

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Российский государственный аграрный университет –
МСХА имени К.А. Тимирязева»
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

На правах рукописи

Алшабеби Аль-Хаттаб Нихад Муса

**ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОКОНТУРНЫХ УЧАСТКОВ
РЕСПУБЛИКИ ИРАК**

Специальность 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук, доцент
Майстренко Николай Александрович

Москва – 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУ В УСЛОВИЯХ ПРОВИНЦИИ ДИЯЛА РЕСПУБЛИКИ ИРАК	14
1.1. Характеристика производственных и агроландшафтных условий возделывания пшеницы в Республике Ирак.....	14
1.2 Анализ технических средств реализации механизированных работ при возделывании пшеницы в условиях провинции Дияла республики Ирак	24
1.3 Производство зерновых культур в республике Ирак.....	32
1.4 Анализ существующей технологий возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла республики Ирак	35
1.5. Исследования методов повышения эффективности эксплуатационного обеспечения возделывания сельскохозяйственных культур в условиях провинции Дияла республики Ирак	41
1.6 Выводы по 1 главе и задачи исследования.....	43
ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПШЕНИЦЫ	46
2.1 Разработка перспективной технологии возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла для реализации интенсивного способа сельскохозяйственного производства	46
2.2 Обоснование энергосберегающих режимов работы двигателя трактора	49
2.3 Обоснования параметров машинно-тракторных агрегатов.....	53
2.4 Обоснование оптимальных режимов использования сельскохозяйственных машин в условиях провинции Дияла республики Ирак	56
2.5 Обоснования состава эксплуатационных режимов машинно-тракторных агрегатов	58
2.6 Методика определение эксплуатационных показателей.....	62
ГЛАВА 3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	68
3.1 Характеристика условий испытаний по проведению эксплуатационно-технологической оценки машинно-тракторных агрегатов	68

3.2 Программа и методика испытаний на полях провинции Дияла Республики Ирак.....	69
3.3 Хронометражные наблюдения.....	79
3.4 Методика обработки исходной информации.....	86
ГЛАВА 4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	92
4.1 Анализ мелкоконтурной специфики и конфигурации полей в провинции Дияла республики Ирак	92
4.2 Обоснование типовых групп полей, производственных и агроландшафтных условий.....	94
4.3 Обобщённые данные по оптимизации эксплуатационных параметров	97
4.4 Рекомендации по формированию механизированных отрядов	101
4.5 Техничко-экономическое обоснование внедрения новых комплексов машин для возделывания пшеницы	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	109
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	112
ПРИЛОЖЕНИЯ	129

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Пшеница является одной из важнейших озимых культур, и является основным продуктом питания для всех слоев населения; из неё производят хлеб, один из важнейших компонентов рациона питания для людей, макаронные изделия и в различных сферах пищевой промышленности, а также используют побочную продукцию в животноводстве.

Развитие сельскохозяйственного производства в целом, и разработка продуктов питания для человека в частности, занимают значительную часть при планировании сельскохозяйственной экономической политики, особенно в развивающихся странах. Среди них Ирак, который страдает от проблемы нехватки продовольствия, поскольку разрыв между его сельскохозяйственным производством потребностями со временем увеличивается, и причина этой проблемы заключается в увеличении количества населения темпами, превышающими динамику развития сельскохозяйственного производства, что приводит к дефициту продовольствия. Это требует уделять внимание исследованиям, которые специализируются на экономике сельскохозяйственного производства за счет оптимального использования экономических ресурсов и достижения высоких темпов сельскохозяйственного производства, наиболее важной зерновой культурой является пшеница, которая занимает привилегированное экономическое положение в большинстве стран мира, поскольку ее значение в мировом продовольствии составляет 40%, а также обеспечивает мир 55% от общего количества углеводов и 20% потребляемых пищевых калорий. На её долю также приходится 17% объема экспорта на мировой рынок. [14, 40]

Учитывая огромное значение в возделывании пшеницы, увеличение численности населения и растущую потребность в этом сырье, необходимо изыскивать современные методы для развития и выращивания пшеницы; путем обоснования средств для её выращивания, чтобы достичь наилучших результатов в увеличении производства и снижении затрат. [79, 52]

Прорывное развитие сельского хозяйства Республики Ирак не мыслимо без реализации комплекса мер, направленных на эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения, с модернизацией технологий возделывания сельскохозяйственных культур.

Последними изменениями в законодательстве Ирака являются ограничения максимальной суммарной площади земельных участков, используемых частными сельскохозяйственными предприятиями, которая не должна превышать 250 га на неорошаемых землях и 150 га на орошаемых [99].

С учётом лимитирования общей площади земель, фермеру приходится обрабатывать более 30 мелкоконтурных полей, различной конфигурации.

Внедрение перспективных технологий требует применения современной техники и оборудования, что влечёт за собой трансформацию реализации технологических процессов в агропромышленном комплексе Ирака.

В связи с этим, при выборе энергетических средств важно учитывать при планировании механизированных работ структуру сельхозтоваропроизводителей, зональные и производственные условия, а также сложившуюся экономическую среду. Данные аргументы свидетельствуют о необходимости повышения эффективности эксплуатационного обеспечения возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла республики Ирак и подтверждают актуальность выбранной темы. Для повышения урожайности, при возделывании пшеницы, необходимо уделять внимание механизации её производства, включая повышение эффективности энергетической составляющей с использованием высокоэффективных машин и агрегатов, соответствующие источники мощности и облегчение тяжелой рабочей нагрузки сельскохозяйственного работника. Производительность труда рабочего также значительно возросла, а механизация сельского хозяйства сэкономила много времени и затрат, необходимых для производства урожая пшеницы [81].

