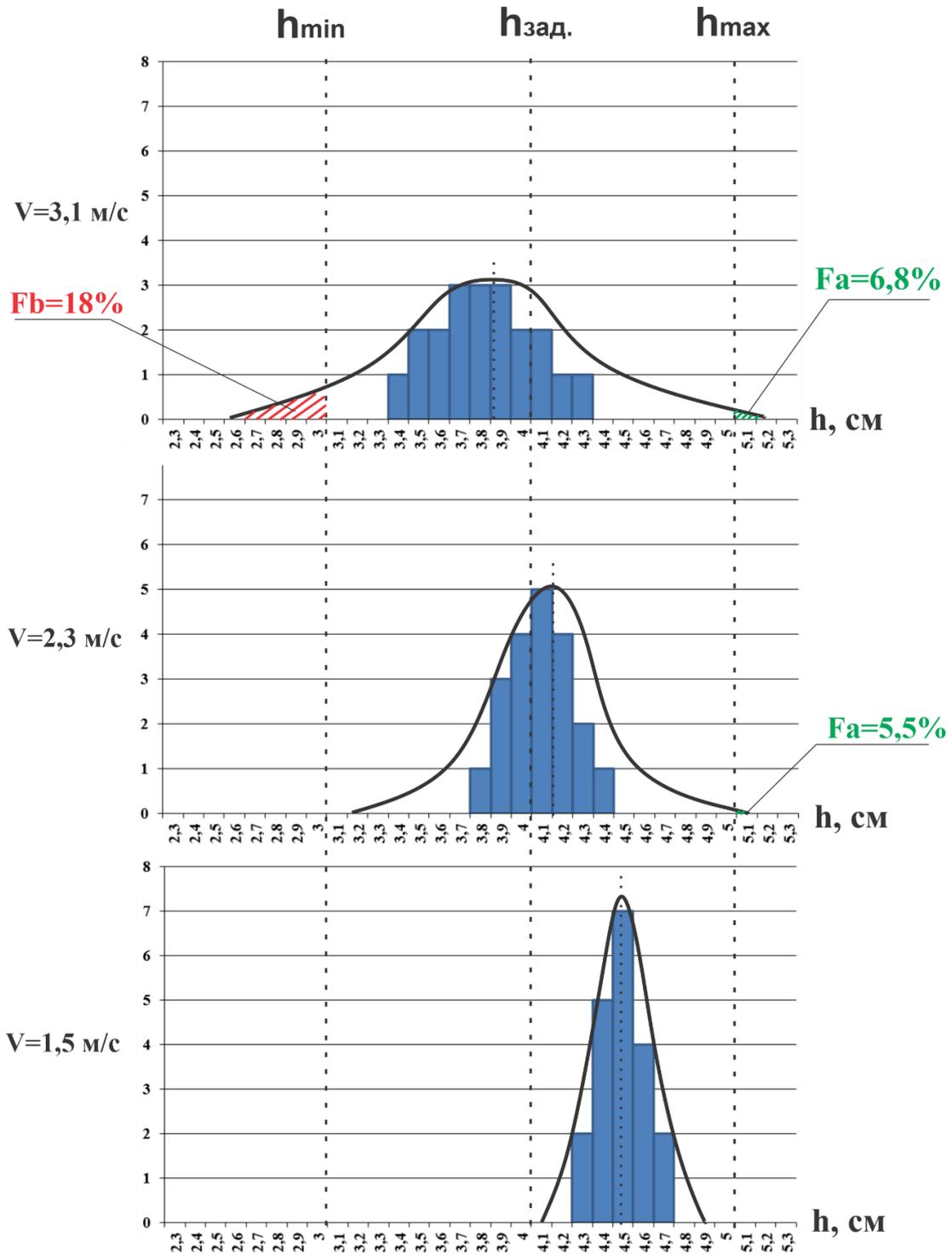


Рисунок 4.1 – Плотность распределения вероятностей глубины посева семян кукурузы на зерно от скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

На рисунке 4.2 приведены плотности распределения глубины посева семян кукурузы на зерно при различных скоростях движения посевного агрегата.

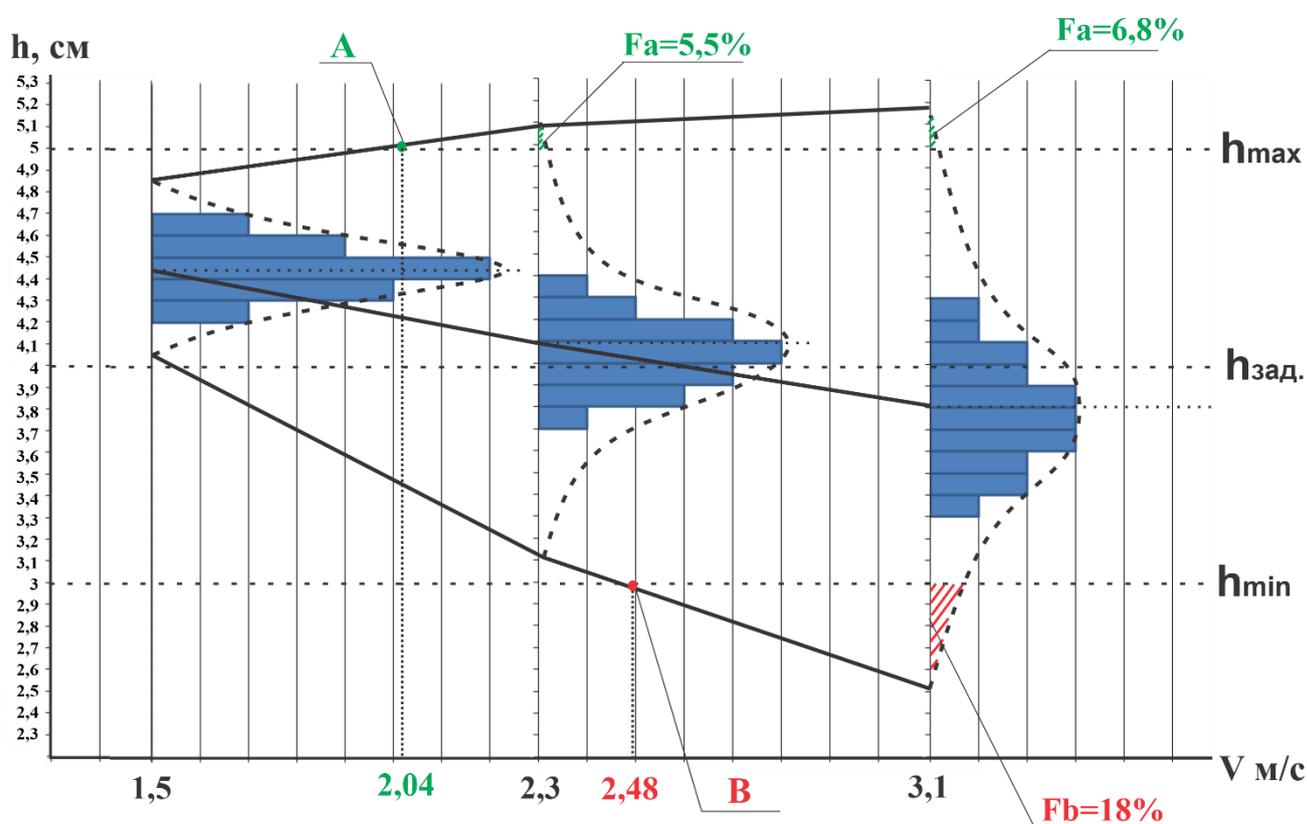


Рисунок 4.2 – Плотность распределения глубины посева семян кукурузы на зерно при работе посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

Из рисунка 4.2 следует, что при увеличении скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» среднее значение глубины семян плавно уменьшается. При скорости движения посевного агрегата 1,5 м/с показатели качества не выходят за рамки допустимых значений агротехнических норм. При рабочей скорости 2,3 м/с наблюдаются выброс по показателю качества глубина посева семян до $F_a=5,5\%$ выше максимально допустимой нормы. Так же при скорости 3,1 м/с наблюдаются выбросы за допуски минимальных и максимальных значений агротехнических норм, которые составляют $F_b=18\%$ и $F_a=6,8\%$ соответственно. Точки А и В указывают на минимальное и максимальное значение диапазона скоростей для 100% вероятности показателя качества

глубины посева семян кукурузы на зерно, которые соответствуют от 2,04 м/с до 2,48 м/с.

Общей статистической закономерностью с повышением скоростного режима работы посевного агрегата является увеличение параметров распределения глубины посева семян.

Глубина заделки минеральных удобрений. При проведении исследования работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» были проведены измерения глубины заделки минеральных удобрений.

В таблице 4.2 приведены вероятностно-статистические характеристики глубины заделки минеральных удобрений посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

Таблица 4.2 - Вероятностно-статистические характеристики глубины заделки минеральных удобрений посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

Скорость движения V_p , м/с	Среднее значение глубины заделки удобрений $\bar{h}_{уд}$, см	Среднее квадратическое отклонение глубины заделки удобрений $\sigma_{h_{уд}}$, см	Коэффициент вариации глубины заделки удобрений $\nu_{h_{уд}}$, %
1,5	15,0	0,469	3,13
2,3	14,31	1,037	7,25
3,1	13,15	1,297	9,86

«Так, при повышении скоростного режима посевного агрегата от 1,5 до 3,1 м/с среднее значение глубины заделки удобрений уменьшается от 15,0 см до 13,15 см. При этом среднее квадратическое отклонение глубины заделки удобрений увеличивается от 0,469 см до 1,297 см. Также наблюдается увеличение коэффициента вариации глубины заделки удобрений от 3,13 до 9,86 %» [88].

На основе обработки и обобщения экспериментальных данных были построены графики плотности распределения вероятностей глубины заделки минеральных удобрений при различных скоростях его движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» (рисунок 4.3).

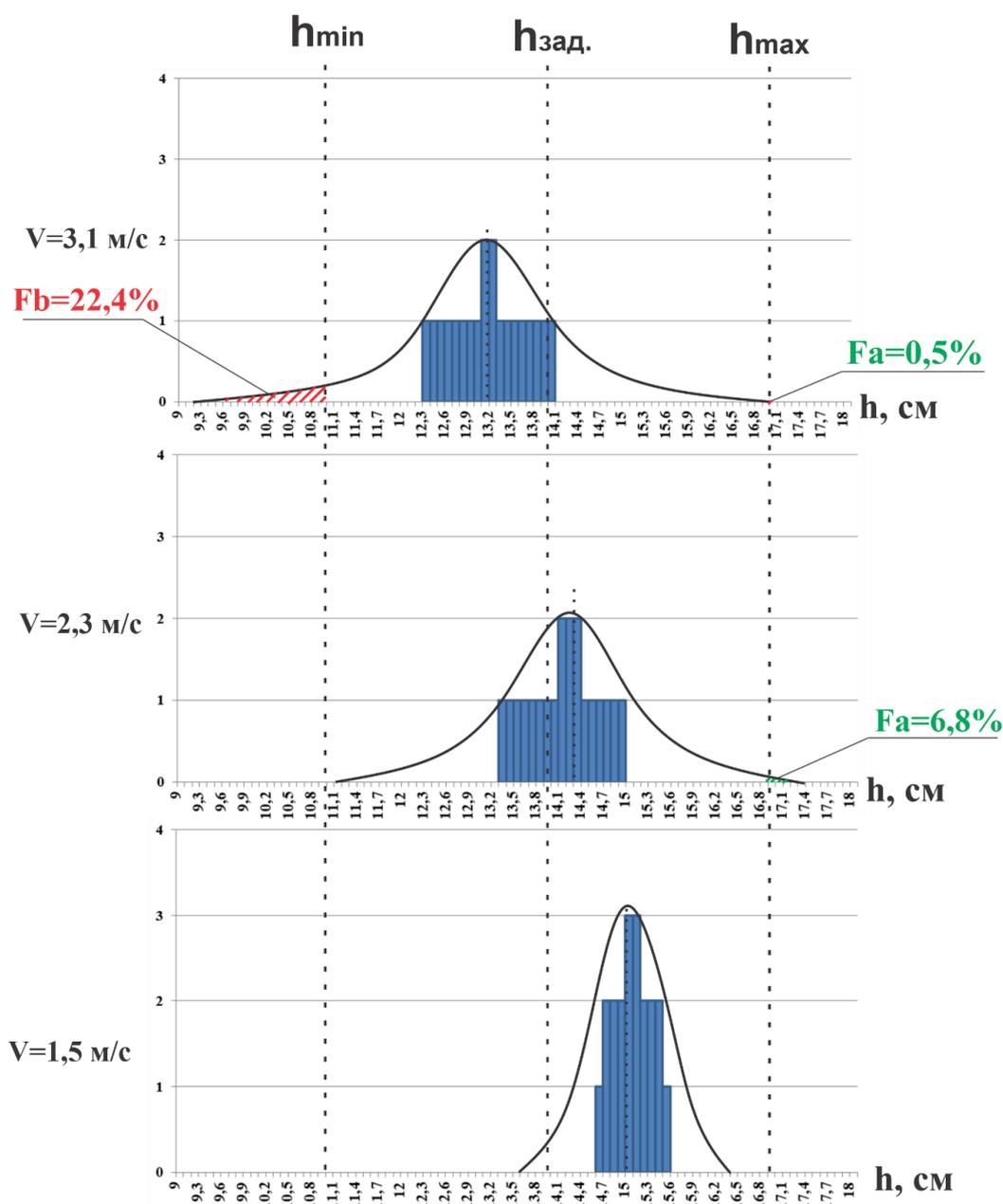
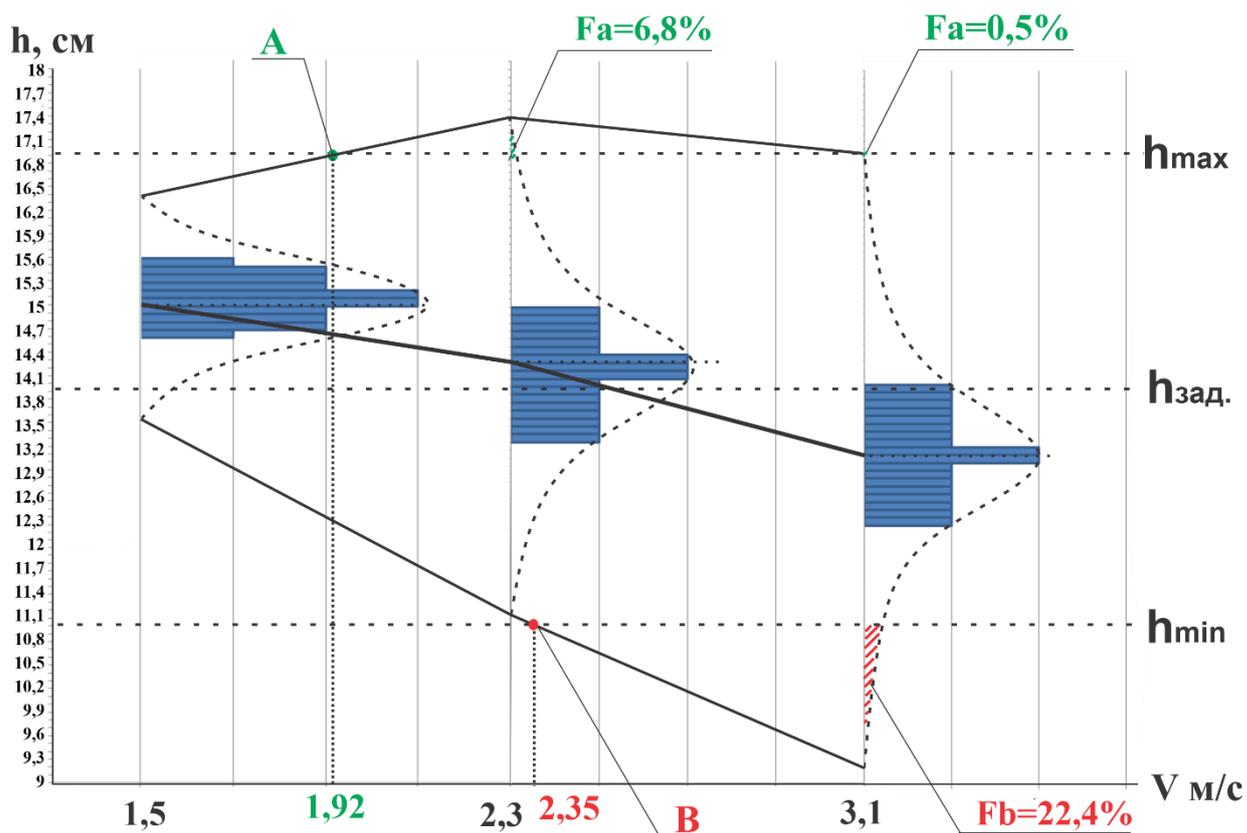


Рисунок 4.3 – Законы распределения глубины заделки минеральных удобрений при работе посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

«Опытные данные (таблица 4.2) и зависимости (рисунок 4.3) свидетельствуют, что вероятностно-статистические характеристики глубины заделки минеральных удобрений не остаются постоянными при изменении скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [88].

На рисунке 4.4 приведены плотности распределения вероятностей глубины посева семян кукурузы на зерно при различных скоростях движения посевного агрегата.



«Рисунок 4.4 – Плотности распределения вероятностей глубины заделки минеральных удобрений при различных скоростях движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [87]

Экспериментальные данные свидетельствуют, что при увеличении скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» среднее значение глубины заделки минеральных удобрений уменьшается (рисунок 4.4). При скорости движения посевного агрегата 1,5 м/с показатели качества соответствуют агротехническим требованиям. При скорости 2,3 м/с показатель качества глубины заделки минеральных удобрений отклоняется от максимально допустимого значения на $F_a=6,8\%$. А при скорости движения посевного агрегата 3,1 м/с, отклонение глубины заделки минеральных удобрений превышает допустимую норму для минимального, так и максимального значения на $F_a=0,5\%$ и $F_b=22,4\%$ соответственно. Точки А и В указывают на минимальное и максимальное значение диапазона скоростей для 100% вероятности показателя качества

глубины заделки минеральных удобрений, которые составляют от 1,92 м/с до 2,35 м/с соответственно.

Из приведенного графика на рисунке 4.4 определено, что при увеличении скорости посевного агрегата заделка минеральных удобрений будет выполняться не равномерно и выходить за рамки принятого минимального и максимального значения. С увеличением скорости выше 3,1 м/с наблюдается сильно отклонение только по минимальной выбранной агротехнической нормы, так как при слишком высокой скорости посевной агрегат не способен вносить удобрение в регламентированную глубину.

Расстояние между семями. При исследовании работы универсальной комбинированной машины УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором МТЗ-80Х были проведены измерения расстояния между семями. Обработка и обобщение экспериментальных данных позволили установить вероятностно-статистические оценки расстояния между семями, которые приведены в таблице 4.3.