Применение высокопроизводительных машинно-тракторных агрегатов (МТА) может быть использовано в сельском хозяйстве для повышения урожайности сельскохозяйственных культур, и служить драйвером ускорения

завершения работ и содействия интенсификации сельского хозяйства, способствовать обеспечению растений, требуемым количеством влаги, необходимой для орошения посевов, или снижения производственных затрат, а также поддержки торгового баланса государства, улучшения уровня жизни сельского жителя. Эти цели могут быть объединены [55].

Тренд повышения эффективности выполнения механизированных работ направлен на эксплуатацию МТА с оптимальными параметрами при выполнении сельскохозяйственных операций, уменьшения уплотнения почвы или снижения энергопотребления в местных условиях, многие машины импортируются и предназначены для работы в различных областях, в соответствии с климатическими условиями с точки зрения площади поля, типа почвы, технического и технологического потенциала хозяйства, а также экономических условий. Это демонстрирует важность развития использования сельскохозяйственной техники в Ираке, даже если она импортируется из зарубежных стран. [16, 44]

На сегодняшний день пшеница, выступает практически как монокультура в системах севооборота провинций Республики Ирак, это способствовало нормативно-правовые акты и особенности географического место расположения земель, на которых возделываются злаковые культуры. [81]

Рассмотрение вопросов повышения эффективности эксплуатационного обеспечения производственного процесса возделывания пшеницы в условиях мелкоконтурных участков в Республики Ирак, непосредственно связано с обоснованием параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов при реализации технологических процессов, определением оптимального количества и состава машинно-технологических станций (МТС), для выполнения механизированных работ, в отведённые агротехнологические сроки, что и составляет основу настоящего исследования.

Степень разработанности. Эксплуатационные характеристики двигателей тракторов имеют важное значение при выборе оптимальных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов (МТА).

Теоретические основы работы тракторных двигателей (ДВС) включают изучение крутящего момента и его значимости для работы сельскохозяйственных агрегатов. Это параметр, определяющий силу вращения вала двигателя и влияющий на его мощность. Также рассматривается частота вращения, которая играет важную роль в оптимизации работы двигателей, влияя на их эффективность. Эти теоретические аспекты являются основой для выбора оптимальных режимов работы и методов оптимизации тракторных двигателей в целях повышения их эффективности.

Определение оптимальных эксплуатационных характеристик машинно-тракторных агрегатов, в соответствующих производственных и агроландшафтных условиях позволяют повысить эффективность эксплуатационного обеспечения возделывания пшеницы в условиях республики Ирак.

Наиболее рациональным способом определения оптимальных значений является поэтапное моделирование в качестве системного подхода с выбором энергосберегающих режимов работы, определением оптимальных эксплуатационных характеристик мобильных энергетических средств (МЭС).

Эффективность использования техники напрямую зависит от оптимального тягового усилия, энергоэффективности, эксплуатационной скорости и обоснованной ширины захвата МТА.

На сегодняшний день при выращивании пшеницы в Ираке отсутствует научная составляющая планирования и организации механизированных работ. Типаж, вид тракторов и состав мобильных сельскохозяйственных агрегатов выбирается произвольно без учёта различных критериев оптимальности. В связи со спецификой ведения сельского хозяйства в Ираке, наблюдается нехватка сельскохозяйственных машин и агрегатов.

Изучаемые процессы включают в себя как теоретические, так и практические элементы, что позволяет облегчить экспериментальную и практическую эксплуатацию сельскохозяйственной техники. Работа в сельском

хозяйстве требует постоянного совершенствования процессов и повышения эффективности функционирования машинно-тракторных агрегатов.

Целью и задачами диссертационной работы является разработка методики обоснования комплекса машин для повышения эффективности возделывания пшеницы в условиях мелкоконтурных участков Республики Ирак.

Для решения поставленной цели требуется реализация следующих задач:

1. Проанализировать производственные и агроландшафтные условия возделывания пшеницы в провинции Дияла Республики Ирак.
2. Разработать модель определения оптимальных параметров мобильных энергетических средств при выполнении полевых работ.
3. Разработать перспективную технологию возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла.
4. Провести испытания, предлагаемых составов машинно-тракторных агрегатов на выполнении основных механизированных работ.
5. Обосновать рекомендации по определению комплекса машин для возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла Республики Ирак.

Научную новизну составляет методика, основанная на системном подходе, определения оптимальных эксплуатационных параметров функционирования машинно-тракторных агрегатов для выполнения основных операций при реализации перспективной технологий возделывания пшеницы в условиях Ирака, и определение на основе полученных данных и значений структуры и состава технических средств для возделывания пшеницы на относительно небольших участках.

Теоретическая и практическая значимость работы. Методика разработки перспективных технологий производства продукции растениеводства в специфических условиях (мелкоконтурных) участков провинции Дияла Республики Ирак, обоснование параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов при реализации основных технологических операций, для дальнейшего определения состава машин при возделывании пшеницы является драйвером развития научно-обоснованных методов

планирования и организации технологий возделывания культурных растений в агропромышленном секторе Ирака.

Написанные прикладные программы для ЭВМ на базе классических софтов, позволяют реализовывать разработку перспективных технологий возделывания пшеницы в Республике Ирак, в конкретных сочетаниях производственных и агроландшафтных условий. На ряду с этим, позволяют проводить имитационное моделирование выполнения механизированных работ при реализации производственных и технологических процессов.

Обоснованные параметры и режимы работы мобильных машинно-тракторных агрегатов позволяют определить типаж и оптимальное численно значение энергетических средств при составлении комплекса машин для возделывания пшеницы по перспективной технологии в условиях мелкоконтурных участков, и послужить ориентиром при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при проектировании и производства сельскохозяйственных машин собственного изготовления (сделано в Ираке).

Разработка адаптированных методов эксплуатации машинно-тракторных агрегатов в таких условиях, позволят формулировать рекомендации по снижению производственных издержек, потери урожая и изыскиванию резервов повышения производительности.

Разработанный комплекс инноваций может быть использован для повышения эффективности эксплуатационного обеспечения технологических и производственных процессов при выращивании пшеницы в условиях агропромышленного сектора Ирака, что подтверждается данными, полученными в результате эксперимента, актами внедрения научных результатов, используемых при разработке механизированных технологий для возделывания сельскохозяйственных культур, корректировке организации и выполнения механизированных работ, а также используются в учебной процесса при подготовке студентов и магистрантов по направлению подготовки «Агроинженерия» в ВУЗе Российской Федерации.

Методология и методы исследования. Методология исследований основывается на комплексном подходе решения оптимизационных задач [93]. Он включает системный анализ, статистическую обработку данных, временные наблюдения, анализ эксплуатационных характеристик агрегатов машин и тракторов.

Исследование основано на применении общепринятых методов статистического анализа, в частности методологии проведения испытаний, с акцентом на операционную и техническую оценку (МТА) в ходе полевых испытаний.

Кроме того, был проведен анализ данных и совокупных значений, полученных в ходе эксперимента, с использованием методов математической статистики и планирования экспериментов.

Для достижения оптимальных решений были использованы методы математического анализа.

Объект исследования – производственные процессы и технология возделывания пшеницы в условиях Республики Ирак

Предмет исследования – параметры и режимы работы машинно-тракторных агрегатов их состав, а также комплекс сельскохозяйственных машин и энергетических средств.

Положения, выносимые на защиту. На защиту выносятся следующие основные положения:

- особенности условий выращивания и сбора урожая пшеницы с использованием технологий, соответствующих местным условиям (в отношении провинции Дияла в Республике Ирак);

- обоснование перечня механизированных работ и сроков их проведения при реализации технологии возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла Республики Ирак;

- модель оптимизации эксплуатации машинно-тракторных агрегатов в условиях Провинции Дияла с учётом мелкоконтурных участков;

- методика и программы испытаний мобильных энергетических средств при выполнении механизированных работ на основных операциях возделывания пшеницы;

- рекомендации выбора оптимального состава машинно-тракторных агрегатов, и формирования структуры комплекса машин для возделывания пшеницы в условиях Республики Ирак

Степень достоверности и апробация результатов работы.

Исследование сосредоточено на разработке интегрированной системы применения сельскохозяйственной техники для возделывания пшеницы на малых сельскохозяйственных участках в Республике Ирак, учитывающей экономические, экологические и технические аспекты. Это достигается путем выбора соответствующего оборудования, с учетом ограниченных площадей, характеристик почвы и потребностей местных фермеров. Исследование также включает анализ энергетических параметров и эксплуатационной эффективности различных сельскохозяйственных машин для обеспечения высокой производительности при низких эксплуатационных расходах.

Теоретическую базу математической модели определения параметров составляют теория обеспечения надежности выполнения производственных задач, математические методы моделирования сложных систем. Исследования выполнены на основе анализа производственных и агроландшафтных условий, характеризующих специфические особенности эксплуатации технических средств, этапов возделывания пшеницы в Республике Ирак, с учётом которых сформулированы цели и задачи исследования.

Для решения поставленных задач и формирования научного направления исследования применяются теоретические положения и накопленный опыт в области эксплуатационного обеспечения технологического процесса возделывания пшеницы в условиях Ирака.

Использование полученных результатов является резервом повышения оптимального использования технических средств при реализации технологий производства продукции растениеводства в частности возделывания пшеницы в

Ираке за счёт научно-обоснованной трансформации производственной эксплуатации. В диссертации соискатель ученой степени ссылается на источники заимствования материалов.

Основные элементы диссертации были обсуждены на следующих конференциях: Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова; Международная научная конференция ученых и молодых специалистов, посвященная 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева; Международная научная конференция ученых и специалистов, посвященная 150-летию со дня рождения А.Я. Меловича, а также Всероссийская научная конференция.

Результаты исследований, представленные в диссертации, используются в преподавании студентам четвертого курса факультета института механики и энергетики имени В.П. Горячкина, при изучении дисциплины «Эксплуатация машинно-тракторного парка», выполнении курсового проектирования и ВКР.

Внедрение подтверждается соответствующей справкой, что результаты диссертационной работы на тему «Обоснование комплекса машин для возделывания пшеницы в условиях мелкоконтурных участков Республики Ирак», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук, использованы при разработке перспективных технологий и рекомендации по повышению эффективности эксплуатационного обеспечения возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла Республики Ирак. Имеются акты Министерства сельского хозяйства Ирака о внедрении результатов исследований в программы развития агропромышленного комплекса страны.

Публикации. Основные положения и результаты исследования опубликованы в 10 научных трудах, в том числе 4 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 5 статей в рецензируемых научных изданиях и 1 статья опубликована в других научных изданиях.