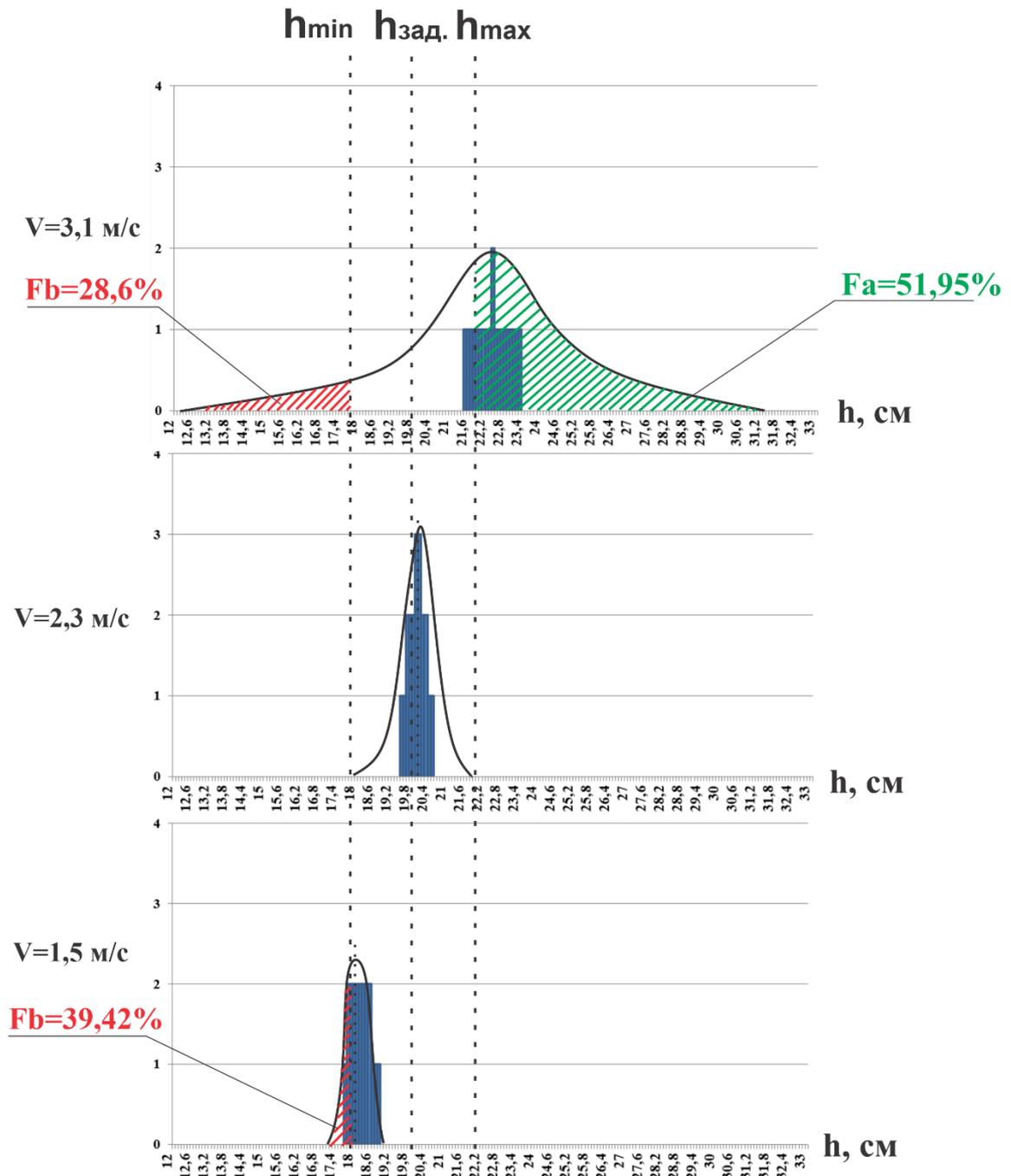
Таблица 4.3 – Вероятностно-статистические характеристики расстояния между семями кукурузы при работе посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

Скорость движения V_p , м/с	Расстояние между семями (среднее) \bar{l}_c , см	Стандартное отклонение расстояния между семями σ_{l_c} , см	Мера рассеяния расстояния между семями ν_{l_c} , %
1,5	18,2	0,315	1,73
2,3	20,0	0,640	3,20
3,1	22,4	3,427	15,3

«Экспериментально установлено, что на повышенных скоростных режимах работы посевного агрегата происходит увеличение среднего значения, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации расстояния между семями. Так, при повышении скорости посевного агрегата от 1,5 до 3,1 м/с среднее значение расстояния между семями \bar{l}_c увеличилось от 18,2 см до 22,4 см. При этом стандартное отклонение расстояния между семями σ_{l_c} увеличилось от 0,315 до 3,42

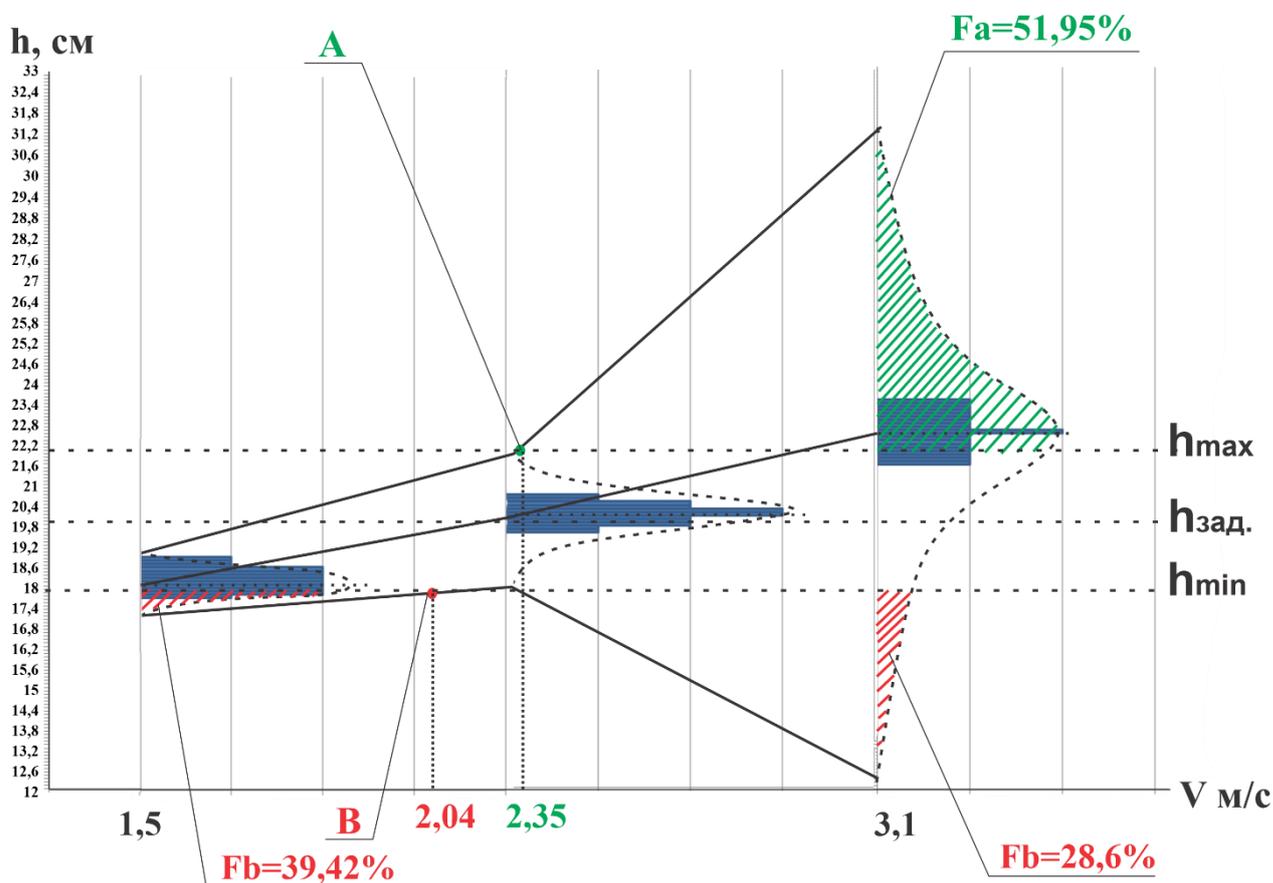
см. Также наблюдается увеличение мера рассеяния расстояния между семян от 1,73% до 15,3%» [88].

С изменением скоростного режима работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» (рисунок 4.5) наблюдалось существенное изменение среднего значения, стандартного отклонения и меры рассеяния расстояния между семян кукурузы.



«Рисунок 4.5 – Плотность распределения вероятностей расстояния между семян кукурузы при работе посевного агрегата» [87]

Основываясь на полученные данные в ходе проведенных исследований нами была построена диаграмма для представления закона распределения расстояния между семян кукурузы от скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» (рисунок 4.6).



«Рисунок 4.6 – Законы распределения расстояния между семян кукурузы при работе посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [87]

Установленные закономерности свидетельствуют, что при повышении скоростного режима посевного агрегата расстояние между семян кукурузы сначала приближается к норме, но потом сильно отклоняется от агротехнической нормы. При скорости движения посевного агрегата 1,5 м/с значения показателя качества процесса выходит за предел допустимого минимального значения на $F_b = 39,42\%$. При скорости 2,3 м/с расстояние между семенами не выходит за рамки агротехнических норм, а при 3,1 м/с наблюдаются резкие выбросы по минимальным $F_b = 28,6\%$, так и по максимальным $F_a = 51,95\%$ значениям норм

агротехники. Точки А и В указывают на минимальное и максимальное значение диапазона скоростей для 100% вероятности показателя качества расстояния между семями, которые соответствуют от 2,04 м/с до 2,35 м/с.

Исходя от выше приведенных данных можно утверждать, что с повышением рабочей скорости посевного агрегата происходит изменение центра распределения и характеристик рассеяния расстояния между семенами.

Глубина нарезки поливных борозд. В процессе экспериментальных исследований были проведены измерения глубины нарезки поливных борозд.

В таблице 4.4 приведены вероятностно-статистические характеристики глубины нарезки поливных борозд посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

Таблица 4.4 - Вероятностно-статистические глубины нарезки поливных борозд посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

Скорость движения V_p , м/с	Среднее значение $\bar{h}_{\text{бор}}$, см	Стандартное отклонение $\sigma_{h_{\text{бор}}}$, см	Мера рассеяния, $\nu_{h_{\text{бор}}}$, %
1,5	8,3	0,201	2,42
2,3	10,2	0,288	2,82
3,1	12	0,388	3,23

Экспериментальные данные, приведенные в таблице 4.4, показывают, что вероятностно-статистические оценки глубины нарезки поливных борозд при изменении скорости движения посевного агрегата изменяются в широких пределах.

Так, при повышении скоростного режима посевного агрегата от 1,5 до 3,1 м/с глубина поливных борозд увеличивается от 8,3 см до 12,0 см, соответственно стандартное отклонение и мера рассеяния тоже увеличиваются от 0,201 см до 0,388 см и составляет от 2,42% до 3,23 % соответственно.

«На рисунке 4.7 представлены плотности распределения вероятностей глубины нарезки поливных борозд при различных скоростях движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [88].

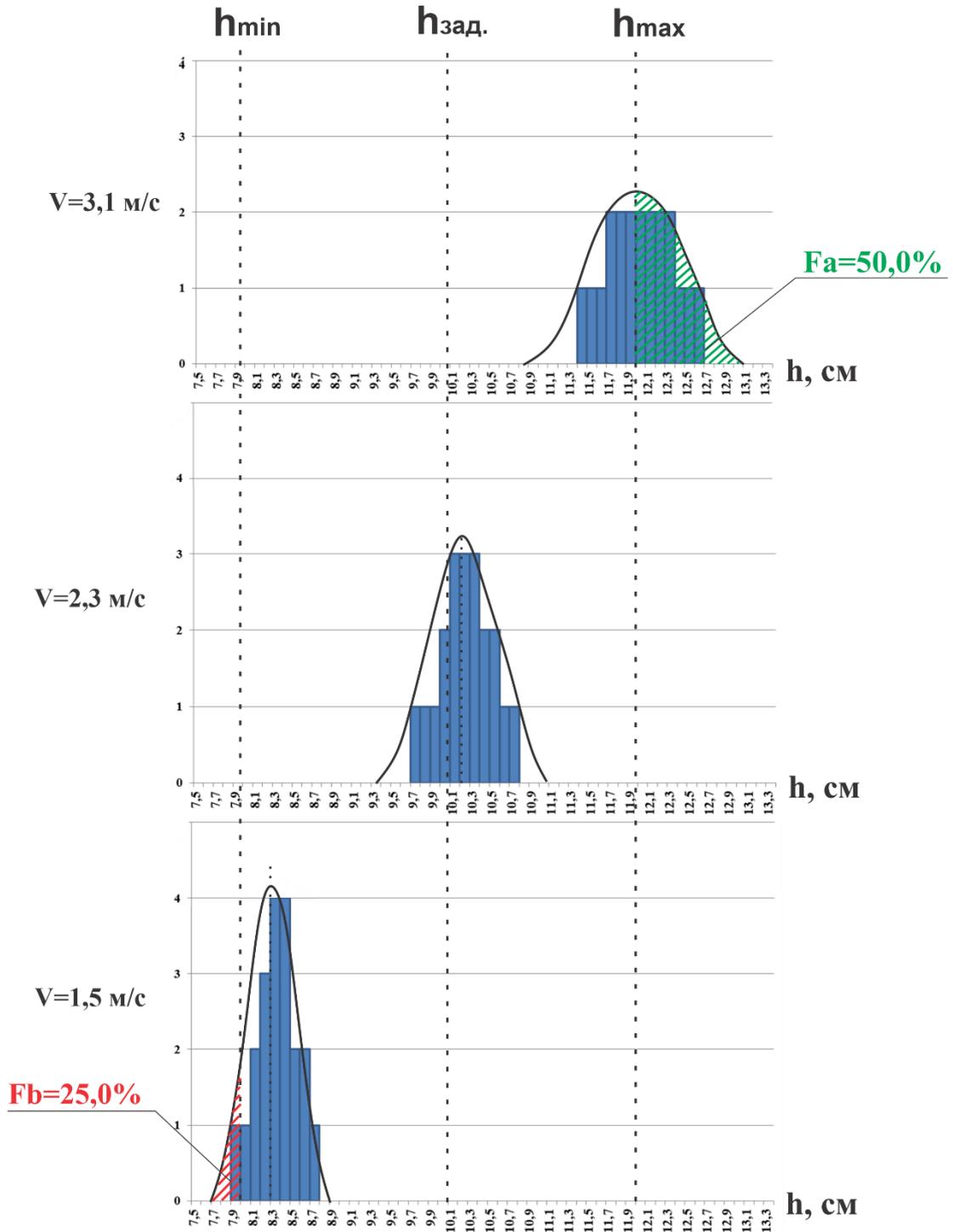


Рисунок 4.7 – Плотность распределения глубины нарезки поливных борозд при различных скоростях движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

На основе закона распределения (рисунок 4.8) строится модель глубины нарезки поливных борозд от скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

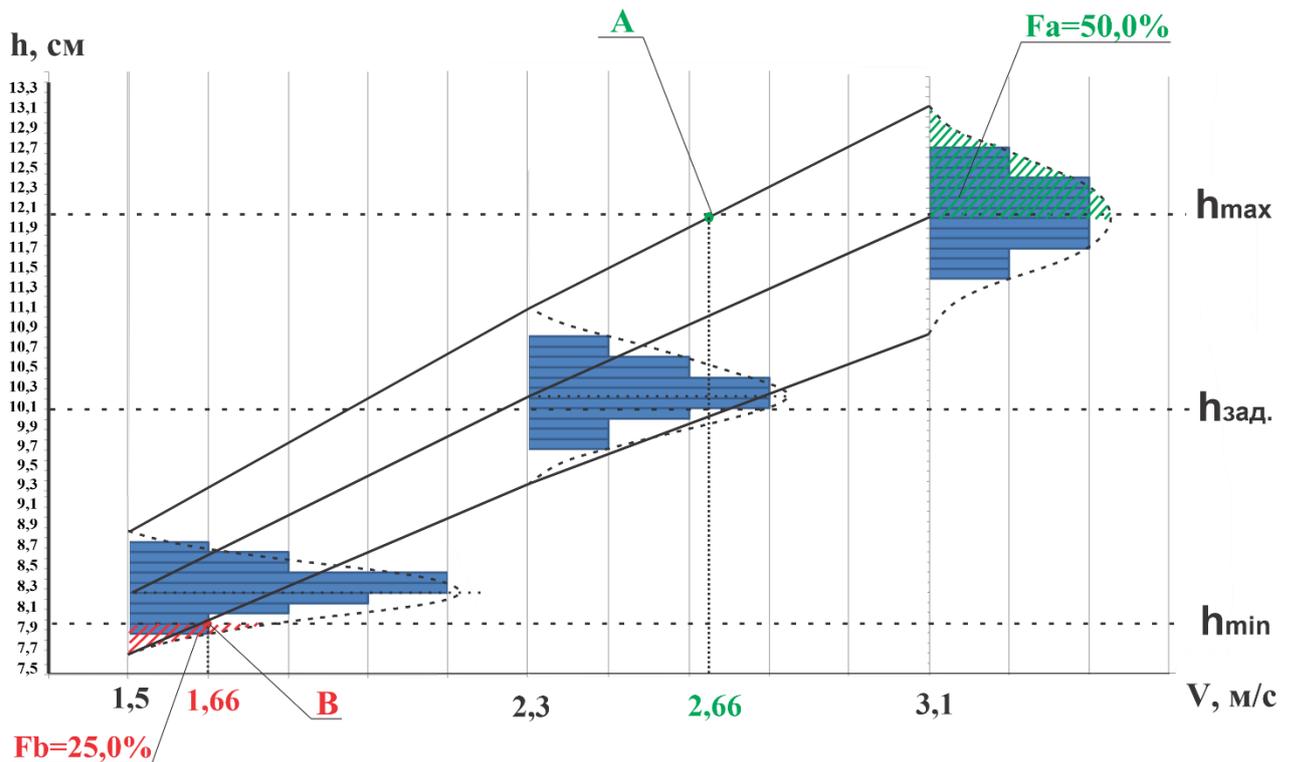


Рисунок 4.8 – «Графическая модель глубины нарезки полевых борозд для обоснования оптимальной скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [87]

Из рисунка 4.8 следует, что на различных скоростных режимах работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» глубина нарезки полевых борозд не остается постоянным. При скорости движения посевного агрегата 1,5 м/с показатель качества отклоняется на $F_b=25,0\%$ от минимального значения агротехнических норм. При скорости 2,3 м/с показатель качества соответствует заданным нормам. Но при скорости 3,1 м/с наблюдается резкое увеличение рассеяния данного параметра до $F_a=50,0\%$ от максимально принятой нормы. Точки А и В указывают на минимальное и максимальное значение диапазона скоростей для 100% вероятности показателя качества глубины заделки минеральных удобрений, которые соответствуют от 1,66 м/с до 2,66 м/с.

Экспериментально установлено, что с увеличением скорости посевного агрегата значение глубины нарезки полевых борозд сначала достигает нормы, но

потом с повышением скоростного режима МТА до 3,1 м/с резко выходит за допустимыми агротехническими требованиями значения.

Ширина стыкового междурядья. В процессе проведения экспериментальных исследований были проведены измерения по определению ширины стыкового междурядья во время выполнения технологического процесса посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

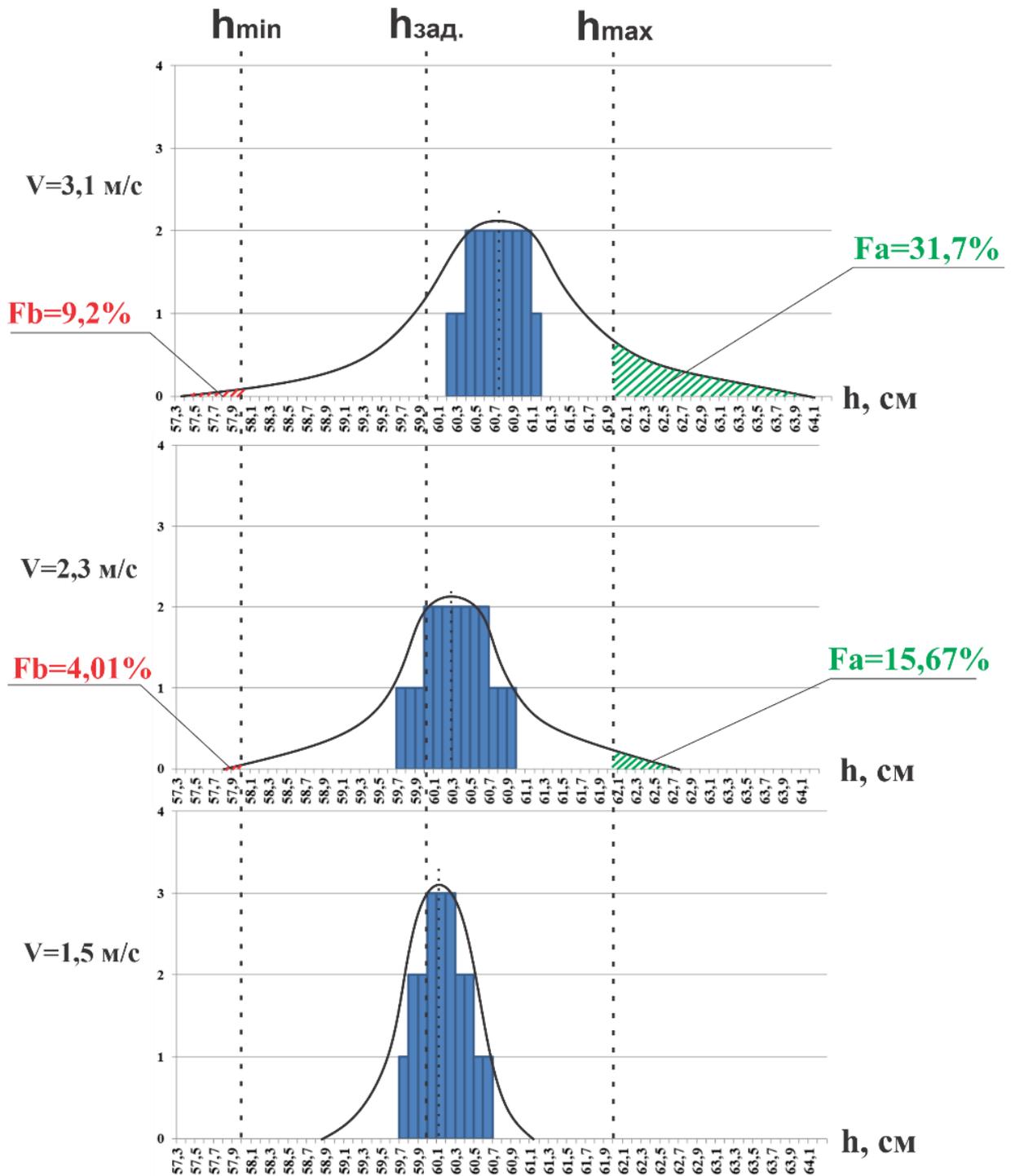
В таблице 4.5 приведены вероятностно-статистические характеристики ширины стыкового междурядья при посеве семян хлопчатника выполненного посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

Таблица 4.5 – Вероятностно-статистические характеристики ширины стыкового междурядья при посеве семян хлопчатника посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

Скорость движения V_p , м/с	Среднее значение ширины стыкового междурядья $\bar{b}_{см}$, см	Среднее квадратическое отклонение ширины стыкового междурядья σ_b , см	Коэффициент вариации ширины стыкового междурядья ν_b , %
1,5	60,13	0,42	0,70
2,3	60,29	0,83	1,38
3,1	60,75	1,13	1,86

Экспериментально установлено, что с изменением скоростного режима работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» вероятностно-статистические характеристики ширины стыкового междурядья изменяются в допустимых пределах. При повышении скорости движения посевного агрегата от 1,5 до 3,1 м/с среднее значение ширины стыкового междурядья увеличивается от 60,13 до 60,75 см, а среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации соответственно возрастают от 0,42 см до 1,3 см и от 0,7% до 1,86 %.

«На рисунке 4.9 представлены плотности распределения вероятностей ширины стыкового междурядья при различных скоростях движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [87].



«Рисунок 4.9 – Плотности распределения вероятностей ширины стыкового междурядья от скорости движения посевного агрегата

МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [88]

На основе графика (рисунок 4.10) графическая модель ширины стыкового междурядья для выбора оптимальной скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

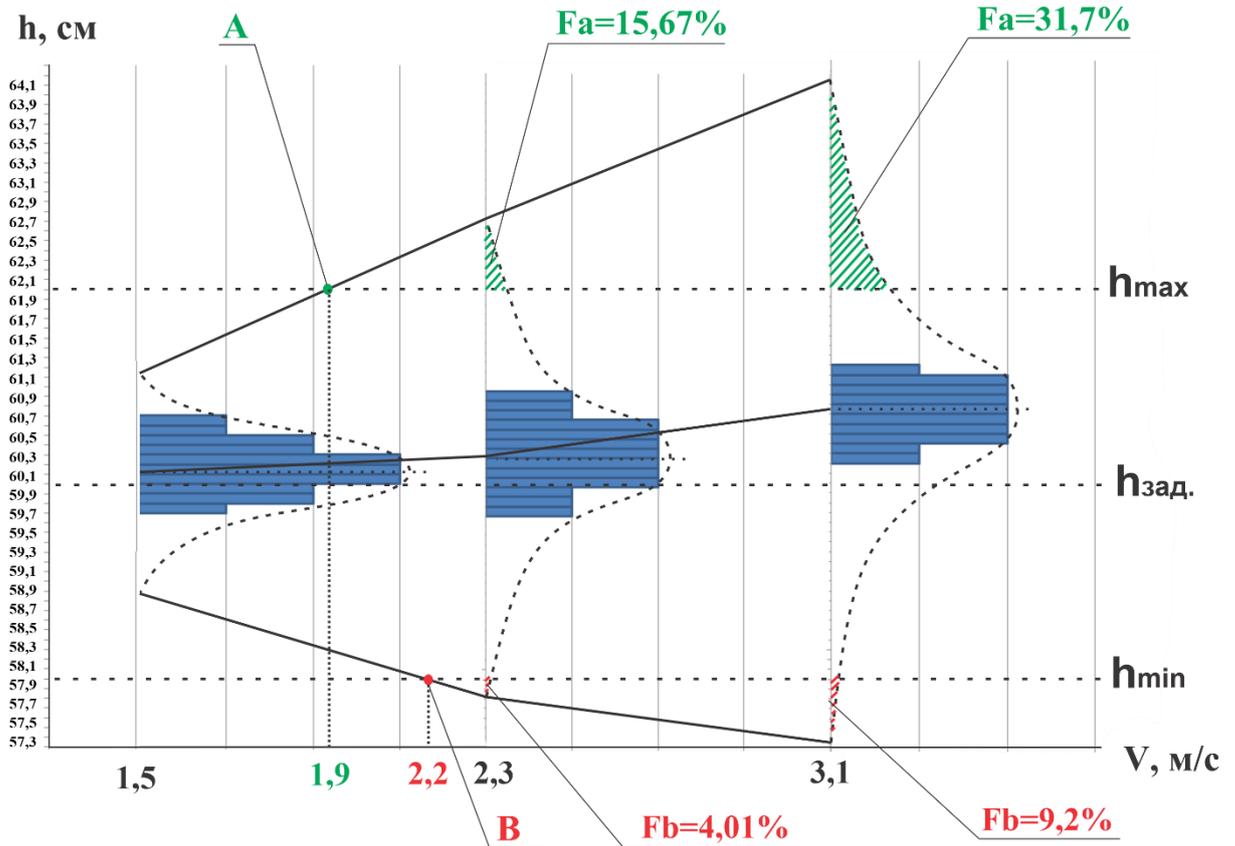


Рисунок 4.10 – Графическая модель ширины стыкового междурядья при различных скоростях движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

Графическая модель (рисунок 4.10) наглядно показывает, что при повышении скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» характеристики рассеяния ширины стыковых междурядий увеличиваются. Так при скорости 1,5 м/с показатель качества находится в пределах нормы, далее с увеличением скорости до 2,3 м/с видны выбросы по минимальным $F_b=4,01\%$, так и по максимальным $F_a=15,67\%$ значениям агротехнических норм. При скорости движения посевного агрегата 3,1 м/с наблюдается значительное изменение вероятностно-статистических характеристик рассмотренного показателя, которые соответствуют $F_b=9,2\%$ и $F_a=31,7\%$ для минимального и максимального допустимого значения. Точки А и В указывают на минимальное и максимальное значение диапазона скоростей для 100% вероятности показателя качества ширины стыковых междурядий, которые соответствуют от 1,9 м/с до 2,2 м/с.

Исходя из выше указанных данных можно утверждать, что показатель качества ширины стыковых междурядий при скорости 1,5 м/с находясь в

пределах нормы начинает снижаться при увеличении скорости посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» и отклоняется как по минимальным, так и по максимальным принятым значениям агротехнических норм.

На основе плотности распределения качества глубины посева семян, глубины высева минеральных удобрений, ширины между семями, глубины поливных борозд, ширины стыкового междурядья (рисунки 4.2, 4.4, 4.6, 4.8 и 4.10) составлены диаграммы (рисунок 4.11, 4.12 и 4.13), где установлены оптимальные значения скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для соответствия агротехническим требованиям по всем показателям качества.

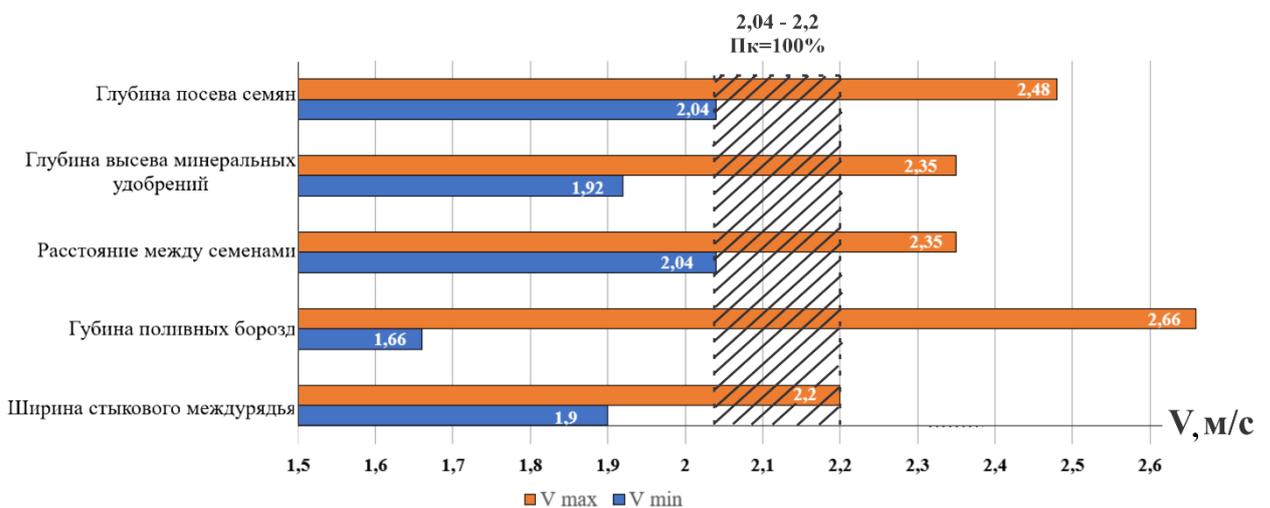


Рисунок 4.11 – Диаграмма для выбора оптимального диапазона скорости посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при 100% показатели качества

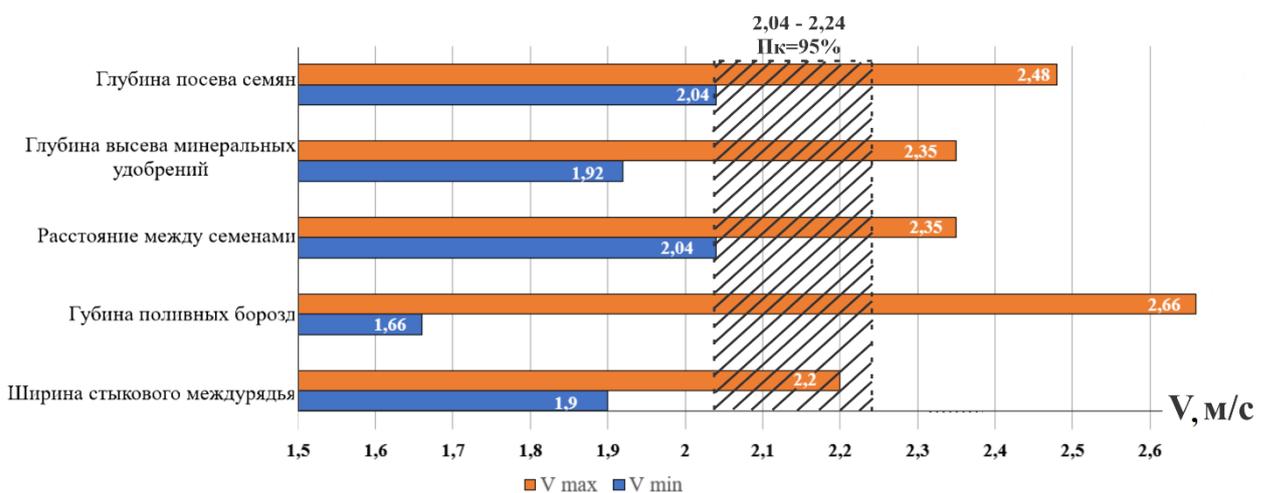


Рисунок 4.12 – Диаграмма для выбора оптимального диапазона скорости посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при 95% показатели качества

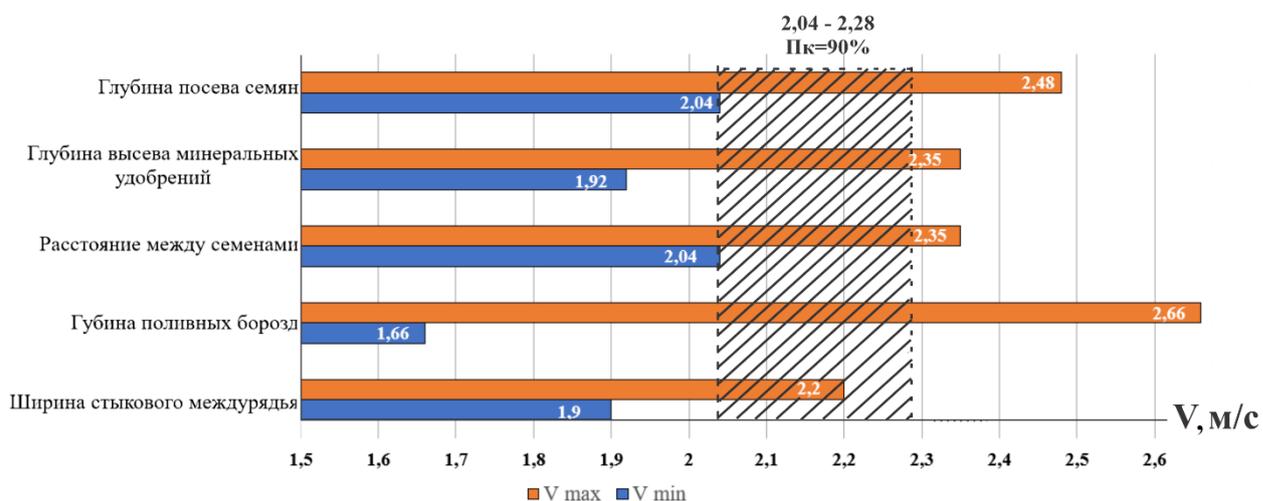


Рисунок 4.13 – Диаграмма для выбора оптимального диапазона скорости посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при 90% показатели качества

Из рисунков 4.11 - 4.13 следует, что при 100% вероятности принятых показателей качества, диапазон оптимальных скоростей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» будут от 2,04 м/с до 2,2 м/с. Для получения большей производительности, если снизить вероятность показателя качества до 95%, то оптимальные скоростные значения будут от 2,04 м/с до 2,24 м/с, а производительность увеличится на 5,5% и будет равна 1,65 га/ч. Так же при снижении вероятности показателя качества до 90%, оптимальные значения скорости будут в диапазоне от 2,04 м/с до 2,28 м/с, что соответственно увеличит производительность до 7,4% и будет равна 1,68 га/ч.

Как видно из рисунка 4.13 при 90% вероятности принятых показателей качества, лишь ширина стыкового междурядья выходит за пределы диапазона оптимальных скоростей. Таким образом можно утверждать, что при необходимости увеличения производительности больше, чем 1,68 га/ч можно увеличить максимальное значение диапазона скорости движения посевного агрегата до 2,35 м/с и получить производительность равную 1,73 га/ч, но с погрешностью только ширины стыкового междурядья больше чем на 15%, а остальные показатели качества (глубина посева семян, глубина высева минеральных удобрений, расстояние между семенами, глубина поливных борозд) выполняются со 100% вероятностью принятых показателей качества.

На основе экспериментальных данных, приведенных в таблиц 4.1 - 4.5 выявлены закономерности изменения вероятностно-статистических оценок показателей оценки качества работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» (таблица 4.6).

«Таблица 4.6 – Эмпирические зависимости вероятностно-статистических характеристик показателей качества при выполнении технологического процесса посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [88]

Вероятностно-статистическая характеристика показателей качества	Единица измерения	Расчётная формула
Среднее значение глубины посева семян	см	$\bar{h}_{\text{см}} = 0,13V_p^2 - 1,03V_p + 5,74$
Среднее значение глубины заделки минеральных удобрений	см	$\bar{h}_{\text{уд}} = -0,27V_p^2 + 0,08V_p + 15,49$
Среднее значение расстояния между семями	см	$\bar{l}_c = 0,47V_p^2 + 0,47V_p + 16,44$
Среднее значение глубины поливных борозд	см	$\bar{h}_{\text{бор}} = 8,3V_p^2 - 29,72V_p + 27,62$
Среднее значение ширины стыкового междурядья	см	$\bar{b}_{\text{см}} = 0,24V_p^2 - 0,71V_p + 60,65$

Эмпирические зависимости, приведенные в таблице 4.6 справедливы в диапазоне изменения рабочих скоростей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» от 1,5 до 3,1 м/с при выполнении технологического процесса на типичных светлых сероземных почвах Гиссарской долины Республики Таджикистан.

4.1.2 Вероятностно-статистические закономерности изменения энергетических параметров посевного агрегата

На основе полученных экспериментальных данных были определены вероятностно-статистические оценки тягового сопротивления R_a универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором МТЗ-80Х, которые приведены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Вероятностно-статистические характеристики тягового сопротивления R_a посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при посеве семян кукурузы на зерно

Скорость движения V_p , м/с	Среднее значение тягового сопротивления R_a , кН	Среднее квадратическое отклонение тягового сопротивления σ_R , кН	Коэффициент вариации тягового сопротивления ν_R , %
1,5	4,36	0,442	10,13
2,3	5,21	0,798	15,31
3,1	7,08	1,363	19,25

Опытные данные свидетельствуют о том, что с повышением скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» от 1,5 до 3,1 м/с среднее значение тягового сопротивления увеличивается от 4,36 кН до 7,08 кН.

С повышением скоростного режима работы посевного агрегата наблюдается от 1,5 до 3,1 м/с наблюдается увеличение среднего квадратического отклонения σ_R тягового сопротивления от 0,442 до 1,363 кН. При этом коэффициент вариации тягового сопротивления ν_R возрастает от 10,13 до 19,25 % [87].

«Производительность агрегата.» На основе данных, полученных в ходе экспериментального исследования, определены статистические характеристики работы универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором МТЗ-80Х, которые приведены в таблице 4.13» [88].

Таблица 4.8 – Вероятностно-статистические характеристики производительности МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при посеве кукурузы на зерно

Скорость движения V_p , м/с	Среднее значение производительности посевного агрегата \bar{W}_q , га/ч	Среднее квадратическое отклонение производительности агрегата σ_W , га/ч	Коэффициент вариации производительности агрегата ν_W , %
1,5	1,1	0,063	6,51
2,3	1,7	0,119	8,16
3,1	2,28	0,247	12,30

С повышением рабочей скорости посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» от 1,5 до 3,1 м/с наблюдалось изменение вероятностно-статистических характеристик производительности. Так, в диапазоне изменения скорости от 1,5 до 3,1 м/с среднее значение \bar{W}_q производительности посевного агрегата увеличилось от 0,97 до 2,10 га/ч.

В указанных пределах изменения скорости среднее квадратическое отклонение σ_W производительности увеличилось от 0,063 до 0,247 га/ч. При этом коэффициент вариации ν_W производительности агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» увеличилось от 6,51 до 12,30 % [87].

Удельный расход топлива. В результате экспериментальных исследований были определены значения расхода топлива на единицу выполненной работы при различных скоростях движения посевного агрегата МТЗ-80Х+ УКС-2,4 «НЦИТМ». В таблице 4.9 приведены среднее значение погектарного расхода топлива на трёх скоростях движения посевного агрегата [90].

Таблица 4.9 - Расход топлива $Q_{га}$ на 1 га при посеве кукурузы на зерно посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

Среднее значение скорости движения V_p , м/с	Расход топлива $Q_{га}$, кг/га
1,5	8,15
2,3	7,10
3,1	6,25

Опытные данные свидетельствуют, что с повышением скорости движения МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» от 1,5 до 3,1 м/с расход топлива на 1 га уменьшается от 8,15 до 6,25 кг.

По данным полученным в результате экспериментальных исследования (таблицы 4,7 - 4,9) построены графические зависимости средних значений тягового сопротивления, производительности и расхода топлива на 1 га в зависимости от скорости движения МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» (рисунок 4.14).