Структура и объём диссертационной работы. Работа включает: введение; 4 главы; заключение; список литературы, состоящий из 151 источника,

в том числе 78 на иностранном языке; приложения на 23 листе. Объём диссертационной работы – 150 страниц, содержит 30 рисунков и 33 таблицы.

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУ В УСЛОВИЯХ ПРОВИНЦИИ ДИЯЛА РЕСПУБЛИКИ ИРАК

1.1. Характеристика производственных и агроландшафтных условий возделывания пшеницы в Республике Ирак

Ирак расположен в Западной Азии с видом на Персидский залив. Площадь Ирака составляет 434,924 км². По оценкам, население Ирака в 2023 году достигло 40 916 625 человек, на юге он граничит с Кувейтом и Саудовской Аравией, на севере - с Турцией, на Западе - с Сирией и Иорданией, а на востоке - с Ираном [6, 78].

Средние температуры в Ираке колеблются от 38 градусов по Цельсию (100,4 градуса по Фаренгейту) в июле и августе и ниже нуля в январе и феврале, большая часть осадков выпадает в период с декабря по апрель и колеблется от 340 до 512 мм в год. В горном районе северного Ирака выпадает значительно больше осадков, чем в центральном и южном регионах, т.е. около 1000 мм и выше, почти 90% годового количества осадков выпадает в период с ноября по апрель, особенно в период с декабря по март. Остальные месяцы, особенно с высокими температурами, такими как июнь, июль и август, редко бывают дождливыми. Осадки в горах более обильные, возможно, в некоторых местах до 2600 мм в год, но рельеф местности препятствует крупномасштабному возделыванию. Сельское хозяйство ограничено неорошаемыми землями, главным образом в горных долинах, предгорьях, степях, где выпадает 700 миллиметров осадков и более в год [78, 81].



Рисунок 1.1 – Географическое положение Ирака

Многочисленные факторы определяют нынешнее состояние производства пшеницы в Республике Ирак, которые являются важными и иногда критически важными для этой области экономики. К числу этих факторов относятся не только природно-климатические условия, такие как температура, количество осадков и типы климата, которые значительно различаются по всей стране, но и особенности мелкоконтурного земледелия. В число этих характеристик входят размеры полей, методы их обработки и методы ведения сельского хозяйства. Важными компонентами являются глубокое понимание различных типов почв и их характеристик, которые могут значительно влиять на урожайность, а также процессы, которые непосредственно связаны с производством зерновых культур. Поскольку потребность в специальных технологических решениях становится все более актуальной и не может быть игнорирована, также необходимо учитывать и постоянно развивать существующие технологии, используемые для возделывания и уборки пшеницы. Эти ключевые элементы, такие как инновационные методы и практики, тесно связаны друг с другом и оказывают значительное, иногда даже решающее

влияние на общее производство пшеницы в республике. Это создает определенные условия для повышения эффективности сельского хозяйства, что необходимо для обеспечения продовольственной безопасности и стабильного роста экономики. Кроме того, важно помнить, что изменения в одном из этих факторов могут изменить другие, создавая сложные сценарии для дальнейшего развития аграрной экономики страны. Для достижения лучших результатов и устойчивого развития сектора специалисты должны проводить тщательный анализ, тщательный мониторинг и оптимизацию. Республика Ирак – государство Ближнего Востока. Численность населения на 2021 год более 40,9 млн. человек, темп прироста 2,9%. Территория - 435 тыс. км² (43,3 млн. га). Граничит на юге с Кувейтом и Саудовской Аравией, на севере - с Турцией, на западе - с Сирией и Иорданией, на востоке - с Ираном, в соответствии с рисунком 1.2.

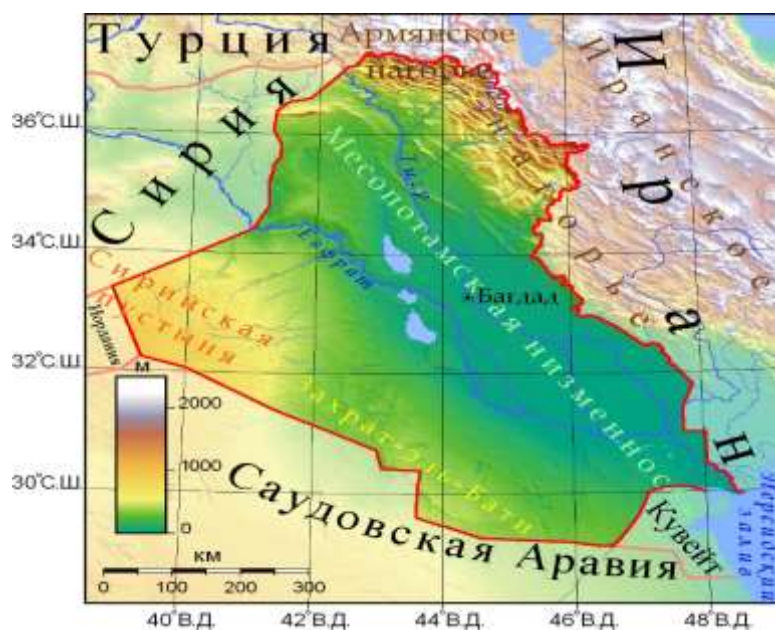


Рисунок 1.2 – Физическая карта республики Ирак

Столица республики – Багдад. Государство поделено на 18 провинций (мухафаз). [6, 78, 110, 111]

При суммарном земельном фонде в 11,1 млн. га, что составляет приблизительно менее трети от общей площади (27%). Из них 4,4 миллиона гектаров приходится на высокоплодородные земли, а 7,4 миллиона гектаров на

земли средней плодородности. непригодных для земледелия приблизительно 2 млн. га.