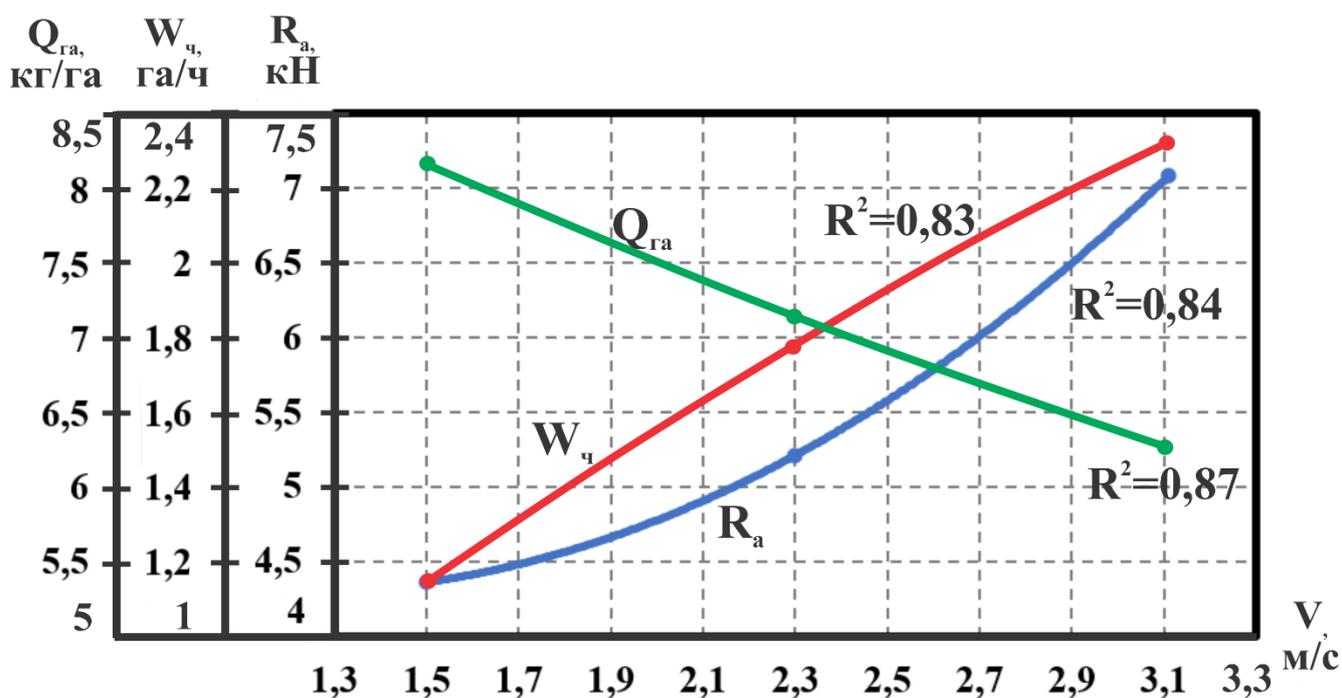


Рисунок 4.14 – Графическая зависимость средних значений тягового сопротивления, производительности и расхода топлива на 1 га в зависимости от скорости движения МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»

На основе полученных данных при проведении экспериментальных исследований (таблицы 4,7 – 4,9) были установлены закономерности изменения вероятностно-статистических характеристик тягового сопротивления, производительности и расхода топлива на 1 га при выполнении технологического процесса посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», которые описываются эмпирическими зависимостями и приведены в таблице 4.10.

«Таблица 4.10 – Эмпирические зависимости эксплуатационно-энергетических параметров при выполнении технологического процесса посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [88]

Средние значения эксплуатационных показателей	Ед. изм.	Эмпирическая зависимость
Тяговое сопротивление	кН	$R_a = 0,77V_p^2 - 1,88V_p + 5,44$
Производительность агрегата	га/ч	$\bar{W}_ч = -0,02V_p^2 + 0,83V_p - 0,1$
Погектарный расхода топлива	кг/га	$Q_{га} = 0,16V_p^2 - 1,93V_p + 10,68$

4.2 Оптимальные режимы работы посевного агрегата

На основе выбранных критериев (раздел 2.2) оптимизации параметров и показателей: максимум качества технологического процесса $P_k \rightarrow \mathit{max}$; максимум производительности МТА $W_q \rightarrow \mathit{max}$ и минимум энергоёмкости технологического процесса $\mathit{E}_i \rightarrow \mathit{min}$ и обобщения опытных данных были обоснованы рациональные режимы работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

Анализ экспериментальных данных (таблицы 4.1 - 4.9), графиков (рисунки 4.1 - 4.14) и эмпирических зависимостей (таблицы 4.6, и 4.10) свидетельствуют, что при 100% вероятности показателя качества посева семян пропашных культур обеспечивается в диапазоне рабочих скоростей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» от 2,04 м/с до 2,2 м/с, а производительность будет от 1,55 га/ч до 1,62 га/ч. Так же, при 95% вероятности показателя качества диапазон рабочих скоростей будет от 2,04 м/с до 2,24 м/с, что обеспечить прирост производительности на 5,5% и будет достигать до 1,65 га/ч. В случаи 90% вероятности показателя качества оптимальные значения скорости будут в диапазоне от 2,04 м/с до 2,28 м/с, что соответственно увеличит производительность до 7,4% и будет равна 1,68 га/ч.

С учётом рационального диапазона скоростей V_p^* от 2,04 м/с до 2,24 м/с использованием выражения (2.28) можно рассчитать рациональные пределы изменения производительности посевного агрегата W_q^* от 1,5 га/ч до 1,68 га/ч.

В данном рациональном диапазоне рабочих скоростей посевного агрегата тяговое сопротивление колеблется в пределах R_a^* от 4,82 кН до 5,18 кН.

При изменении скорости движения посевного агрегата в пределах V_p^* от 2,04 м/с до 2,24 м/с погектарный расход топлива изменяется в диапазоне $Q_{га}^*$ от 7,12 кг/га до 7,42 кг/га.

Энергоёмкость процесса посева семян пропашных культур определили по расчётной формуле (2.17) и (2.29).

Например, при посеве семян хлопчатника сорта «Ария» (при норме посева 27 кг/га, высева удобрений 90 кг/га) посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», энергоёмкость технологического процесса составил:

- при $V_p^* = 2,04$ м/с и производительности $W_q^* = 1,5$ га/ч – 8460,3 МДж/га;
- при $V_p^* = 2,2$ м/с и производительности $W_q^* = 1,63$ га/ч – 8435,5 МДж/га;
- при $V_p^* = 2,24$ м/с и производительности $W_q^* = 1,65$ га/ч – 8431,7 МДж/га;
- при $V_p^* = 2,28$ м/с и производительности $W_q^* = 1,68$ га/ч – 8425,9 МДж/га.

При посеве семян кукурузы сорта «Дилшод» (при норме посева семян 35 кг/га, высева удобрений 66 кг/га) посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», энергоёмкость технологического процесса составил:

- при $V_p^* = 2,04$ м/с и производительности $W_q^* = 1,5$ га/ч – 6417,2 МДж/га;
- при $V_p^* = 2,2$ м/с и производительности $W_q^* = 1,63$ га/ч – 6392,4 МДж/га;
- при $V_p^* = 2,24$ м/с и производительности $W_q^* = 1,65$ га/ч – 6388,57 МДж/га;
- при $V_p^* = 2,28$ м/с и производительности $W_q^* = 1,68$ га/ч – 6382,8 МДж/га.

С учётом сказанного, для лёгкого восприятия содержания рациональных параметров и режимов работы посевного агрегата итоговые результаты исследований можно представить в виде формализованной таблицы 4.11. В данной таблице приведены рациональные значения эксплуатационных показателей агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева пропашных культур для осуществления непрерывного контроля в рассмотренных режимах применительно к типичным светлым серозёмным почвам Гиссарской долины Республики Таджикистан [90].

Из установленных оптимальных значений можно настроить режимы работы посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для получения желаемого результата во время выполнения технологического процесса пропашных культур.

«Таблица 4.11 – Рациональные параметры и режимы функционирования
посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»» [88]

Параметр или показатель	Значения при $P_k=100\%$	Значения при $P_k=95\%$	Значения при $P_k=90\%$
Скорость движения V_p^* (рабочие передачи IV и V), м/с	2,04 – 2,2	2,04 – 2,24	2,04 – 2,28
Тяговое сопротивление R_a^* , кН	4,82-5,05	4,82-5,11	4,82-5,18
Степень загрузки трактора λ_p^* (агрофон – поле, подготовленное под посев)	0,46 – 0,51	0,46 – 0,52	0,46 – 0,53
Производительность W_q^* , га/ч	1,5 - 1,63	1,5 – 1,65	1,5 – 1,68
Погектарный расход топлива $Q_{га}^*$, кг/га	7,22 - 7,42	7,17 - 7,42	7,12 – 7,42
Энергоёмкость процесса посева семян хлопчатника сорта «Ария», МДж/га	8435,5 - 8460,3	8431,7 - 8460,3	8425,9- 8460,3
Энергоёмкость процесса посева семян кукурузы сорта «Дилшод», МДж/га	6392,4 - 6417,2	6388,57- 6417,2	6382,8 6417,2

Приведенные в таблице 4.11 рациональные параметры основных показателей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» соответствуют требованиям, которые были выбраны во втором разделе диссертационной работы, критерии максимального показателя качества во время выполнения технологического процесса посева семян пропашных культур.

Приведенные выше рациональные параметры и режимы работы могут быть использованы для энергоэффективной и продуктивной эксплуатации МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур на типичных светлых сероземных почвах Гиссарской долины Республики Таджикистан.

Из проведенных экспериментальных исследований и полученных моделей, можно утверждать, что для контроля качества, режима, эксплуатационных и энергетических показателей при выполнении технологического процесса посева пропашных культур посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» следует выбирать оптимальный диапазон рабочей скорости.

4.3 Выводы по разделу 4

1. По полученным результатам в ходе экспериментальных исследований, были определены вероятностно-статистические характеристики (среднее значение, среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации) основных выбранных показателей качества. В качестве основных показателей качества выполнения технологического процесса посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» были установлены пять параметров: глубина посева семян пропашных культур, глубина внесения минеральных удобрений, расстояние между семенами, глубина нарезки полевых борозд и ширина стыкового междурядья.

2. Для всех пяти выбранных показателей качества были выявлены законы распределения (закон Гаусса) при разных скоростях движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», которые приведены в разделе 4.1.1 диссертационной работы.

3. Для каждого показателя качества построена графическая модель при различных скоростях движения посевного агрегата, где наблюдалось вероятностные отклонения по принятым минимальным и максимальным значениям агротехнических требований. При каждом режиме мы наблюдали отклонение каждого показателя в процентном соотношении для объективной оценки качества выполненного технологического процесса.

4. Используя законы распределения показателей оценки качества глубины посева семян, глубины заделки минеральных удобрений, расстояния между семенами, глубины нарезки полевых борозд, ширины стыкового междурядья (рисунки 4.2, 4.4, 4.6, 4.8 и 4.10), установлены оптимальные значения скорости движения посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», где при 100% вероятности принятых показателей качества скорость посевного агрегата будет от 2,04 м/с до 2,2 м/с, при 95% вероятности будет от 2,04 м/с до 2,24 м/с, а при 90% вероятности от 2,04 м/с до 2,28 м/с.

5. Определены вероятностно-статистические характеристики энергетических параметров (тягового сопротивления, производительности и расхода топлива) посевного агрегата при различных скоростных режимах функционирования посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ».

6. Построены графические зависимости вероятностно статистических характеристик тягового сопротивления, производительности за 1 час сменного времени и погектарного расхода топлива посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» в зависимости от скорости его движения.

7. Выявленные закономерности изменения вероятностно-статистических характеристик энергетических параметров посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», описываются эмпирическими зависимостями приведенные в таблицах 4.6 и 4.10.

8. Обоснованы рациональные скоростные и нагрузочные режимы работы агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур, отвечающие требованиям критериев: максимум качества технологического процесса $P_k \rightarrow \max$; максимум производительности МТА $W_q \rightarrow \max$ и минимум энергоемкости технологического процесса $\Delta_i \rightarrow \min$ (таблица 4.11).

5. Техничко-экономическая оценка эффективности использования агрегата для посева пропашных культур

Для определения годового экономического эффекта существуют разные методы. Большинство методов используют показатели, которые зависимы от многих внешних факторов. Следовательно, все больше используются методики оценки экономической эффективности по энергетическим затратам. Для определения экономической эффективности универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ», так же воспользуемся методом установления по затратам энергии.

Эффективность разработанной универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» определялась на основе методики энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве» [121].

«Необходимые при расчетах энергетические эквиваленты и энергосодержание материалов взяты из источника» [121].

По результатам энергетической оценки посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» были получены зависимости погектарного расхода $Q_{га}$ топлива и производительности W_i на различных скоростных режимах его работы (раздел 4.1.3). Определены оптимальные значения энергоемкости технологического процесса посева пропашных культур (раздел 4.2).

В качестве прототипа при определении ожидаемого энергетического эффекта от эксплуатирования разработанной универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ», предназначенная для посева семян пропашных культур, выбрана типовая сеялка СТХ-4, которая широко применяется в отрасли растениеводства республики.

Техническая характеристика универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» подробно изложена в таблице 2.1 второй главы диссертации.

«Основная техническая характеристика сеялки-аналога СТХ-4 приведена в таблице 5.1» [89].

«Таблица 5.1 – Краткая техническая характеристика сеялки СТХ-4» [89]

Параметры, показатели	Значение
Рабочая ширина, м	2,4
Число засеиваемых рядов, шт.	4
Ширина междурядий, см	60
Производительность сеялки, га/час	0,9
Рабочая скорость, км/час	До 8,5
Вес сеялки с аппаратами катушечного типа, кг	595
Вес сеялки с дисковыми аппаратами точного высева, кг	545
Габаритные размеры, мм	
длина	1785
ширина	3220
высота	1600

«Ожидаемый годовой энергетический эффект от использования разработанной универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» можно определить по формуле» [48]:

$$\langle \bar{\mathcal{E}}_r = (\mathcal{E}_6 - \mathcal{E}_i^*) \cdot t_r \cdot W_q^*, \text{ МДж} \rangle [48], \quad (5.1)$$

«где \mathcal{E}_6 – базовое значение энергоёмкости технологической операции МТЗ-80Х+СТХ-4, МДж/га» [89];

« \mathcal{E}_i^* – значение энергоёмкости технологической операции, произведенной МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», МДж/га» [89];

« $t_r = 110$ ч – годовая загрузка разработанной универсальной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ», ч» [89];

W_q^* – оптимальное значение производительности за 1 час сменного времени МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», га/ч.

Результаты расчетов энергетической эффективности МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при выполнении технологического процесса посева семян хлопчатника с одновременным внесением минеральных удобрений приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – «Показатели энергетической эффективности при 90% вероятности показателей качества посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» при посеве семян хлопчатника»

МТА	Годовая загрузка t_r , ч	Производительность за 1 ч сменного времени, га	Энергоемкость процесса \mathcal{E}_i^* , МДж/га	Ожидаемый годовой энергетический эффект, МДж
МТЗ-80Х+СТХ-4	50	1,40 – 1,65	8486,7 - 8558,0	4348,6 – 7911,0
МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ»	110	1,5 – 1,68	8425,9 - 8460,3	9567,0 - 17404,1

Следует отметить, что прототип – сеялка СТХ-4 предназначена только для посева семян хлопчатника.

Разработанная нами универсальная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» обеспечивает высев семян не только хлопчатника, но и кукурузы, сои, фасоли, арахиса, маша (или среднеазиатской фасоли).

Универсальность разработанной сеялки позволяет в 2,2 раза увеличить годовую загрузку, что также существенно влияет на её эффективность.

В таблице 5.2 приведены результаты расчётов по определению энергетической эффективности сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» только при посеве семян хлопчатника.

По установленным расчетам, годовой энергетический эффект от эксплуатации универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» с 90% вероятности принятых показателей качества при посеве семян хлопчатника находится в пределах от 9567,0 МДж до 17404,1 МДж.

Зная показатель «мера энергоемкости национальной валюты» можно в любое время перевести размер годового энергетического эффекта в денежный эквивалент.

Например, по состоянию на 14 июля 2023 года 1 рубль был эквивалентен 0,5964 МДж энергии. С учётом этого по состоянию на 14 июля 2023 размер ожидаемого годового экономического эффекта при посеве хлопчатника составил от $9567,0/0,5964=16041$ рублей до $17404,1/0,5964=29182$ рублей [89].

При использовании универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» при посеве кургузы, фасоли и других культур размер ожидаемого энергетического эффекта будет в 2,0 – 2,5 больше, чем цифры, приведенные в таблице 5.2. Учитывая это, размер ожидаемого годового экономического эффекта при посеве кукурузы составил от $23917,1/0,5964=40102$ рублей до $43510,2/0,5964=72955$ рублей [89].

Используя формулу 5.1 аналогичным образом, можно определить годовой энергетический эффект сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» и при посеве семян других пропашных культур.

При 100% вероятности принятых показателя качества для посева семян хлопчатника сорта «Ария» посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» энергоёмкость процесса составит от 8435,5 МДж до 8460,3 МДж, а производительность будет варьироваться от 1,5 га/ч до 1,63 га/ч. По отношению к 90% вероятности принятых показателя качества разница энергоёмкости составит всего 9,6 МДж, что в денежном эквиваленте годовой экономической эффект составит $9,6/0,5964=16,1$ рублей. В свою очередь ощутимой выгодой будет увеличение производительности посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» с 1,63 га/ч до 1,68 га/ч, что обеспечить большую выгоду как в экономическом плане, так и в энергетическом.

В совокупности приведённых выше данных, можно утверждать, что для получения близкой к максимальной выгоду можно выбрать диапазон скоростей посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для 90% вероятности принятых показателей качества. Также стоит отметить, что даже в этом случае как видно из диаграммы на рисунке 4.13, лишь только показатель качества ширины стыкового

междурядья выходит за границы оптимального диапазона скорости, а остальные показатели качества находятся в 100% вероятности показателя качества.

Из вышесказанного следует, что для обеспечения большей производительности, а также повышения экономичности и энергоэффективности технологического процесса посева семян пропашных культур посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» можно еще больше увеличить диапазон скорости движения, но это приведет к относительно высокому отклонению ширины стыкового междурядья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По проведенным анализам условий работ машинно-тракторных агрегатов в Республике Таджикистан, установлено, что они работают в сложных почвенно-рельефных, климатических и почвенных условиях, которые существенно влияют на эксплуатационные показатели тракторов в агрегате с различными машинами. Эти факторы в основном влияют на агротехнологию возделывания сельскохозяйственных культур в стране.

На основе статистических данных проведен подробный анализ уровня технического оснащения АПК основными тракторами и сельскохозяйственными машинами. Анализ показал, что насыщенность агропромышленных комплексов Республики Таджикистан разнообразными сеялками почти в три раза ниже нормы, что естественно приводит к высокой нагрузке на единицу техники. Исходя от этих данных можно утвердить, что в стране существует острая необходимость в энергоэффективных сеялках, особенно, отвечающих почвенно-климатическим и агротехническим нормам республики, которые обеспечивали бы максимально качественный посев.

2. Учеными Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН совершенствована конструктивно-технологическая схема сеялки и создан экспериментальный образец универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ», которая адаптирована к зональным особенностям технологии посева. Ее универсальность обеспечивает посев разных видов пропашных культур (хлопчатник, кукуруза, соя, фасоль, арахис и маш), а комбинированная технология посева обеспечивает возможность выполнять три технологические операции за один технический проход, то есть, посев семян с одновременным внесением минеральных удобрений и нарезкой поливных борозд.

3. Установлены закономерности изменения вероятностно-статистических характеристик тягового сопротивления, производительности, погектарного расхода топлива, ширины междурядий при посеве семян, глубины заделки семян, глубины заделки минеральных удобрений, расстояния между семями, которые описываются эмпирическими зависимостями.

4. После обработки экспериментальных данных, анализа, общения результатов теоретических и экспериментальных исследований, были обоснованы рациональные режимы работы при 90% вероятности выбранных показателей качества посевного агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ», где определены:

- Скорость движения V_p^* (рабочие передачи IV и V): 2,04 – 2,28 м/с;
- Производительность W_q^* : 1,5 - 1,68 га/ч;
- Погектарный расход топлива $Q_{га}^*$: 7,12 - 7,42 кг/га;
- Энергоёмкость процесса посева хлопчатника сорта «Ария»: 8425,9 - 8460,3 МДж/га;
- Энергоёмкость процесса посева кукурузы сорта «Дилшод»: 6382,8 - 6417,2 МДж/га.

Обоснованные рациональные параметры и режимы работы предназначены для настройки средств автоматического контроля функционирования агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур на типичных светлых сероземных почвах Гиссарской долины Республики Таджикистан.

5. Ожидаемый годовой энергетический эффект от использования разработанной универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» при посеве семян хлопчатника колеблется в пределах от 9567,0 МДж до 17404,1 МДж, а при посеве семян кукурузы годовой энергетический эффект в 2 – 2,5 раза больше. Из вышесказанного следует, что по состоянию на 14 июля 2023 года, размер ожидаемого годового экономического эффекта при посеве семян хлопчатника будет от 16041 рублей до 29182 рублей, а при посеве семян кукурузы от 40102 рублей до 72955 рублей.

Универсальность разработанной сеялки позволяет в 2,2 раза увеличить годовую загрузку, что также существенно влияет на её эффективность.

Рекомендации по практическому использованию результатов исследования

Научно-практические результаты диссертационного исследования могут стать основой при проектировании новых комбинированных, инновационных, энергоэффективных и качественных агрегатов. Результаты научных исследований

применимы для выбора режимов работы и настройки параметров сельскохозяйственных машин в агропромышленных комплексах.

Практичность использования результатов исследования обеспечивают возможность достижения рационального использования технических средств в хозяйствах для получения максимальной энергоэффективности и производительности агрегатов. Предлагаемый способ комбинированного посева обеспечивает хозяйствам энергосбережение, экономию времени и затраты живого труда, а также благоприятно влияет на посевные площади.

Перспективы дальнейшей разработки темы

В дальнейшем при разработке современных инновационных сельскохозяйственных посевных агрегатов необходимо совершенствовать комбинированный способ посева семян пропашных культур, отвечающий требованиям критериев максимума энергоэффективности и годового экономического эффекта, минимума негативного влияния процесса и МТА на окружающую среду.

Список литературы

1. Агеев Л.Е. Основы расчета оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов. – Л.: Колос, Ленинградское отделение, 1978. – 296 с.
2. Агеев Л.Е. Методические указания по оценке качества технологических операций в растениеводстве. – Л. – Пушкин, 1983. – 15 с.
3. Агеев Л.Е., Джабборов Н.И., Эвиев В.А. Оптимизация энергетических параметров МТА // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2004. – № 2. – С. 19–20.
4. Агеев Л.Е., Эвиев В.А. Техническое обеспечение почвозащитных энергосберегающих технологий. Учебное пособие. – СПб. – Пушкин: Тип. СПбГАУ, 2005. – 145 с.
5. АгроБаза: сеялки [Электронный ресурс]. – URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_b87529e6-584d-42f9-a9fb-c989925a5ec5 (дата обращения 30 марта 2023 г. В 14.20 ч.).
6. АгроБаза: сеялки [Электронный ресурс]. – URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_49976934-bf0a-4a1d-9313-cb1e21a13ab4 (дата обращения 30 марта 2023 г. В 15 ч.).
7. АгроБаза: сеялки [Электронный ресурс]. – URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_633071728480312500 (дата обращения 30 марта 2023 г. В 14 ч.).
8. Агроклиматические ресурсы Таджикской ССР, Част 1. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. – 215 с.
9. Антипов-Каратаев И.Н. Вопросы происхождения и географического распространения солонцов СССР // Мелиорация солонцов в СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 11-266.
10. Асроров Р.С. Энерго-технологическая оценка работы сельскохозяйственных агрегатов с тракторами классов 3, оснащенных ДПМ, и 4: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб – Пушкин, 1994. – 17 с.
11. Асроров К.А. Биопотенциальная характеристика орошаемых зон

Таджикистана // Пути интенсификации орошаемого земледелия в хлопкосеющих районах Средней Азии. – Душанбе, 1982. – С. 41-50.

12. Ахмадов Б.Р. Техничко-технологические основы повышения эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в повторных посевах. – Душанбе, издательство «ИРФОН»: Таджикский аграрный университет имени Шириншох Шотемур, 2015. – 216 с.

13. Ахмадов Б.Р., Джабборов Н.И. Эксплуатационные допуски для оценки эффективности функционирования МТА КМ-1,8 «Кишоварз» //Кишоварз, 2013. № 1. - С. 21-23.

14. Ахмадов Б.Р., Ходжиев Б.Б., Джабборов Н.И. Повышение уровня механизации повторного посева сельскохозяйственных культур в Таджикистане //Кишоварз, 2013. № 2. - С. 28-30.

15. Ахмадов Б.Р., Ходжиев Б.Б. Оптимальные режимы работы почвообрабатывающе-посевного агрегата //Тракторы и сельхозмашины, № 1. 2013. – С. 28-29.

16. Ахмадов Б.Р., Джабборов Н.И. Вероятностно-статистическая оценка агротехнических показателей комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» //Кишоварз, № 3, 2013. - С.22-24.

17. Ахмадов Б.Р., Ходжиев Б.Б. Результаты предварительных испытаний и показатели эксплуатационно-технологической оценки работы комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-1,8 «Кишоварз» в агрегате трактором тягового класса 1,4 // Журнал «Кишоварз» (Земледелец) Таджикского Аграрного университета, № 3, - Душанбе, 2011 г. – с. 29-33.

18. Ахмадов Б.Р., Сафаров М., Ходжиев Б.Б. Ротационные рабочие органы в почвообрабатывающе-посевной машине //Материалы Международной научно – практической конференции на тему «Актуальные проблемы, перспективы развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана». ТАСХН, Институт земледелия, 18-19 сентября 2012г. - С. 83-85.

19. Ахмадов Б.Р. Способ одновременной обработки почвы и посева

зерновых культур. Патент Республики Таджикистан № ТЈ- 431 от 31.05.2011.

20. Ахмадов Б.Р. Комбинированная машина КМ-1,8 «Кишоварз» для поверхностной обработки почвы и посева зерновых культур. Патент Республики Таджикистан № ТЈ-429 от 28.12.2010.

21. Ахмадов Б.Р., Ходжиев Б.Б. Оптимальные режимы работы почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-1,8 «Кишоварз» //Материалы Международной научно-практической конференции на тему «Эффективное использование биоклиматических факторов, при выращивании сельскохозяйственных культур на пахотных землях», посвященные 20 летию XVI Сессии Шурои Оли Республики Таджикистан и 15 летию Национального примирения, Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур, -Душанбе, 31 марта 2012 г. – С. 284-288.

22. Ахмадов Б.Р. Совершенствование технологии и технических средств для повторного посева сельскохозяйственных культур в Республике Таджикистан: автореф. дисс. докт. техн. наук: 05.20.01 /Ахмадов Бахромджон Раджабович. – Душанбе, 2018. – 38 с.

23. Ахунов Т.И. Анализ параметров герануборочной машины и их оптимизация //Сб. научных трудов ТСХИ. Вопросы механизации с.-х. производства, эксплуатации и ремонта машин. - Душанбе, 1991. -с. 3-8.

24. Ахунов Т.И. Теория и методы повышения эффективности технологии и средств механизации возделывания и уборки розовой герани с учетом вероятностной природы условий их функционирования //Автореф. дисс. докт. техн. наук, С.- Пб- Пушкин, 1992. -29с.

25. Ахунов Т.И., Назаров Т.Ш. Обоснование технологического процесса дозирования семян универсальной сеялки-культиватора при высева мелкосемянных культур // 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.

26. Беспмятнова Н.М., Черноволов В.А., Несмиян А.Ю., Бондарев А.А. Аналитические основы системы машин. Учебное пособие. – Зерноград. ФГОУ ВПО АЧГАА. 2008. – 122 с.
27. Беспмятнова, Н.М. Колебания и вибрации в технологических процессах почвообрабатывающих и посевных машин и агрегатов / Н.М. Беспмятнова. – Зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2008. – 224 с.
28. Беспмятнова, Н. М. Характеристика новаций рабочих органов для посева в технологии безотвальной обработки почвы и посева / Н. М. Беспмятнова, Ю. А. Беспмятнов, А. А. Колинко // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – № 9. – С. 31-36. – DOI 10.17816/0321-4443-66322. – EDN ZFTSOD.
29. Богус А.Э., Коновалов В.И., Руснак В.А., Станин В.Д. Исследования работы катушечно-секционного высевающего аппарата // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 192. – С. 40-57. – DOI 10.21515/1990-4665-192-004. – EDN UNHXTG.
30. Богус А.Э., Коновалов В.И., Руснак В.А., Станин В.Д. Руснак В.А. Конструктивно-технологическая схема многофункционального высевающего аппарата // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 183. – С. 61-74. – DOI 10.21515/1990-4665-183-005. – EDN VIEVND.
31. Богус А.Э. Параметры и режимы работы центробежной распределительной системы зерновой пневматической сеялки: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. -г. Ростов-на-Дону, 2021. - 186 с.
32. Болтинский В.Н. Работа тракторного двигателя на неустановившейся нагрузке. – М.: Сельхозгиз, 1949. – 216 с.
33. Валге А.М. Обработка данных в EXCEL на примерах. Методическое пособие. – СПб.: СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2010. – 104 с.
34. 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.

35. Высоцкий А.А. Динамометрирование сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1968. – 290 с.

36. Гафаров А.А. Повышение эффективности возделывания овощей на гребнях обеспечением устойчивости технологических процессов посредством совершенствования средств механизации и контроля качества их работы: автореф. докт. техн. наук, Санкт-Петербург-Пушкин, 2010. – 36 с.

37. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том первый. Издание второе. – М.: Колос, 1968. – 720 с.

38. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том второй. Издание второе. – М.: Колос, 1968. – 455 с.

39. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том третий. Издание второе. – М.: Колос, 1968. – 384 с.

40. ГОСТ 20915–75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 41 с.

41. ГОСТ 34631—2019 Межгосударственный стандарт. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. Дата введения 2021-03-15 (ГОСТ Р 52777-2007)

42. ГОСТ Р 52778–2007. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007. – 24 с.

43. ГОСТ 12.2.111–85. Машины сельскохозяйственные навесные и прицепные. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 11 с.

44. ГОСТ Р ЕН 614-1–2003. Безопасность оборудования. Эргономические принципы конструирования. Часть 1. Термины, определения и общие принципы. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 15 с.

45. Грабовская О. А., Керзум П.А. Почвы районов хлопководства в Таджикистане // Труды АН Таджикской ССР. – 1957. – Том 79. – С. 57-104.

46. Дементьев А.М. Использование ЭВМ при оптимизации

энергетических параметров МТА // Тракторы и сельхозмашины. № 10, 2010. – с. 31–33.

47. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р. Оценка энергетических и технико-экономических показателей комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата МТЗ-82.1+КМ-2,4 «Кишоварз» /Кишоварз. 2013, № 3. – с. 29-32.

48. Джабборов Н.И. Научные основы энерго-технологической оценки и прогнозирования эффективности использования мобильных сельскохозяйственных агрегатов. – Душанбе: Изд. «Дониш», 1995. – 286 с.

49. Джабборов Н.И., Асроров Р.С. Методика оценки эффективности использования сельскохозяйственных агрегатов //Информ. листок НПИЦентра РТ, №75-94, Душанбе, 1994. – 2 с.

50. Джабборов Н.И., Добринов А.В., Дементьев А.М. Классификация критериев эффективности и их использование при оптимизации эксплуатационных показателей тяговых МТА. – СПб.: ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2010. – 104 с.

51. Джабборов Н.И., Кимсанов А.К. Резервы повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники /Душанбе, «Матбуот», 2002. – 178с.

52. Джабборов Н.И., Кимсанов А.К. Основные пути повышения энергетической эффективности технологии производства сельскохозяйственной продукции //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.

53. Джабборов Н.И., Миракилов Д.Х., Ахмадов Б.Р. Энергетическая эффективность применения комбинированной машины КМ-2,4 для обработки почвы и нарезки гряд // Экспресс-информ. НПИЦентра Республики Таджикистан, № 2-2006. – Душанбе, 2006. – 4 с.

54. Джабборов Н.И., Эвиев В.А. Эффективность использования техники по топливно-энергетическим затратам // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2005. – № 4. – С. 26–28.

55. Джабборов Н.И., Эвиев В.А., Миракилов Д.Х., Ахмадов Б.Р. Методика определения зоны эффективного и качественного функционирования МТА //Экспресс-информ. НПИЦентра Республики Таджикистан, № 5-2006, Душанбе, 2006. – 5 с.

56. Джабборов Н.И., Дементьев А.М., Ахмадов Б.Р. Оценка эффективного и качественного функционирования машинно-тракторных агрегатов //Кишоварз. 2011. № 2. - С. 27-29.

57. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р. Оценка эффективности работы сельскохозяйственных агрегатов //Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2006. № 10. - С. 26-27.

58. Джабборов Н.И., Федькин Д.С., Ахмадов Б.Р. Номограмма для определения твердости почвы по результатам измерений посредством пенетрометра DICKEY-john //Материалы международной научно-практической конференции на тему «Актуальные проблемы, перспективы развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана», посвященной 80-летию образования Института земледелия Таджикской академии сельскохозяйственных наук и 20-летию XVI-й сессии Верховного Совета Республики Таджикистан, 18-19 сентября 2012 года, том УШ. - С. 207-209.

59. Джабборов Н.И., Сафаров М., Ахмадов Б.Р., Ходжиев Б.Б. Результаты испытания экспериментального образца комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-1,8 «Кишоварз» //«Актуальные проблемы, перспективы развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности Таджикистана», сборник научных трудов Института земледелия Таджикской АСХН, том УШ, -Душанбе, «Эр-граф», 2014. - С. 118-121.

60. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р. Разработка энергоэффективных сельскохозяйственных агрегатов с учетом их динамических характеристик //Теоретический и научно-практический журнал «Кишоварз» (Земледелец), № 2, 2014, Душанбе. - С. 38-40.

61. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р. Оценка энергоэффективности почвообрабатывающе-посевной машины //Сборник научных статей. Таджикский

аграрный университет им. Ш. Шотемур. Материалы международной научно-практической конференции на тему «Инновация – основа развития сельского хозяйства», посвященная 20-летию Конституции Республики Таджикистан 01 ноября 2014 года. - С. 11-13.

62. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М. Результаты исследований работы комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины //Сборник научных статей. Таджикский аграрный университет им. Ш. Шотемур. Материалы международной научно-практической конференции на тему «Инновация – основа развития сельского хозяйства», посвященная 20-летию Конституции Республики Таджикистан 01 ноября 2014 года. - С. 13-16.

63. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р., Федькин Д.С. Критерии оценки и основы повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники. /Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук, № 1, Душанбе, 2014. - С. 33-36.

64. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р., Сафаров М. Обеспечение энергосбережения в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур в пожнивных посевах //Теоретический и научно-практический журнал «Кишоварз» (Земледелец), № 4, 2014. - С. 21-23.

65. Джуманкулов Х.Д., Рахматджонов У.Р., Сущеница Б.А. Удобрения сельскохозяйственных культур в Таджикистане. – Душанбе: Ирфон, 1981. – 175 с.

66. Джабборов Н.И. Ахмадов Б.Р., Федькин Д.С. Методика разработки карт потока производства технологических процессов //Доклады Таджикской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2 (36). - С. 59-63.

67. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р., Ходжиев Б.Б. Топливо-энергетическая оценка работы комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата КМ-1,8 «Кишоварз» //Журнал «Сельскохозяйственные машины и технологии», ВИМ, Москва, 2012 г. – с. 41-43.

68. Джабборов Н.И., Ахмадов Б.Р. 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 //Журнал «Кишоварз», № 2(18), 2006. – С. 23-27.

69. Джабборов Н.И., Сафаров М., Миракилов Дж., Ахмадов Б. Обоснование параметров почвообрабатывающего рабочего органа комбинированной машины КМ-2,4 //Журнал Кишоварз, № 2, 2009. – С.29-32.

70. Джабборов Н.И., Тиллоев С., Ахмадов Б., Сафаров М. Вероятностные оценки и законы распределения эксплуатационных параметров комбинированного агрегата Т-4А+КМ-2,4 //Журнал Кишоварз, № 3 (39), 2008. – С. 32-35.

71. Джабборов Н.И., Федькин Д. С. Научные принципы повышения энергоэффективности технологических процессов обработки почвы техническими средствами блочно-модульной структуры // ВИЭСХ. Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 3 (13). – С. 58-61.

72. Джабборов П.Н. Повышение эффективности технологического процесса посева зерновых культур на гребнях путём обоснования параметров и режимов работы универсальной комбинированной сеялки с трактором класса 1,4: автореф. дисс. канд. техн. наук. СПб-Пушкин. 2013. – 23 с.

73. Джабборов П.Н., Ахмадзода Б.Р., Хомидов Ш.С. Оценка реализации инвестиционной программы GEF-Таджикистан и её роль в обеспечении растениеводства современными техническими средствами // АгроЭкоИнженерия. 2022. № 4 (113). С. 69-80.

74. Добринов А.В., Джабборов Н.И., Дементьев А.М., Кимсанов А.К. К вопросу выбора критериев эффективности при решении оптимизационных задач в механизации производственных процессов // 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.

75. Добринов А.В., Джабборов Н.И., Эвиев В.А., Джабборов П.Н. Оптимизация ширины захвата МТА на стадии проектирования // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 10. – С. 30–31.

76. Добролюбов И.П. Оперативный контроль и управление показателями машинно-тракторных агрегатов, определяющими их эффективное использование: Автореф. дисс. д-ра техн. наук. – Новосибирск, 1992. – 38 с.
77. Дорохов, А. С. Результаты сравнительных исследований показателей качества работы заделывающих рабочих органов машины для посадки лука-севка / А. С. Дорохов, А. В. Сибирев, А. Г. Аксенов // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 2. – С. 77-82. – DOI 10.28983/asj.y2021i2pp77-82. – EDN QBXVYY.
78. Дорохов А.С., Пономарев А.Г., Зернов В.Н. [и др.] Результаты исследований усовершенствованной сошниковой группы посадочной машины // Инженерные технологии и системы. – 2023. – Т. 33, № 3. – С. 302-320. – DOI 10.15507/2658-4123.033.202303.302-320. – EDN SQH1K.
79. Еникеев В.Г. Критерии и методы технической оснащенности растениеводства и качества работы агрегатов с учетом вероятностной природы их функционирования: автореф. дисс. докт. техн. наук. – Л.: ЛСХИ, 1983. – 37 с.
80. Ждановский Н.С., Николаенко А.В., Шкрабак В.С., Соминич А.В., Пантюхин М.Г., Моргулис-Якушев В.Ю. Режимы работы энергонасыщенных тракторов. – Л.: Машиностроение, 1981 – 240 с.
81. Завалишин Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве. – М.: Колос, 1973. – 319 с.
82. Иванов А.И., Куликов А.А., Третьяков Б.С. Контрольно-измерительные приборы в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1984. – 352 с.
83. Измеритель плотности почвы (пенетрометра) DICKEY – John. Руководство по эксплуатации.
84. Иофинов С.А., Бабенко Э.П., Зуев Ю.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка. – М.: Агропромиздат, 1985. – 272 с.
85. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1984. – 351 с.
86. Иофинов С.А., Райхлин Х.М. Приборы для учета и контроля работы машинно-тракторных агрегатов. – Л.: Машиностроение, 1972. – 224 с.

87. Искандаров И.А., Джабборов Н.И., Сафаров М. Вероятностно-статистическая оценка эксплуатационных показателей агрегата МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева пропашных культур // Вестник Хорогского Университета №2(26). 2023. С. 119-130.

88. Искандаров И.А. Вероятностно-статистическая оценка показателей качества работы агрегата для посева пропашных культур // Вестник Технологического Университета Таджикистана №3(54) 2023. С. 38-49.

89. Искандаров И.А. Техничко-экономическая оценка эффективности универсальной сеялки для посева пропашных культур // АгроЭкоИнженерия. 2024. №1(118). С. 96-107. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2024-1118-96-106>.

90. Искандаров И.А., Джабборов Н.И. Алгоритм определения оптимальных режимов работы МТА для посева пропашных культур // Вестник НГИЭИ. 2024 г. №5(156) . С. 59-69 <https://doi.org/10.24412/2227-9407-2024-5-59-69>

91. Искандаров И.А. Разработка и оптимизация эксплуатационных параметров комбинированной сеялки ТЗК-4 в агрегате с трактором класса 1,4 // Республиканская научная конференция молодых ученых «Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки», посвященной двадцатилетию (2020-2040) изучения и развития, точных и математических наук в сфере науки и образования и международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития 2018-2028» ТАСХН. 2023. С. 164-171.

92. Камбулов С.И., Рудой Д.В., Хозяев И.А. [и др.] Исследование повышения равномерности высева сельскохозяйственных культур катушечным высевающим аппаратом // Вестник аграрной науки Дона. – 2023. – Т. 16, № 4(64). – С. 68-78. – DOI 10.55618/20756704_2023_16_4_68-78. – EDN SLOANE.

93. Камбулов С.И., Пархоменко Г.Г., Божко И.В., Бойко А.А. Результаты экспериментальных исследований сеялки для рядового посева СЗД-4,0 // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2020. – Т. 14, № 2. – С. 41-45. – DOI 10.22314/2073-7599-2020-14-2-41-55. – EDN FMPBSO.

94. Камбулов С.И., Пахомов В.И., Божко И.В., Пархоменко Г.Г. Результаты исследований агротехнических показателей селекционной сеялки

"Деметра" // Инженерные технологии и системы. – 2022. – Т. 32, № 1. – С. 90-109. – DOI 10.15507/2658-4123.032.202201.090-109. – EDN IUZAYX.