Половина обрабатываемых земель – искусственного орошения, остальное – богарного земледелия в большой зависимости от осадков [11, 110].

Территория Ирака включает пять климатических зон: к западу от реки Евфрат и на юго-западе – пустыня; между верховьями рек Евфрат и Тигр – Верхняя Месопотамия; на севере и северо-востоке – нагорье; Нижняя Месопотамия и аллювиальная (низменная болотно-луговая) равнина, лежащая от Тикрита до Персидского залива [4, 56, 61].

Климатические условия. Пустыня (168 тыс. км²), 2/5 территории. Сухой, жаркий пустынный климат. Температура в западной части в предгорьях (высота до 800 м) на границе с Сирией зимой до -10°C. Летом до 38°C. Осадки в начале весны не более 100 мм в год. С запада на восток пустыня прорезана высыхающими протоками (вади), протяженностью до 400 км. В сезон осадков короткий интенсивный сток воды, вызывающий наводнения. Регион не пригоден для земледелия. Малонаселен кочевниками-скотоводами (бедуинами) [11, 54, 41].

Верхняя Месопотамия (Аль Джазира). По течению рек Тигр и Евфрат выше г. Тикрит. Климат переходной от горного к средиземноморскому, близкий к степному. Осадки 500-800 мм в год. Температура зимой опускается до 0°C, летом до 32°C. Регион благоприятен для растениеводства и разведения скота.

Нагорье. Температура зимой опускается до -12°C, летом до 28-32°C. Осадки до 1500 мм в год. Орошение затруднено большим перепадом высот между реками и ручьями, текущими в узких и глубоких ущельях и участками, на горных склонах. Вид деятельности: садоводство, овощеводство на горных склонах и мелких участках, выпас мелкого, реже крупного скота [54, 72].

Нижняя Месопотамия, аллювиальная равнина. Климат близкий к средиземноморскому. Занимает 70% сельскохозяйственной территории Ирака. Осадки в зимний и весенний периоды 350-500 мм. Температура зимой 8 -12°C,

летом до $45 - 50^{\circ}$. В летнее время возможны песчаные бури. Начинаются от города Тикрит (севернее Багдада) продолжается до Персидского залива [26, 53].

Равнина – пойма рек Тигр и Евфрат пересечённая протоками и ирригационными каналами. Её особенность в том, что русла рек зачастую лежат выше уровня равнины и отгорожены насыпными дамбами. Воды рек Тигр и Евфрат загрязнены иловыми отложениями и солями. Интенсивный полив и частые наводнения выносят на поля засоленный илистый суглинок. Засоленность почв повышается от Багдада вниз по течению до Персидского Залива. В результате малых стоков и недостаточного дренажа, происходит частичное заболачивание полей с образованием временных (высыхающих в конце лета в жаркую погоду) и постоянных озёр и болот, в соответствии с рисунком 1.3. На юго-западе от Багдада, расположено самое крупное постоянное озеро Бахр-аль-Мильх (Соленое море). [35, 56]