95. Камбулов С.И., Пархоменко Г.Г., Божко И.В. Многосекционное сцепное устройство для агрегатирования современных посевных машин // Таврический вестник аграрной науки. – 2021. – № 1(25). – С. 140-149. – DOI 10.33952/2542-0720-2021-1-25-140-149. – EDN KSKRVM.

96. Караматуллаев Э.С., Кимсанов А.К., Ризоев А.Б., Садуллобеков Д., Набиджанов К. Пути улучшения работы пахотного агрегата // Информ. листок Таджик НИИНТИ, 1988. – 4с.

97. Караматуллаев Э.С., Кимсанов А.К. Исследование технико-экономических и агротехнических показателей пахотного агрегата //Сб. научных трудов ТСХИ, том.22, 1979.-с 14-16.

98. Караматуллаев Э.С., Кимсанов А.К. Статистические характеристики тягового сопротивления сельскохозяйственных агрегатов //Известия АН Таджикской ССР, 1977, № 2. – с. 89-91.

99. Кимсанов А.К. Разработка и исследование методов оценки эксплуатационных показателей посевных агрегатов: автореф. дисс. канд. техн. наук. СПб – Пушкин, 1973. – 17 с.

100. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка. – М.: «Колос», 1976. – 256 с.

101. Корн. Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1984. – 831 с.

102. Крейтер С.В., Нестеров А.Р., Данилевский В.В. Основы конструирования и агрегатирования: Учеб. пособие. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 224 с.

103. Ксенович И.П. Наземные тягово-транспортные системы: перспектива применения бортовых источников энергии с электрическим тяговым приводом. //Приводная техника. – 2004. – № 2 (24). – С. 30–36.

104. Ксенович И.П., Яцкевич В.В. О перспективах развития агрегатной

унификации и создании модульных энергосредств. //Тракторы и сельхозмашины. – 1987. – № 12. – С. 6–11.

105. Козачук А.М. Двухпоршневой расходомер топлива //Записки ЛСХИ. – Л.-Пушкин, 1968. Т.121.

106. Кутеминский В.Я. Почвы Таджикистана / Кутеминский В.Я., Леонтьева Р.С. – Душанбе, «Ирфон», 1966. – 223 с.

107. Ларюшин Н.П., Сурков И.А. Конструкция экспериментального высевающего аппарата // Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. Пенза. 2023. – С. 4-7.

108. Ларюшин Н.П. Посевные машины. Теория, конструкция, расчёт / Н.П. Ларюшин, А.В. Мачнев, В.В. Шумаев [и др.] – Москва: Росинформагротех, 2010.- 292 с.

109. Ларюшин Н.П. Основные факторы, влияющие на качественные показатели работы высевающих аппаратов сеялок/ Н.П. Ларюшин, А.В. Шуков, А.В. Абакумов// Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник научных трудов международной научнопрактической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф. Х. Бурумкулова. Институт механики и энергетики. 2016. – С. 484-488.

110. Ларюшин, Н.П., Шуков А.В. Лабораторные исследования катушечно-винтового высевающего аппарата // Наука в центральной России. 2019. №2. – С. 47-53. EDN: NYOZYN

111. Ларюшин, Н.П., Шуков А.В., Парфенов Д.Ю. Конструкция высевающего аппарата сеялки // Наука в центральной России. 2019. №3.– С. 47-53. EDN: IJJSER

112. Латыпов У.П. Оптимизация эксплуатационных режимов машинно-тракторных агрегатов на основе вероятностно-статистических моделей //Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Л. – Пушкин, 1989. – 16 с.

113. Лебедев А.Т. Надежность и эффективность МТА при выполнении технологических процессов / А.Т. Лебедев, О.П. Наумов, Р.А. Магомедов. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (АГРУС),

2015. - 332 с. - ISBN 978-5-9596-1068-5.

114. Лебедев, А.Т. Оценка технических средств при их выборе: монография / А. Т. Лебедев. - 1. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, 2011. - 120 с. - ISBN 978-5-9596-0729-6: Б. ц. - Текст: непосредственный.

115. Лебедев, А.Т. Ресурсосберегающие направления совершенствования эксплуатации и ремонта машин и оборудования сельскохозяйственного производства: дисс. доктора техн. наук. Зерноград 2012. – 474 с.

116. Лебедев, А. Т. Ресурсосберегающие направления повышения надежности и эффективности технологических процессов в АПК / А. Т. Лебедев. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2012. – 377 с. – ISBN 978-5-9596-0799-9. – EDN PFKQAD.

117. Лурье А.Б., Громбчевский А.А. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин. – Л.: Машиностроение, 1977. – 527 с.

118. Льянов М.С. Улучшение эксплуатационных свойств колесных тракторов за счет повышения их курсовой устойчивости на склонах: автореф. дисс. канд. техн. наук, Ленинград-Пушкин, 1991. – 18 с.

119. Махсумов А.Н., Григоренкова Е.Н. Научные и практические основы круглогодичного использования орошаемых земель Юга Средней Азии /В кн.: Пути интенсификации орошаемого земледелия в хлопкосеющих районах Средней Азии. – Душанбе, 1982. – С. 51-57.

120. Мельников С.В., Алешин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

121. Методика энергетического анализа технологических процессов в сельскохозяйственном производстве.–М.:ВИМ, ЦНИИМЭСХ, ВИЭСХ, 1995.–96 с

122. 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//Автореф. дисс. канд. техн. наук.–СПб.–Пушкин, 2005.– 19 с.

123. Мирзоев Г.Д., Анохин Ю.С., Джабборов Н.И. Энергетическая оценка технологий производства хлопка в Таджикистане. Обзорная информация Таджик НИИНТИ, Душанбе, 1991. – 83 с.
124. Муминов Ф.А. Погода, климат и хлопчатник. - Л.: Гидрометеиздат, 1991. -191с.
125. 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.
126. Насрединов А.С. Повышение энергетической эффективности производства пшеницы путем рационального использования средств механизации в условиях Гиссарской долины Таджикистана: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2002. – 21 с.
127. Научно обоснованная система земледелия Таджикской ССР. – Душанбе, Ирфон, 1984. – 503 с.
128. Несмиян А.Ю. Механизация растениеводства/А.Ю. Несмиян, Л.М. Костылева -Зерноград, ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. -281 с. EDN: UWHUEB
129. Несмиян А.Ю. Машинно-технологическое обоснование процессов обработки почвы и посева пропашных культур в условиях дефицита влаги: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. -г. Зерноград, 2017. -424 с.
130. Орманджи К.С. Контроль качества полевых работ. Справочник. – М.: Россельхозиздат, 1991. – 191 с.
131. ОСТ 102.2 – 2002. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки. – Минсельхоз России, 2002.
132. Панов И.М. Почвообрабатывающая техника: состояние и проблемы развития //Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2003. - № 11. – С. 9-11.
133. Панов И.М., Ветохин В.И. Физические основы механики почв / И.М. Панов, В.И. Ветохин. – К.: Феникс, 2008. – 266 с.
134. Правила производства механизированных работ в полеводстве.//Сост. Орманджи К.С., 2-е изд., переработанное и доп. – М.: Россельхозиздат, 1983. –

285 с.

135. Рахманов Р. Нормативы годовой загрузки сельскохозяйственных машин на XIII пятилетку. – Душанбе, 1991. – 16 с.

136. 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). – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 16 с.

137. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике. В 2 т. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 349 с.; Т. 2. – 320 с.

138. РТМ 44-62. Методика статистической обработки эмпирических данных. – М.: Стандартгиз, 1966. – 112 с.

139. Руденко Н.Е., Кулаев Е.В., Руденко В.Н., Семинский А.В. многофункциональный сошник пропашной сеялки // Тракторы и сельхозмашины. – 2018. №4. – 26-30. - EDN: XWITR.

140. Руденко Н.Е. Сеялки для посева семян пропашных культур. - Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет (АГРУС), 2005. - 332 с. - ISBN: 5-9596-0171-0

141. Рыков В.Б., Камбулов С.И., Пономарев А.В., Трубилин Е.И. Энергетические критерии в обосновании технических средств и рациональном комплектовании технологических комплексов машин // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции, Краснода, 19 декабря 2019 года / Ответственный за выпуск А. Г. Кощаев. – Краснода: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 213-214. – EDN PXAWNQ.

142. Ряднов А. И. Повышение производительности соргоуборочного комбайна / А. И. Ряднов, О. А. Федорова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1. – С. 225. – EDN UHWZZF.

143. Ряднов А. И. Выбор частных показателей комплексной оценки эффективности использования измельчителя корнеклубнеплодов / А. И. Ряднов, О. А. Федорова, А. К. Мамахай // Электротехнологии и электрооборудование в

АПК. – 2021. – Т. 68, № 4(45). – С. 45-50. – DOI 10.22314/2658-4859-2021-68-4-45-50. – EDN USRWNY.

144. Ряднов А. И. факторы, влияющие на показатели использования соргоуборочных машин / А. И. Ряднов, А. В. Седов, А. К. Курахтенков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 1(69). – С. 448-456. – DOI 10.32786/2071-9485-2023-01-49. – EDN HEWDAI.

145. Ряднов А. И. Выбор показателей оценки эффективности уборки зерновых культур / А. И. Ряднов, О. А. Федорова // Парадигма аграрного образования в условиях цифровой экономики: материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград, 21–23 ноября 2018 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2019. – С. 294-299. – EDN ZKFPBZ.

146. Сангинов Б.С., Джуманкулов Х.Д. Новая концепция дальнейшего развития орошаемого земледелия в Таджикистане. «Стратегия тараккиёт», _ Душанбе, №2. 1998.

147. Саттори И. Т., Ахмадов Б.Р., Сафаров М. Комбинированная машина КМ-2,4 «Кишоварз» для поверхностной обработки почвы и посева пропашных культур. Патент Республики Таджикистан № ТД - 572 от 10.07.2013.

148. Саттори И.Т., Ахмадов Б.Р., Сафаров М. Комбинированная машина КМ-1.8 «Кишоварз» для обработки почвы и посева зерновых культур // Научно-инновационная деятельность в агропромышленном комплексе. Сборник научных статей 5-й Международной научно-практической конференции. г. Минск 21-22 апреля 2011г. Часть 2. – С. 10-13.

149. Саттори И. Т., Ахмадов Б.Р., Сафаров М. Комбинированный способ обработки почвы и посева пропашных культур. Патент Республики Таджикистан № ТД - 571 от 10.07.2013.

150. Сафаров Х. Совершенствование технического сервиса сельскохозяйственной техники на основе организации машинно-технологических станций в Республике Таджикистан //Дисс. на соиск. ученой степени док. техн.

наук, - Саратов, 2007. – 329 с.

151. Сафаров М. Обоснование нагрузочных режимов работы транспортных средств с тракторами классов 0,9 и 1,4 путем оптимизации их энергетических и технико-экономических параметров: автореф. дисс. канд. техн. наук. Санкт-Петербург-Пушкин, 1998. -15 с.

152. Сафаров М., Исмаатов К.Н., Искандаров И.А., Сафаров Дж.М. Разработка технологий и машин для посева пропашных культур // Кишоварз. 2021. №4 (93). С. 107-111.

153. Сафаров М., Сафаров Дж.М., Искандаров И.А., Холматов Б.Б. Разработка малогабаритного культиватора для возделывания пропашных культур // Доклады ТАСХН. 2021. №3(69). С. 92-96.

154. Сафаров М., Курбонов А.А., Искандаров И.А., Шомамадов А. Результаты испытания сеялки ТЗК-4 для посева пропашных культур // Республиканская научная конференция молодых ученых «Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки», посвящённой международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития 2018-2028» и «Годам развития села, туризма и народных ремесел», ТАСХН. 2019. С. 169-171.

155. Сафаров М., Искандаров И.А., Рахмонкулов А., Шомамадов А. Совершенствование процесса вспашки при посеве и возделывании пропашных культур // Республиканская научная конференция молодых ученых «Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки», посвящённой международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития 2018-2028» и 2019-2021 гг. «Годам развития села, туризма и народных ремесел», ТАСХН. 2019. С. 182-188.

156. Сафаров М., Исмаатов К.Н., Искандаров И.А., Сафаров Дж. М., Смешанный посев сельскохозяйственных культур как фактор повышения эффективности производства // Материалы научно-практического круглого стола «Государственная поддержка аграрного сектора – главный фактор обеспечения продовольственной безопасности», «Ирфон» Душанбе. 2019 г. С. 299-303.

157. Сафаров М., Искандаров И.А., Исматов К.Н., Даврукова С. Агротехнические и посевные требования при смешанном посеве сельскохозяйственных культур // Республиканская научная конференция молодых ученых «Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки», посвященной двадцатилетию (2020-2040) изучения и развития, точных и математических наук в сфере науки и образования и международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития 2018-2028» ТАСХН. 2023. С. 155-159.

158. Саакян Д.Н. Контроль качества механизированных работ в полеводстве. – М., «Колос», 1973. – 264 с.

159. Сайфов Н.Д. Повышение энергетической эффективности технологического процесса глубокого рыхления почвы путем оптимизации эксплуатационных параметров МТА с тракторами класса 4,0: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2003. – 17 с.

160. Сеялки для посева пропашных культур [Электронный ресурс]. – URL: <https://rtg56.ru/catalog/seyalki> (дата обращения 30 марта 2023 г. В 14 ч.).

161. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1977. – 328 с.

162. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т. 1 и 2. – М.: Машгиз, 1961.

163. Справочник агрохимика. Издание 2-е, переработанное и дополненное. М.: Россельхозиздат, 1980. – 287 с.

164. Тагоймуродов А. Повышение эффективности технологии производства картофеля путем рационального использования топливно-энергетических ресурсов в условиях Республики Таджикистан: автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2003. – 17 с.

165. Таджикистан (Природа и природные ресурсы). – Душанбе: Дониш, 1982. – 602 с.

166. Токарев В.А., Никифоров А.Н., Базаров Е.И. Методические рекомендации по оценке топливно-энергетических затрат на выполнение

механизированных процессов в растениеводстве. – М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 44 с.

167. Токарев В.И., Панчишкин А.П., Ширяева Е.В., Гапич Д.С. Результаты экспериментальных исследований допустимого коэффициента буксования колесного трактора // Сельский механизатор. – 2024. – № 4. – С. 14-15. – DOI 10.47336/0131-7393-2024-4-14-15-20. – EDN DTNRZO.

168. Тяговые характеристики сельскохозяйственных тракторов. Альбом-справочник. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 240 с.

169. Фомин С.Д., Аврамов В.И., Гапич Д.С., Воронцова Е.С. Энергоэффективность машинно-тракторного агрегата на переходных режимах // Известия МГТУ МАМИ. – 2017. – № 1(31). – С. 2-7. – EDN YZNNDV.

170. Хабатов Р.Ш. и др. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – М.: 1999. – 208 с.

171. Хайлис Г.А., Ковалев М.М. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных. – М.: Колос, 1994. – 169 с.

172. Хижняк В.И., Кормильцев Ю.Г., Кочергин А.С. [и др.] Пропашная сеялка пунктирного высева с нагнетающим воздушным потоком // Сельский механизатор. – 2023. – № 10. – С. 8-10. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-10-8-9-10. – EDN QFTXDN.

173. Хижняк В.И., Мальцев П.С., Таранов В.А. [и др.] Анализ конструкций пропашных сеялок // Вестник аграрной науки Дона. – 2020. – № 4(52). – С. 42-52. – EDN CHGCAS.

174. Хижняк В.И., Мальцев П.С., Несмиян А.Ю. [и др.] Теоретическое исследование процесса дозирования семян с использованием нагнетающего воздушного потока // Вестник аграрной науки Дона. – 2021. – № 4(56). – С. 46-54. – EDN RBSIAK.

175. Ходжиев Б.Б. Повышение эффективности технологического процесса повторного посева зерновых культур путём оптимизации режимов работы комбинированной почвообрабатывающе-посевной машины КМ-1,8 с трактором класса 1,4: автореф. дисс. канд. техн. наук. С.-Пб.-Пушкин, 2013. – 24 с.

176. Шералиев Н. Повышение производительности и безопасности

сельскохозяйственных агрегатов путем оптимизации эргономико - эксплуатационных показателей (в предгорных условиях Ховалингского района Республики Таджикистан): автореф. дисс. канд. техн. наук. – СПб. – Пушкин, 2003. – 18 с.

177. Эвиев В.А. Методология определения оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов. - СПб.-Пушкин: СПбГАУ, 2004. EDN: QKWUTR

178. Эвиев В.А., Очиров Н.Г., Агеев С.С., Каруев Б.Т. Оптимизация эксплуатационных параметров и режимов работы трактора по тяговой характеристике // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – № 10. – С. 17-18. – EDN OOGKJ.

179. Эвиев В.А., Очиров Н.Г., Беляева Б.И., Хулхачиева С.Д. Алгоритм расчёта математической модели эксплуатационных показателей МТА в среде Maple // Вестник аграрной науки Дона. - 2017, № 3 (39). С. 55-63.

180. Юсупов Р.Х., Зайнишев А.В. Автоматизация мобильных сельскохозяйственных машин, как путь повышения их энергетической эффективности//Автоматизация сельскохозяйственного производства: Тез. докладов Международной научно-практической конференции / ВИМ. – М., 1997. – Т. 1. – С. 92-93.

181. Яхияев Г. Повышение эффективности посева хлопчатника путем оптимизации подготовки почвы и предпосевной обработки семян: Автореф. дисс. докт. техн. наук, С.-Пб- Пушкин, 1999. -32с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Данные, собранные при проведении экспериментальных исследований														
Глубина семян (см)			Глубина удобрений (см)			Расстояние между семями (см)			Глубина борозд (см)			Ширина стыкового междурядья (см)		
При скорости 1,5 м/с	При скорости 2,3 м/с	При скорости 3,1 м/с	При скорости 1,5 м/с	При скорости 2,3 м/с	При скорости 3,1 м/с	При скорости 1,5 м/с	При скорости 2,3 м/с	При скорости 3,1 м/с	При скорости 1,5 м/с	При скорости 2,3 м/с	При скорости 3,1 м/с	При скорости 1,5 м/с	При скорости 2,3 м/с	При скорости 3,1 м/с
4,4	4,1	4,3	15,5	14,3	13,3	18,2	19,9	21,0	8,3	10,1	12,0	60,1	60,4	60,7
4,6	4,0	3,7	14,9	14,4	13,4	18,1	20,1	21,1	8,5	10,5	12,1	60,0	60,3	60,8
4,5	4,1	4,0	15,0	14,2	13,2	17,9	20,2	21,2	8,6	10,4	12,5	60,2	60,6	61,1
4,5	4,2	3,9	15,2	13,9	12,9	17,8	20,0	20,9	8,4	10,3	12,3	60,3	60,3	60,9
4,5	4,1	3,5	14,8	13,6	12,6	18,4	19,8	20,8	8,2	10,1	11,8	59,9	60,2	60,5
4,4	4,0	3,4	14,7	13,5	12,5	18,2	20,1	20,4	8,1	10,0	12,2	59,8	60,5	60,4
4,5	3,9	4,2	14,8	14,0	13,0	18,3	19,9	20,9	8,4	9,9	11,9	59,7	59,9	60,7
4,7	3,9	3,8	15,0	13,4	12,4	18,4	20,4	20,8	8,1	10,4	12,4	60,2	59,8	60,9
4,5	4,3	4,1	15,2	14,9	13,9	18,0	19,7	20,7	8,0	9,7	11,7	60,3	59,7	61,0
4,7	3,8	3,6	15,3	14,2	13,2	18,6	19,5	20,5	8,2	10,1	12,6	60,4	60,5	61,2
4,4	4,3	3,9	14,7	14,5	13,5	18,7	20,4	21,4	8,3	10,3	11,6	60,5	60,7	60,5
4,6	3,9	3,8	15,4	14,1	13,1	17,8	20,5	21,5	8,7	9,8	11,5	60,6	60,1	60,6
4,3	4,1	3,9	15,0	13,3	12,3	18,5	19,8	21,3	8,5	10,5	12,2	60,2	60,0	60,2
4,6	4,2	3,7	15,1	14,8	13,8	18,5	20,0	21,3	8,3	10,1	12,0	60,0	60,2	61,3
4,5	4,0	4,1	15,2	14,3	14,0	18,8	20,2	21,2	8,4	10,3	11,9	59,8	60,8	60,8
4,6	4,2	3,6	15,4	14,1	13,1	17,7	19,7	20,7	8,3	10,2	12,1	59,9	60,0	61,0
4,4	4,0	4,0	15,1	13,8	12,8	18,3	19,6	20,6	7,9	10,6	11,8	60,4	60,4	60,4
4,3	4,4	3,7	15,1	13,7	12,7	17,9	20,1	21,1	8,4	9,6	11,7	60,1	60,9	60,3
4,4	4,2	3,8	14,9	14,6	13,6	18,0	20,0	21,0	8,6	10,7	12,7	60,1	60,6	61,1
4,5	4,1	3,5	15,3	14,7	13,7	18,1	20,3	21,0	8,2	10,4	11,6	60,0	60,1	60,6


 «Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 к.т.н., доцент _____ Сафаров М.
 «18» _____ 2023 год

АКТ

апробации научно-полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

В соответствии с рабочей программой 17 апреля 2023 года, с участием рабочей группы проводились научно-полевые эксперименты для определения эффективности посева кукурузы сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором МТЗ-80Х.

Состав рабочей группы:

- Исмаатов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров,
- Искандаров И.А. - ученый секретарь,
- Саидзода Ш.Р. – заведующий отдела механизации,
- Сафаров Дж.М. - старший научный сотрудник отдела проектирования, науки, образования и подготовка научных кадров,
- Холматов А. к.с.-х.н. - заведующий отдела селекции и семеноводство кукурузы Института земледелия ТАСХН;

При посеве семян кукурузы сорта «Дилшод» на площади 0,5 га орошаемых землях Института земледелия ТАСХН, г. Гиссар, Республика Таджикистан, машинно-тракторным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» были определены следующие технические характеристики:

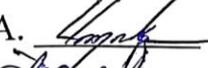
Параметры	Показатели	
	По техническому заданию	По результатам испытаний
Производительность, га/час:		
- за час сменного времени	1,8	1,92
-за час эксплуатации	1,35	1,4
Масса, кг	до 420	450
Ширина междурядья, см	60,0	60,0
Ширина захвата агрегата, м:		
- рабочая	2,4	2,4
- конструктивная	1,8	1,8 – 2,1

Глубина посева, см:	- семени	3,0 – 6,0	3,0 – 6,0
	- удобрений	6,0 – 10,0	4,0 – 7,0
Расстояние между семенами (гнездами), см:		18-20	15-21
Норма высева минеральных удобрений, кг/га:		60-80	70
Глубина нарезки борозд, см:		10-12	8-12
Повреждение семян, %:		2	то 2
Отклонение от глубины посева, %:		2	то 2
Агрегируется с трактором класса		1,4	1,4
Скорость движения, км/ч: -транспортровочная		до 20	18 - 20
	-рабочая	7,5	8,0
Тип агрегатирования с трактором		навесная	навесная
Габариты сеялки, мм: - длина/ширина/высота		1600/2700/1650	1600/2700/1650

Вывод. Техническая характеристика УКС-2,4 «НЦИТМ» в целом соответствует Техническому заданию (ТЗ). УКС-2,4 «НЦИТМ» обеспечивает высокое качество технологической операции посева семян кукурузы в соответствии с агротехническими требованиями.

По заключению апробационной комиссии окончательная оценка результата работы машины определяется после появления всходов семян возделываемой культуры.

Состав рабочей группы:

Исмаев К.Н. 
Искандаров И.А. 
Холматов А. 
Сафаров Дж.М. 
Саидзода Ш.Р. 

«Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 к.т.н., доцент Сафаров М.
 «20» / 11 2023 год

АКТ

о результате апробации научно-полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

В соответствии с рабочей программой 19 апреля 2023 года, с участием рабочей группы проводились научно-полевые эксперименты для определения эффективности посева кукурузы сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором МТЗ-80Х.

Состав рабочей группы:

- Исматов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров,
- Искандаров И.А. - ученый секретарь,
- Саидзода Ш.Р. – заведующий отдела механизации,
- Сафаров Дж.М. - старший научный сотрудник отдела проектирования, науки, образования и подготовка научных кадров,
- Тоирзода К.Т. к.э.н. – заместитель директора по экономике, производству и реализации достижений Института земледелия ТАСХН;

При посеве семян кукурузы сортов «Фанян Ф-1» и «Дилшод» с внесением минеральных удобрений на общей площади 1,5 га опытного хозяйства «Зарнисор» г. Гиссар, Республика Таджикистан, посевным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 были определены следующие технические характеристики:

Параметры	Показатели	
	По техническому заданию	По результатам испытаний
Производительность, га/час:		
- за час сменного времени	1,8	1,92
-за час эксплуатации	1,35	1,4
Масса, кг	до 420	450
Ширина междурядья, см	60,0	60,0
Ширина захвата агрегата, м:		
- рабочая	2,4	2,4
- конструктивная	1,8	1,8 – 2,1

Глубина посева, см:	- семени - удобрений	3,0 – 6,0 6,0 – 10,0	3,0 – 6,0 4,0 – 7,0
Расстояние между семенами (гнездами), см:		18-20	15-21
Норма высева минеральных удобрений, кг/га:		60-80	70
Глубина нарезки борозд, см:		10-12	8-12
Повреждение семян, %:		2	то 2
Отклонение от глубины посева, %:		2	то 2
Агрегируется с трактором класса		1,4	1,4
Скорость движения, км/ч:	-транспортровочная -рабочая	до 20 7,5	18 - 20 8,0
Тип агрегатирования с трактором		навесная	навесная
Габариты сеялки, мм:	- длина/ширина/высота	1600/2700/1650	1600/2700/1650

Вывод. Конструктивная разработка машины УКС-2,4 «НЦИТМ» соответствует инженерно-техническим требованиям и выполняет технологическую операцию посев семян кукурузы с внесением минеральных удобрений на регламентированную глубину, в соответствии с агротехническими требованиями.

По заключению апробационной комиссии окончательная оценка эффективности результатов работы универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» определяется после появления всходов семян возделываемой культуры.

Состав рабочей группы:

Исматов К.Н.



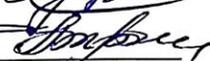
Искандаров И.А.



Саидзода Ш.Р.



Тоирзода К.Т.



Сафаров Дж.М.



«Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 к.т.н., доцент Сафаров М.
 2023 год

АКТ

апробации научно-полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

В соответствии с рабочей программой 19 апреля 2023 года, с участием рабочей группы проводились научно-полевые эксперименты для определения эффективности посева хлопчатника сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором МТЗ-80Х.

Состав рабочей группы:

- Исмаатов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров,
- Искандаров И.А. - ученый секретарь,
- Саидзода Ш.Р. – заведующий отдела механизации,
- Сафаров Дж.М. - старший научный сотрудник отдела проектирования, науки, образования и подготовка научных кадров,
- Тоирзода К.Т. к.э.н. – заместитель директора по экономике, производству и реализации достижений Института земледелия ТАСХН.

При посеве семян хлопчатника сорта «Ария» с одновременным внесением минеральных удобрений на площади 2,5 га в опытном хозяйстве «Зарнисор», г. Гиссар, Республика Таджикистан, машинно-тракторным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» были определены следующие технические характеристики:

Параметры	Показатели	
	По техническому заданию	По результатам испытаний
Производительность, га/час:		
- за час сменного времени	1,8	1,92
-за час эксплуатации	1,35	1,4
Масса, кг	до 420	450
Ширина междурядья, см	60,0	60,0
Ширина захвата агрегата, м:		
- рабочая	2,4	2,4
- конструктивная	1,8	1,8 – 2,1

Глубина посева, см:	- семени - удобрений	3,0 – 6,0 6,0 – 10,0	3,0 – 6,0 4,0 – 7,0
Расстояние между семенами (гнездами), см:		18-20	15-21
Норма высева минеральных удобрений, кг/га:		60-80	70
Глубина нарезки борозд, см:		10-12	8-12
Повреждение семян, %:		2	то 2
Отклонение от глубины посева, %:		2	то 2
Агрегируется с трактором класса		1,4	1,4
Скорость движения, км/ч:	-транспортровочная -рабочая	до 20 7,5	18 - 20 8,0
Тип агрегатирования с трактором		навесная	навесная
Габариты сеялки, мм:	- длина/ширина/высота	1600/2700/1650	1600/2700/1650

Вывод. Эксплуатационные показатели сеялки УКС-2,4 «НЦИТМ» соответствует показателям, приведенным в Техническом задании, сеялка выполняет технологическую операцию по посеву семян хлопчатника со внесением минеральных удобрений на регламентированную глубину, в соответствии с агротехническими требованиями.

По заключению апробационной комиссии окончательная оценка результата работы сеялки определяется после появления всходов семян возделываемой культуры.

Состав рабочей группы:

Исматов К.Н. 
Искандаров И.А. 
Сафаров Дж.М. 
Тоирзода К.Т. 
Саидзода Ш.Р. 

«Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 к.т.н., доцент Сафаров М.
 2023 год

АКТ

апробации научно-полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

В соответствии с рабочей программой 23 апреля 2023 года, с участием рабочей группы проводились научно-полевые эксперименты для определения эффективности посева хлопчатника сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором МТЗ-80Х.

Состав рабочей группы:

- Исмаатов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров,
- Искандаров И.А. - ученый секретарь,
- Саидзода Ш.Р. – заведующий отдела механизации,
- Сафаров Дж.М. - старший научный сотрудник отдела проектирования, науки, образования и подготовка научных кадров,
- Тоирзода К.Т. к.э.н. – заместитель директора по экономике, производству и реализации достижений Института земледелия ТАСХН.

При посеве семян хлопчатника сорта «Ария» с одновременным внесением минеральных удобрений на площади 3,0 га орошаемых землях Института земледелия ТАСХН, г. Гиссар, Республика Таджикистан, машина-тракторным агрегатом МТЗ-80Х+УКС-2,4 «НЦИТМ» были определены следующие технические характеристики:

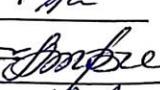
Параметры	Показатели	
	По техническому заданию	По результатам испытаний
Производительность, га/час:		
- за час сменного времени	1,8	1,92
-за час эксплуатации	1,35	1,4
Масса, кг	до 420	450
Ширина междурядья, см	60,0	60,0
Ширина захвата агрегата, м: - рабочая	2,4	2,4

	- конструктивная	1,8	1,8 – 2,1
Глубина посева, см:	- семени	3,0 – 6,0	3,0 – 6,0
	- удобрений	6,0 – 10,0	4,0 – 7,0
Расстояние между семенами (гнездами), см:		18-20	15-21
Норма высева минеральных удобрений, кг/га:		60-80	70
Глубина нарезки борозд, см:		10-12	8-12
Повреждение семян, %:		2	то 2
Отклонение от глубины посева, %:		2	то 2
Агрегируется с трактором класса		1,4	1,4
Скорость движения, км/ч:	-транспортировочная	до 20	18 - 20
	-рабочая	7,5	8,0
Тип агрегатирования с трактором		навесная	навесная
Габариты сеялки, мм: - длина/ширина/высота		1600/2700/1650	1600/2700/1650

Вывод. Конструктивная разработка машины УКС-2,4 соответствует инженерно-техническим требованиям и выполняет технологическую операцию по посеву семян хлопчатника с внесением минеральных удобрений на регламентированную глубину, в соответствии с агротехническими требованиями.

По заключению апробационной комиссии окончательная оценка результата работы машины определяется после появления всходов семян возделываемой культуры.

Состав рабочей группы:

Исмаатов К.Н. 
Искандаров И.А. 
Сафаров Дж.М. 
Тоирзода К.Т. 
Саидзода Ш.Р. 

«Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 к.т.н., доцент Сафаров М.
 2023 год

АКТ

о результате апробации научно-полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

В соответствии с рабочей программой 28 апреля 2023 года, с участием рабочей группы проводились научно-полевые эксперименты для определения эффективности посева сои сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» в агрегате с трактором МТЗ-80Х.

Состав рабочей группы:

- Исмаатов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров,
- Искандаров И.А. - ученый секретарь,
- Саидзода Ш.Р. – заведующий отдела механизации,
- Сафаров Дж.М. - старший научный сотрудник отдела проектирования, науки, образования и подготовка научных кадров,
- Холматов А. к.с.-х.н. - заведующий отдела селекции и семеноводство кукурузы Института земледелия ТАСХН.

При посеве семян сои сорта «Орзу» с внесением минеральных удобрений на площади 0,4 га опытного хозяйства «Зарнисор» г. Гиссар, Республика Таджикистан, посевным агрегатом МТЗ-82.1 + УКС-2,4 были определены следующие технические характеристики:

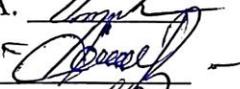
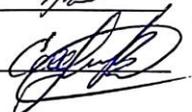
Параметры	Показатели	
	По техническому заданию	По результатам испытаний
Производительность, га/час:		
- за час сменного времени	1,8	1,92
-за час эксплуатации	1,35	1,4
Масса, кг	до 420	450
Ширина междурядья, см	60,0	60,0
Ширина захвата агрегата, м:		
- рабочая	2,4	2,4
- конструктивная	1,8	1,8 – 2,1

Глубина посева, см:	- семени - удобрений	3,0 – 6,0 6,0 – 10,0	3,0 – 6,0 4,0 – 7,0
Расстояние между семенами (гнездами), см:		18-20	15-21
Норма высева минеральных удобрений, кг/га:		60-80	70
Глубина нарезки борозд, см:		10-12	8-12
Повреждение семян, %:		2	то 2
Отклонение от глубины посева, %:		2	то 2
Агрегируется с трактором класса		1,4	1,4
Скорость движения, км/ч:	-транспортровочная -рабочая	до 20 7,5	18 - 20 8,0
Тип агрегатирования с трактором		навесная	навесная
Габариты сеялки, мм:	- длина/ширина/высота	1600/2700/1650	1600/2700/1650

Вывод. Конструктивная разработка машины УКС-2,4 «НЦИТМ» соответствует требованиям ЕСКД и выполняет технологическую операцию по посеву семян сои с внесением минеральных удобрений на заданную глубину, в соответствии с агротехническими требованиями.

По заключению апробационной комиссии окончательная оценка результата работы машины определяется после проклевывания семян возделываемой культуры.

Состав рабочей группы:

Исмаев К.Н. 
Искандаров И.А. 
Холматов А. 
Сафаров Дж.М. 
Саидзода Ш.Р. 


 «Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 К.Т.Н., доцент. _____ Сафаров М.
 2023 год

Акт

об освоении результатов научных, исследовательских и изобретательских работ

11.04.2023

1. Наименование изобретения: Универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур.
2. Когда и кем рекомендовано к производству: Ученым советом Центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства №1 от 24.01.23 года.
3. Вывод по результатам внедрения: универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» разработана как новое техническое средство для посева семян пропашных культур с внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд. Экспериментальный образец сеялки был разработан в Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

Экспериментальные исследования работы спроектированного посевного агрегата показали, что совмещение операций по посеву пропашных культур, внесению минеральных удобрений, нарезки поливных борозд а также защиты продуктивного слоя почвы за счет уменьшения механического воздействия, обеспечивают улучшение условий работы, снижает трудоёмкость и затраты энергии.

Годовая экономическая эффективность универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 относительно используемых в производстве аналогов при посеве хлопчатника составляет от 9566,83 до 17404,08 МДж, что по состоянию на 10 апреля 2023 года составляет от 1924,91 до 3501,82 сомони, а при посеве кукурузы от 4812,3 до 8754,6 сомони.

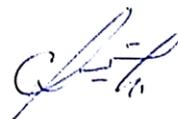
Конструктивно-технологические схемы предложенных в разработке посевного агрегата приняты Научным центром инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН для дальнейшего их использования при проектировании и усовершенствований эффективных технических средств.

Заместитель директора по науке,
образованию и подготовке научных
кадров НЦИТМСХ ТАСХН



Исмаатов К.Н.

Заведующий отдела технической
диагностики, ремонта и эксплуатации
машин НЦИТМСХ ТАСХН,
кандидат технических наук



Сайфов Н.Дж.

«Утверждаю»

Директор Института земледелия
Таджикской академии
сельскохозяйственных наук,
кандидат сельскохозяйственных наук
Саидзода Р.Ф.
«18» 04 2023 года

Акт

**об освоении результатов научных, исследовательских и
изобретательских работ**

17.04.2023

1. Наименование изобретения: Универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур.
2. Когда и кем рекомендовано к производству: Ученым советом Центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук №1 от 24.01.2023 года.
3. Место проведения внедрения: на орошаемых землях Института земледелия.
4. Площадь внедрения: посев кукурузы сорта «Дилшод» на 0,5 га.
5. Источник финансирования: Институт земледелия ТАСХН
6. Экономическая эффективность: 80 сомони/га x 0,5 га= 40 сомони.
7. Вывод по результатам внедрения: универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» разработана как новое техническое средство для посева пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд. Данный экспериментальный образец сеялки была разработана учеными Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

За счет экономии энергетических и топливных ресурсов, сокращения числа прохода агрегата для внесения удобрения и нарезки поливных борозд, а также защиты продуктивного слоя почвы, обеспечивается эффективность технологического процесса.

Заместитель директора по экономике,
производству и реализации достижений
Института земледелия ТАСХН,
кандидат экономических наук

Тоирзода К.

Заведующий отдела селекции
и семеноводства кукурузы
Института земледелия ТАСХН,
кандидат сельскохозяйственных наук

Холматов А.

«Утверждаю»

Директор опытного хозяйства

«Зироаткор», Гиссар,

Республика Таджикистан,

Абдуллоев Р.

« 18 » 04 2023 года



Акт

**об освоении результатов научных, исследовательских и
изобретательских работ**

18.04.2023

1. Наименование изобретения: Универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «ИЦИТМ» для посева семян пропашных культур.
2. Когда и кем рекомендовано к производству: Ученым советом Центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук №1 от 24.01.2023 года.
3. Место проведения внедрения: на орошаемых землях опытного хозяйства «Зироаткор», г. Гиссар, Республика Таджикистан.
4. Площадь внедрения: посев кукурузы сорта «Фанян Ф-1» на 3 га.
5. Источник финансирования: опытное хозяйство «Зироаткор», г. Гиссар, РТ.
6. Экономическая эффективность: 80 сомони/га x 3 га= 240 сомони.
7. Вывод по результатам внедрения: универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «ИЦИТМ» разработана как новое техническое средство для посева семян пропашных культур с внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд. Экспериментальный образец сеялки был разработан в Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

За счет экономии энергетических и топливных ресурсов, сокращения числа прохода агрегата для внесения удобрения и нарезки поливных борозд, а также защиты продуктивного слоя почвы, обеспечивается эффективность предложенной сеялки и технологического процесса посева пропашных культур.

Главный агроном опытного
хозяйства «Зироаткор»

Партов А.

Главный инженер опытного
хозяйства «Зироаткор»

Абдуллоев О.



**об освоении результатов научных, исследовательских и
изобретательских работ**

19.04.2023

1. Наименование изобретения: Универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур.
2. Когда и кем рекомендовано к производству: Ученым советом Центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук №1 от 24.01.2023 года.
3. Место проведения внедрения: на орошаемых землях опытного хозяйства «Зарнисор», г. Гиссар, Республика Таджикистан.
4. Площадь внедрения: посев хлопчатника сорта «Ария» на 2,5 га.
5. Источник финансирования: опытное хозяйство «Зарнисор», г. Гиссар, РТ.
6. Экономическая эффективность: 32 сомони/га x 2,5 га= 80 сомони.
7. Вывод по результатам внедрения: универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» разработана как новое техническое средство для посева семян пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд. Экспериментальный образец сеялки был разработан учеными Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

За счет экономии энергетических и топливных ресурсов, сокращения числа прохода агрегата для внесения удобрения и нарезки поливных борозд, а также защиты продуктивного слоя почвы, обеспечивается эффективность предложенной сеялки и технологического процесса посева пропашных культур.

Главный агроном опытного
хозяйства «Зарнисор»

Гафуров М.

Главный инженер опытного
хозяйства «Зарнисор»

Тураев С.

«Утверждаю»



АКТ

**об освоении результатов научных, исследовательских и
изобретательских работ**

20.04.2023

1. Наименование изобретения: Универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур.
2. Когда и кем рекомендовано к производству: Ученым советом Центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук №1 от 24.01.2023 года.
3. Место проведения внедрения: на орошаемых землях опытного хозяйства «Зарнисор», г. Гиссар, Республика Таджикистан.
4. Площадь внедрения: посев кукурузы сортов «Дилшод» и «Фанян Ф-1», 1,5 га.
5. Источник финансирования: опытное хозяйство «Зарнисор», г. Гиссар, РТ.
6. Экономическая эффективность: 80 сомони/га x 1,5 га = 120 сомони.
7. Выводы по результатам освоения: универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» разработана как новое техническое средство для посева семян пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд. Экспериментальный образец сеялки был разработан учеными Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

За счет экономии энергетических и топливных ресурсов, сокращения числа прохода агрегата для внесения удобрения и нарезки поливных борозд, а также защиты продуктивного слоя почвы, обеспечивается эффективность данной машины и технологического процесса посева культур.