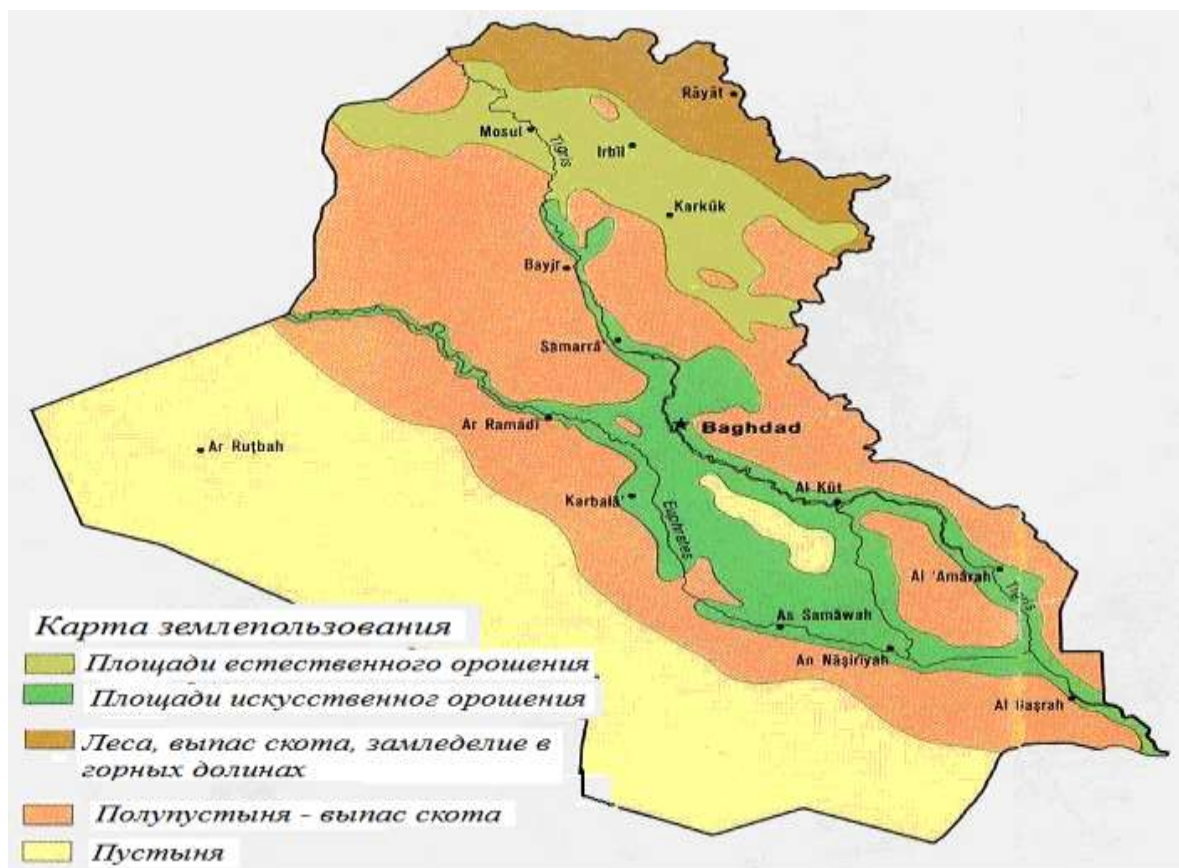


Рисунок 1.3 – Карта землепользования республики Ирак

На территории Ирака можно выделить три зоны стабильного земледелия. Первая зона – горные и предгорные районы севера и северо-запада. Вторая – переходная между горными районами и Нижней Месопотамией. Третья зона – Нижняя Месопотамия и аллювиальная долина наиболее благоприятна для выращивания зерновых культур, в том числе пшеницы. [4, 11, 15, 26]

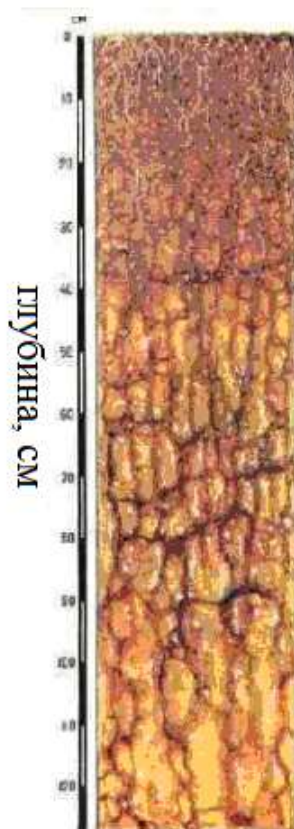
По законам республики Ирак предусмотрена частная собственность на земли сельскохозяйственного назначения. Последними изменениями в законодательстве предусмотрены ограничения. Максимальная площадь участка в частной собственности не должна превышать 250 га на неорошаемых землях и 150 га на орошаемых. Часть сельскохозяйственных земель принадлежит государству. Земледелец может распоряжаться земельным участком на правах бессрочной, безвозмездной аренды с правом передачи по наследству. [56, 62] Приобрести земельный участок можно только у государства. В случае отказа от сельскохозяйственной деятельности, земельный участок передается только государству, государство выплачивает компенсацию. Так же компенсация выплачивается в случае отчуждения участка на нужды государства (добыча полезных ископаемых, строительство и др.).

Такая система землепользования имеет свои преимущества и недостатки. Преимущества в том, что земледелец заинтересован в долговременной работе на земле, улучшении качества почвы и повышении её плодородия. Недостаток в невозможности получить банковские кредиты под залог участка на развитие производства, земледелец может рассчитывать только на государственную поддержку.

Почвы Ирака. Верхняя Месопотамия (Аль Джазира). Основной тип почв – каштановые. Такие почвы формируются недостаточном увлажнении и слабом растительном покрове. Показатель плодородия каштановых почв – содержание гумуса и толщина гумусового слоя. Толщина слоя гумуса может достигать 20 – 30 см, а содержание гумуса до 2 – 3 %. В верхних горизонтах почва нейтральная, в нижних слабо щелочная (рН 7,2 - 7,8). На рисунках 1.4 и 1.5 показан общий вид и структура каштановых почв [70, 17, 21, 45].



Рисунок 1.4 – Каштановые почвы



гумусовый слой 20 - 25 см, буроватого цвета, нечеткой комково-порошковой структуры

переходной горизонт 15 - 25 см, более яркого цвета, крупно-комковатой структуры

переходной горизонт до 40 см, неоднородно окрашен палево-бурый

иллювиально-карбонатный горизонт, сильно уплотнен с выделением карбонатов

материнская порода с выделением гипса и карбонатов

Рисунок 1.5 – Структура каштановых почв

На каштановых почвах при условиях орошения и внесения удобрений можно возделывать зерновые культуры (пшеницу, кукурузу и другие).

Из каштановых почв можно выделить светло-каштановые и темно-каштановые. У светло-каштановых почв толщина гумусного слоя меньше, чем у каштановых и составляет 15 – 18 см, содержание гумуса не более 2,5%. Такие почвы можно использовать в качестве пастбищ [11, 43, 53].

Темно-каштановые имеют более мощный слой гумуса до 40 см. Почвы тяжелые (глинистые и суглинистые) гумусный слой до 15 см, содержание гумуса до 3,5%. Такие почвы обладают высоким тяговым сопротивлением при обработке. Их чаще применяют для садоводства.

Для увеличения плодородия каштановых почв необходимы меры по повышению накопления влаги – обработка плоскорезами, устройство полевых защитных полос и др.

Нагорье. С увеличением высоты растительность меняется от кустарниковой до травянистой на альпийских и субальпийских лугах

Почвы нагорья горно-каштановые или темно-каштановые, представлены на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Горно-каштановая почва

В горной местности наблюдается разрушение почвы под действием ветра и осадков (денудация почв). Мощность почвенного покрова и плодородие снижаются.