Главный агроном опытного
хозяйства «Зарнисор»

Гафуров М.

Главный инженер опытного
хозяйства «Зарнисор»

Тураев С.

«Утверждаю»

Директор опытного хозяйства

«Зироаткор», г. Гиссар,

Таджикистан,

Сафаров Р.

2023 года



Акт

**об освоении результатов научных, исследовательских и
изобретательских работ**

21.04.2023

1. Наименование изобретения: Универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур.
2. Когда и кем рекомендовано к производству: Ученым советом Центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук №1 от 24.01.2023 года.
3. Место проведения внедрения: на орошаемых землях опытного хозяйства «Зироаткор», г. Гиссар, Республика Таджикистан.
4. Площадь внедрения: посев хлопчатника сорта «Ария» на 3 га.
5. Источник финансирования: опытное хозяйство «Зироаткор», г. Гиссар, РТ.
6. Экономическая эффективность: 32 сомони/га x 3 га= 96 сомони.
7. Вывод по результатам внедрения: универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» разработана как новое техническое средство для посева семян пропашных культур с внесением минеральных удобрений и нарезки полевых борозд. Экспериментальный образец сеялки был разработан в Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

За счет экономии энергетических и топливных ресурсов, сокращения числа прохода агрегата для внесения удобрения и нарезки полевых борозд, а также защиты продуктивного слоя почвы, обеспечивается эффективность предложенной сеялки и технологического процесса посева пропашных культур.

Главный агроном опытного
хозяйства «Зироаткор»

Партов А.

Главный инженер опытного
хозяйства «Зироаткор»

— Абдуллоев О.

«Утверждаю»

Директор Института земледелия
Таджикской академии
сельскохозяйственных наук,
кандидат сельскохозяйственных наук
Саидзода Р.Ф.
04 2023 года



Акт

**об освоении результатов научных, исследовательских и
изобретательских работ**

23.04.2023

1. Наименование изобретения: Универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур.
2. Когда и кем рекомендовано к производству: Ученым советом Центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук №1 от 24.01.2023 года.
3. Место проведения внедрения: на орошаемых землях Института земледелия.
4. Площадь внедрения: посев хлопчатника сорта «Ария» на 3 га.
5. Источник финансирования: Институт земледелия ТАСХН
6. Экономическая эффективность: 32 сомони/га x 3 га= 96 сомони.
7. Вывод по результатам внедрения: универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» разработана как новое техническое средство для посева пропашных культур с одновременным внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд. Данный экспериментальный образец сеялки была разработана учеными Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

За счет экономии энергетических и топливных ресурсов, сокращения числа прохода агрегата для внесения удобрения и нарезки поливных борозд, а также защиты продуктивного слоя почвы, обеспечивается эффективность технологического процесса.

Заместитель директора по экономике,
производству и реализации достижений
Института земледелия ТАСХН,
кандидат экономических наук



Тоирзода К.

Заведующий отдела селекции
средневолокнистого хлопчатника
Института земледелия ТАСХН,
кандидат сельскохозяйственных наук



Яхёев Т.К.

«Утверждаю»

Директор сельскохозяйственной
опытной станции «Дангара»
Института земледелия ТАСХН,
Дангаринский район,
Республика Таджикистан,
Махмадуллозода М.
2023 года

Акт

об освоении результатов научных, исследовательских и
изобретательских работ

04.05.2023

1. Наименование изобретения: Универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» для посева семян пропашных культур.
2. Когда и кем рекомендовано к производству: Ученым советом Центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук №1 от 24.01.2023 года.
3. Место проведения внедрения: на орошаемых землях сельскохозяйственной опытной станции «Дангара» Института земледелия ТАСХН, Дангаринский район, РТ.
4. Площадь внедрения: посев кукурузы сорта «Дилшод» на 2 га.
5. Источник финансирования: сельскохозяйственная опытная станция «Дангара» Института земледелия ТАСХН, Дангаринский район, Республика Таджикистан.
6. Экономическая эффективность: 80 сомони/га x 2 га= 160 сомони.
7. Вывод по результатам внедрения: универсальная комбинированная сеялка УКС-2,4 «НЦИТМ» разработана как новое техническое средство для посева семян пропашных культур с внесением минеральных удобрений и нарезки поливных борозд. Экспериментальный образец сеялки был разработан в Научном центре инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН.

За счет экономии энергетических и топливных ресурсов, сокращения числа прохода агрегата для внесения удобрения и нарезки поливных борозд, а также защиты продуктивного слоя почвы, обеспечивается эффективность предложенной сеялки и технологического процесса посева пропашных культур.

Заместитель директора по экономике,
производству и реализации достижений
Института земледелия ТАСХН, к.э.н.

Тоирзода К.

Заведующий отдела селекции
и семеноводства кукурузы
Института земледелия ТАСХН, к.с.-х.н.

Холматов А.

«Утверждаю»

Директор Научного центра
инновационных технологий и
механизации сельского хозяйства ТАСХН
к.т.н. доцент  Сафаров М.
2023 год



АКТ

апробации полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

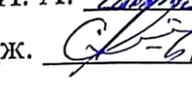
Согласно распоряжению администрации Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН №12 от 25 мая 2023 года создана комиссия по апробации полевых опытов в следующем составе:

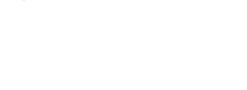
- Сафаров М. к.т.н., доцент - директор Научного Центра – председатель комиссии,
- Исмамов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров - заместитель председателя комиссии,
- Искандаров И.А. – ученый секретарь – член комиссии,
- Саидзода Ш.Р. - заведующий отдела механизации – член комиссии,
- Сайфов Н.Дж. к.т.н. - заведующий отдела технической диагностики, ремонта и эксплуатации машин - член комиссии.

Цель апробации - определение и наблюдение за условиями и методами проведения полевых опытов согласно утвержденной Программе НИР. Разработанной сеялкой УКС-2,4 «НИЦТМ» 17 апреля 2023 года, на орошаемых землях Института земледелия ТАСХН, г. Гиссар, Республика Таджикистан, был проведен посев кукурузы сорта «Дилшод» на общей площади 0,5 га.

Апробационная комиссия 8 июня 2023 года с участием представителя Администрации ТАСХН, главного ученого секретаря ТАСХН – к.с.-х.н. Ниъматова М.М., заместитель директора по экономике, производству и реализации достижений Института земледелия ТАСХН – к.э.н. Тоирзода К., заведующего отдела селекции и семеноводство кукурузы Института земледелия ТАСХН – к.с.-х.н. Холматова А, в период возделывания кукурузы на орошаемых землях Института земледелия ТАСХН, г. Гиссар, Республика Таджикистан, произвела осмотр и оценку состояния посевов кукурузы. Комиссия считала состояние посевов кукурузы как «хорошее». Отмечено, что норма высева семян, густота растений и другие агротехнические показатели соответствуют агротехническим требованиям.

Состав апробационной комиссии:

Сафаров М. 
Исмамов К. Н. 
Искандаров И. А. 
Сайфов Н. Дж. 

Ниъматов М. М. 
Тоирзода К. 
Холматов А. 
Саидзода Ш. Р. 

«Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 к.т.н., доцент. _____ Сафаров М.
 2023 год



АКТ

апробации полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

Согласно распоряжению администрации Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН №12 от 25 мая 2023 года создана комиссия по апробации полевых опытов в следующем составе:

- Сафаров М. к.т.н., доцент - директор Научного Центра – председатель комиссии,
- Исмамов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров - заместитель председателя комиссии,
- Искандаров И.А. – ученый секретарь – член комиссии,
- Саидзода Ш.Р. - заведующий отдела механизации – член комиссии,
- Сайфов Н.Дж. к.т.н. - заведующий отдела технической диагностики, ремонта и эксплуатации машин - член комиссии.

Цель апробации - определение и наблюдение за условиями и методами проведения полевых опытов согласно утвержденной Программе НИР. Посев кукурузы сортов «Фанян Ф-1» и «Дилшод» проводились сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» на орошаемых землях опытного хозяйства «Зарнисор», г. Гиссар, Республика Таджикистан 19 апреля 2023 года.

Апробационная комиссия 8 июня 2023 года с участием представителя Администрации ТАСХН, главного ученого секретаря ТАСХН – к.с.-х.н. Нияматова М.М., заместитель директора по экономике, производству и реализации достижений Института земледелия ТАСХН – к.э.н. Тоирзода К., заведующего отдела селекции и семеноводство кукурузы Института земледелия ТАСХН – к.с.-х.н. Холматова А. и главного агронома опытного хозяйства «Зарнисор» – Гафурова М., в период возделывания кукурузы в опытном хозяйстве «Зарнисор», г. Гиссар, Республика Таджикистан, произвела осмотр и оценку состояния посевов кукурузы. Комиссия считала состояние посевов кукурузы как «хорошее». Отмечено, что норма высева семян, густота растений и другие агротехнические показатели соответствуют агротехническим требованиям.

Состав апробационной комиссии:

Сафаров М. _____
 Исмамов К. Н. _____
 Искандаров И. А. _____
 Сайфов Н. Дж. _____
 Саидзода Ш. Р. _____

Нияматов М. М. _____
 Тоирзода К. _____
 Холматов А. _____
 Гафуров М. _____


 «Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 к.т.н., доцент _____ Сафаров М.
 «09» _____ 2023 год

АКТ

апробации полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

Согласно распоряжению администрации Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН №12 от 25 мая 2023 года создана комиссия по апробации полевых опытов в следующем составе:

- Сафаров М. к.т.н. - директор Научного Центра – председатель комиссии,
- Исмамов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров - заместитель председателя комиссии,
- Искандаров И.А. - ученый секретарь – член комиссии,
- Саидзода Ш.Р. - заведующий отдела механизации – член комиссии,
- Сайфов Н.Дж. к.т.н. - заведующий отдела технической диагностики, ремонта и эксплуатации машин - член комиссии.

Цель апробации – оценка состояния посевов хлопчатника сорта «Ария» в опытном хозяйстве «Зарнисор», г. Гиссар, Республика Таджикистан, посеянного сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» 19 апреля 2023 года, на общей площади 2,5 га.

Апробационная комиссия 8 июня 2023 года с участием представителя Администрации ТАСХН, главного ученого секретаря ТАСХН – к.с.-х.н. Ниъматова М.М., заместителя директора по экономике, производству и реализации достижений Института земледелия ТАСХН – к.э.н. Тоирзода К., заведующего отдела селекции средневолокнистого хлопчатника Института земледелия ТАСХН – к.с.-х.н. Яхёева Т.К. и главного агронома опытного хозяйства «Зарнисор» – Гафурова М., в период возделывания хлопчатника в опытном хозяйстве «Зарнисор», г. Гиссар, Республика Таджикистан, произвели осмотр и оценку состояния хлопчатника. Комиссия оценила состояние возделывания хлопчатника на «хорошо». Было отмечено, что при проведении посева и других технологических операций были соблюдены все требования агротехники.

Состав апробационной комиссии:

Сафаров М. _____

Исмамов К. Н. _____

Искандаров И. А. _____

Сайфов Н. Дж. _____

Саидзода Ш. Р. _____

Ниъматов М. М. _____

Тоирзода К. _____

Яхёев Т. К. _____

Гафуров М. _____


«Утверждаю»
 Директор Научного центра
 инновационных технологий и
 механизации сельского хозяйства ТАСХН
 к.т.н., доцент. _____ Сафаров М.
 «09» _____ 2023 год

АКТ

апробации полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

Согласно распоряжению администрации Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН №12 от 25 мая 2023 года создана комиссия по апробации полевых опытов в следующем составе:

- Сафаров М. к.т.н. - директор Научного Центра – председатель комиссии,
- Исмаатов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров - заместитель председателя комиссии,
- Искандаров И.А. - ученый секретарь – член комиссии,
- Саидзода Ш.Р. - заведующий отдела механизации – член комиссии,
- Сайфов Н.Дж. к.т.н. - заведующий отдела технической диагностики, ремонта и эксплуатации машин - член комиссии.

Цель апробации – оценка состояния посевов хлопчатника сорта «Ария» на орошаемых землях Института земледелия ТАСХН, г. Гиссар, Республика Таджикистан, посеянного сеялкой УКС-2,4 «НЦИТМ» 23 апреля 2023 года, на общей площади 3,0 га.

Апробационная комиссия 8 июня 2023 года с участием представителя Администрации ТАСХН, главного ученого секретаря ТАСХН – к.с.-х.н. Нияматова М.М., заместитель директора по экономике, производству и реализации достижений Института земледелия ТАСХН – к.э.н. Тоирзода К., заведующего отдела селекции средневолокнистого хлопчатника Института земледелия ТАСХН – к.с.-х.н. Яхёева Т.К, в период возделывания хлопчатника на орошаемых землях Института земледелия ТАСХН, г. Гиссар, Республика Таджикистан, произвели осмотр и оценку состояния хлопчатника. Комиссия оценила состояние возделывания хлопчатника на «хорошо». Было отмечено, что при проведении посева и других технологических операций были соблюдены все требования агротехники.

Состав апробационной комиссии:

Сафаров М. _____
 Исмаатов К. Н. _____
 Искандаров И. А. _____
 Сайфов Н. Дж. _____

Нияматов М. М. _____
 Тоирзода К. _____
 Яхёев Т. К. _____
 Саидзода Ш. Р. _____

«Утверждаю»

Директор Научного центра
инновационных технологий и
механизации сельского хозяйства ТАСХН
к.т.н., доцент Сафаров М.
«09» 05 2023 год

АКТ

о результате апробации научно-полевых экспериментов сотрудников Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства Таджикской академии сельскохозяйственных наук.

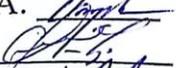
Согласно распоряжению администрации Научного центра инновационных технологий и механизации сельского хозяйства ТАСХН №12 от 25 мая 2023 года создана комиссия по апробации полевых опытов в следующем составе:

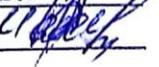
- Сафаров М., к.т.н., доцент - директор Научного Центра – председатель комиссии,
- Исмамов К.Н. - заместитель директора по науке, образованию и подготовке научных кадров - заместитель председателя комиссии,
- Искандаров И.А. - ученый секретарь – член комиссии,
- Саидзода Ш.Р. - заведующий отдела механизации – член комиссии,
- Сайфов Н.Дж. к.т.н. - заведующий отдела технической диагностики, ремонта и эксплуатации машин - член комиссии.

Цель апробации – оценка состояния посевов сои, проверка соответствия проведения экспериментальных исследований сеялки УКС-2,4 «НИЦТМ» в агрегате с трактором класса 1,4 разработанной по Программе и методике НИОКР в условиях опытного хозяйства «Зарнисор» г. Гиссар, Республика Таджикистан 28 апреля 2023 года, при посеве сои сорта «Орзу» на общей площади 0,4 га.

Апробационная комиссия при участии представителя Администрации ТАСХН, главного ученого секретаря ТАСХН – к.с.-х.н. Ниъматова М.М., заместитель директора по экономике, производству и реализации достижений Института земледелия ТАСХН – к.э.н. Тоирзода К., заведующего отделена селекции и семеноводство кукурузы Института земледелия ТАСХН – к.с.-х.н. Холматова А. и главного агронома опытного хозяйства «Зарнисор» – Гафурова М., в период посева сои и её роста и развития в опытном хозяйстве «Зарнисор», г. Гиссар, произвели осмотр и оценку состояния сои. Комиссия оценила состояние возделывания сои как «хорошее». Было отмечено, что нормы высева, густота между растениями, ряд и глубина борозд соблюдались в соответствии с агротехническими требованиями, а развитие растения находилось в хорошем состоянии.

Состав апробационной комиссии:

Сафаров М. 
Исмамов К. Н. 
Искандаров И. А. 
Сайфов Н. Дж. 
Саидзода Ш. Р. 

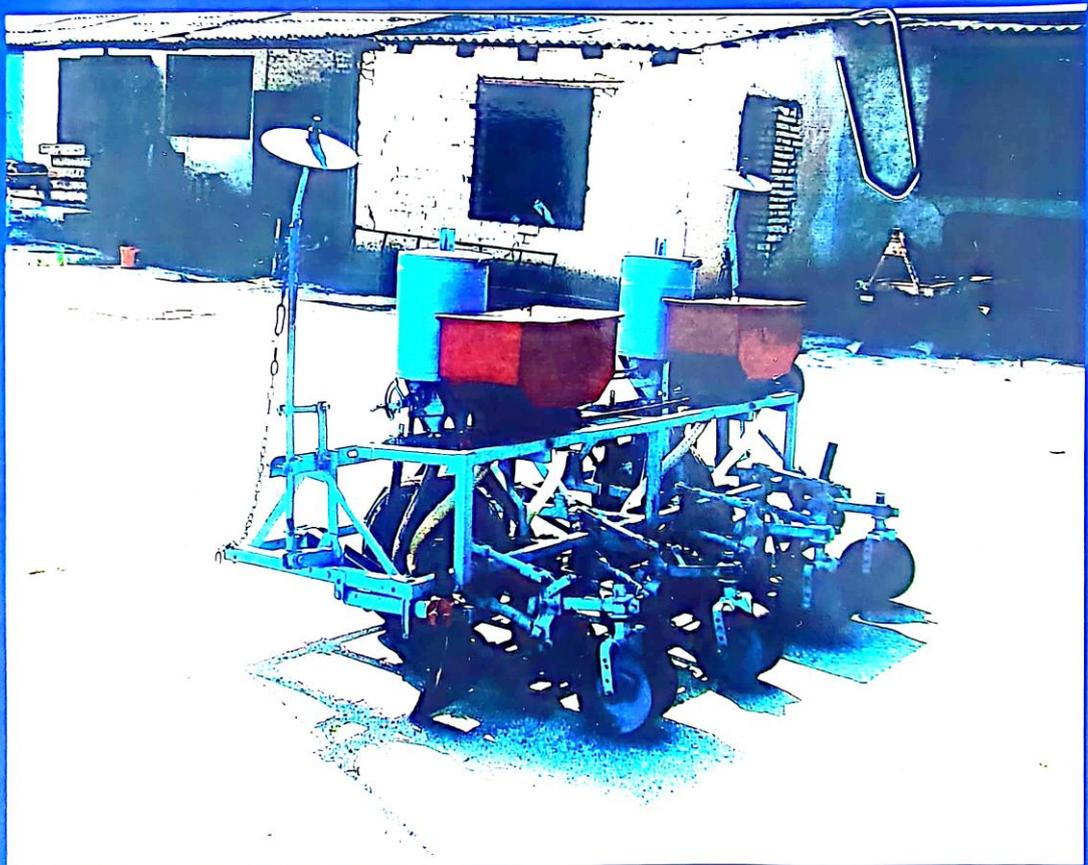
Ниъматов М. М. 
Тоирзода К. 
Холматов А. 
Гафуров М. 

Министерство сельского хозяйства
Республики Таджикистан

Государственное предприятие
Таджикская государственная машиноиспытательная станция

ПРОТОКОЛ 10-2024 (109)

**ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ
универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4**



Рудаки - 2024

-31-

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

На основании результатов государственных испытаний универсальной комбинированной сеялки УКС-2,4 Таджикская МИС отмечает:

1. Технологический процесс посева семян кукурузы с одновременным внесением минерального удобрения и нарезкой полевых борозд сеялки выполняется устойчиво. Коэффициент надежности технологического процесса равен 1,0.
2. Основные показатели качества выполнения технологического процесса посева семян кукурузы с одновременным внесением минерального удобрения и нарезки полевых борозд соответствуют требованиям агротехники.
3. Конструкция сеялки соответствует основным требованиям ГОСТ 12.2. 111-85 по безопасности конструкции и не влияет отрицательно на здоровье обслуживающего персонала.
4. Совмещение операций посева, внесения удобрений и нарезки полевых борозд значительно сокращает время и затраты (на агрегаты, топлива) на их проведение и способствует более раннему всходу растений.

На основании вышеуказанных заключений Таджикская МИС рекомендует:

1. Универсально-комбинированную сеялку можно использовать в сельском хозяйстве Республики Таджикистан.

Директор ГП «ТГМИС»



А. Алиев

Главный инженер

Ф. Умаров

Рук. лаборатории технических измерений

В.Маликов

Рук. лаборатории испытания сельхозмашин, агротехнической оценки машин и оценки условий труда

А.Маликджанов

Ведущий инженер

А.Маликджанов