Нижняя Месопотамия, аллювиальная равнина. Наиболее плодородные почвы, иллюстрированы рисунком 1.7. Название этих почв произошло от латинского слова *alluvo*, в переводе на русский язык намыв или нанос.



Рисунок 1.7 – Аллювиальная долина в пойме реки Евфрат

Эти почвы образованы наносами рек, переносящих из верхних течений и оставляющих в своих поймах различные минералы, частички пород и биологические остатки растений и животных. Во время половодий равнинные реки разливаются на широкой площади, достигая ширины до десятка километров, образуя после его окончания большое количество протоков. В низменных районах остаются озера и болота. В нижних течениях большое количество осадков и наносов остается на дне рек, в результате русло реки поднимается. В результате в среднем и нижнем течении рек Тигр и Евфрат их русла и русла их протоков находятся выше уровня долины, по которой протекают. Структура аллювиальной почвы показана на рисунке 1.8.

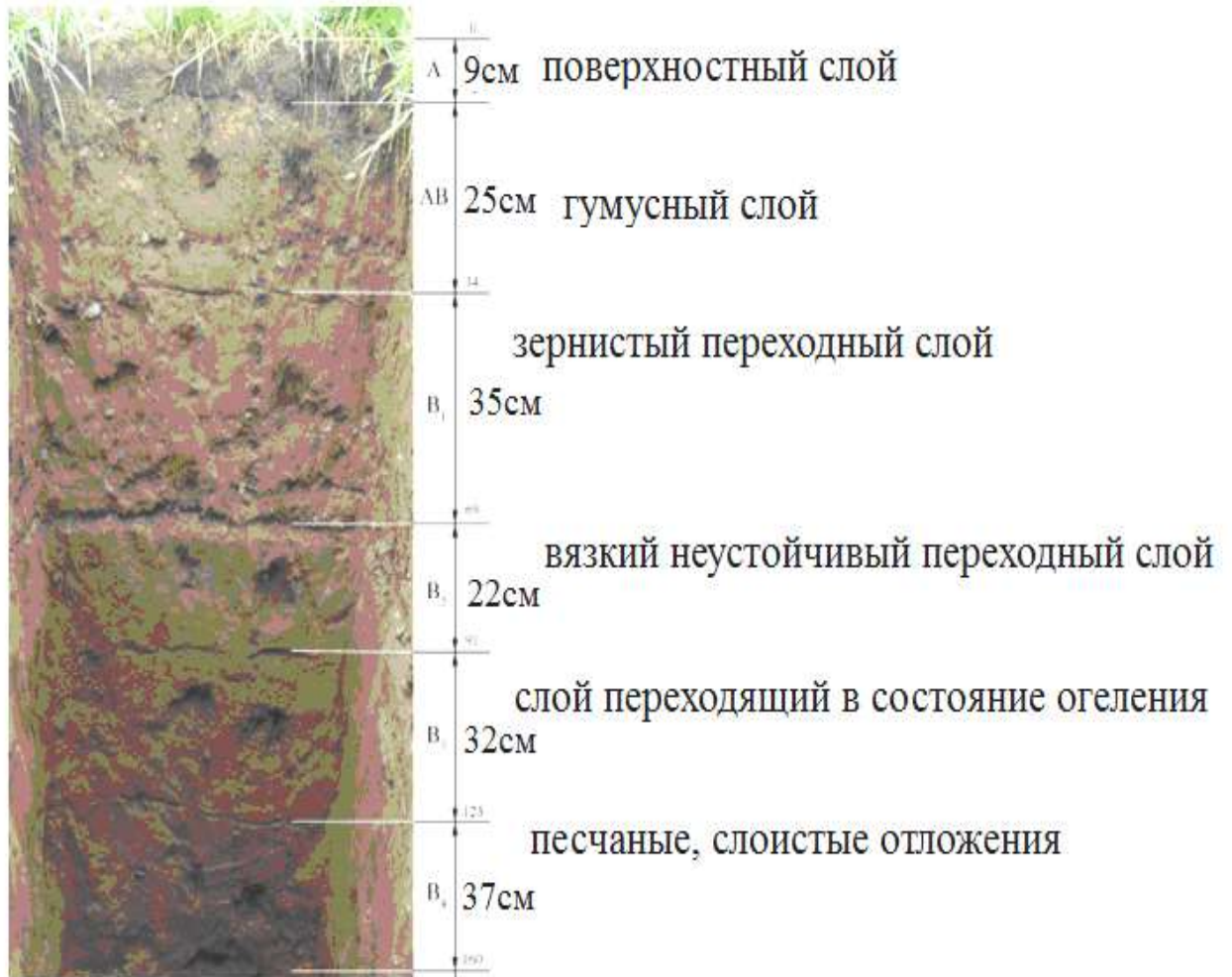


Рисунок 1.8 – Структура аллювиальной почвы

Поверхностный слой – пласт дерна, пронизанный корнями трав. Ниже – слой гумуса. Верхние слои обеспечивают плодородие почвы. На глубине 35-40см переходные слои. Верхний – зернистый, нижний – вязкий, его плодородность низкая. В нижней части происходит процесс огеления - биохимический процесс, проводимый анаэробными (живущими без воздуха) бактериями при наличии влаги и тепла. Далее следуют песчаные и слоистые отложения. Над материнским слоем может находиться водоносный слой [29, 50, 31].

1.2 Анализ технических средств реализации механизированных работ при возделывании пшеницы в условиях провинции Дияла республики Ирак

Исследование ООН, проведенное в 2013 году, показало, что количество тракторов в Ираке составляло три трактора на тысячу человек, по сравнению с 30 тракторами в Иране и 130 в Европе.

То есть количество тракторов в стране составляет 96 тысяч. Ясно, что сохранение этих условий таким образом до настоящего момента указывает на явное отсутствие интереса к сельскому хозяйству в Ираке, если не на полное пренебрежение.

Импорт включал в себя не только тракторы, но и сельскохозяйственную технику, такую как почвообрабатывающее оборудование, а также расчесывающие диски и выравнивание пола. Они также импортируются, поскольку большинство из них турецкого происхождения [110, 47].

Парк технических средств Ирака насчитывает примерно 56 тысяч машин с различной мощностью и состоянием. В Ираке, если посчитать количество тракторов на душу населения, на каждую тысячу человек приходится примерно три трактора, что меньше, чем в Иране, а по сравнению с европейскими странами — в 40 раз меньше. Тракторы не классифицируются по тягово-силовым характеристикам, а обычно делятся на две группы: тракторы малой мощности (до 45 кВт) и тракторы средней мощности (от 80 до 90 кВт). и мощные – свыше 100 кВт. [81]

В таблице 1.1 Показано распределение тракторов по сельскохозяйственным провинциям Ирака [111, 46].

3,5% из общего числа тракторов являются садовые, доля тракторов малой и средней мощности 68% и почти 29% приходится на тракторы мощностью двигателя свыше 80 – 90 кВт. Большинство тракторов имеет срок эксплуатации более 10 лет. [37, 39, 73]

Таблица 1.1 – Распределение тракторов по провинциям Ирака на 2023 год

Провинция	Количество тракторов, шт		
	Садовых	Малой и средней мощности	Большой мощности
Ниневия	48	2326	2372
Киркук	20	4782	1137
Салахаддин	696	4110	1528
Анбар	103	1655	2275
Дияла	40	4700	656
Багдад/Русафа	166	864	143
Багдад/Карах	355	4404	195
Вавилон	76	6021	963
Кербела	214	1726	242
Наджаф	10	1659	1324
Вазит	208	3060	1990
Дивания	16	1901	1324
Мугана	0	797	5
Дхи Кар	90	1191	1800
Миссан	5	1967	890
Басра	23	255	539
Всего	2070	41418	17383

Многообразие моделей тракторов создает проблемы при обеспечении их запасными частями. Отсутствие современных дилерских центров и пунктов технического обслуживания и высокая выработка ресурса, приводит к тому, что в ряде провинций определенное количество тракторов находятся в нерабочем состоянии, в соответствии с таблицей 1.2. В среднем доля неисправных тракторов не превышает 6%, Однако, в некоторых провинциях процент тракторов, непригодных для эксплуатации, достигает в диапазоне 10-30% и более. [81].

Таблица 1.2 – Техническое состояние тракторов на 2023 год

Провинция	Количество тракторов, шт			
	всего	в рабочем состоянии	в нерабочем состоянии	
			шт	%
Ниневия	4746	4744	3	0,06
Киркук	5939	6237	182	3,06
Салахаддин	6334	5967	335	5,29
Анбар	4033	3302	773	19,17

Дияла	5396	5167	226	4,19
Багдад/Русафа	1173	1127	51	4,35
Багдад/Карах	4954	4555	645	13,02
Вавилон	7060	5900	387	5,48
Кербела	2182	2193	52	2,38
Наджаф	2993	3017	40	1,34
Вазит	5258	4843	515	9,79
Дивания	3241	2081	119	3,67
Мутана	802	657	291	36,28
Дхи Кар	3081	0	0	0,00
Миссан	2862	2726	13	0,45
Басра	817	741	44	5,39
Всего	60871	53257	3676	6,04

Основное пополнение машинно-тракторного парка осуществляется импортными тракторами средней мощностью двигателя около 80 л.с., как показано в таблице 1.3. [81].

Таблица 1.3 – Новые тракторы, поступающие в Ирак

Марка	Модель	Страна-изготовитель	Мощность двигателя, л.с.	Число передач, вперед/назад	Колесная формула	Масса, кг
Беларусь	MTЗ-80	Беларусь	80	18/4	4x2	3700
Massey Ferguson	XTRA-440	Бразилия	80	8/2	4x2	5330
	S-285		82			3040
	MF-650		142			4x2, 4x4
	MF-285	Ирак*	56	12/4	4x2	2000
New Holland	TD-80	Турция	75	20/12	4x4	2836
	S – 66		80		4x2	3760
Kubota	8030-M	Япония	81	20/12	4x2	4522
Antar	crystal	Ирак*	60 - 80	6/2	4x2	н.д.

* Сборочное производство в Ираке из иностранных комплектов

В соответствии с соглашениями, подписанными с правительством Чехии, в Александрии запущен завод по производству тракторов Zetor, реализуемых под маркой Antar. [7, 19, 9, 81].

Таким образом, из таблиц 1.2 и 1.3 тракторный парк Ирака представлен импортными тракторами колесной формулы 4x2, массой не более 5 тонн, что соответствует тяговому классу не выше 20 кН.

Наряду с тракторами Ирак импортирует почвообрабатывающую технику и комбайны.

Следует отметить, что испытания импортируемой техники в Ираке не проводят. При покупке руководствуются сертификатами, выданными в других странах региона. Гусеничные тракторы в республике Ирак не применяют.

В соответствии с таблицей 1 (Приложение А), общее количество тракторов достигло 56933 тракторов, в то время как общее количество комбайнов достигло 6614 комбайна.

Что касается типов тракторов, используемых в Ираке, большинство из которых считаются импортными, при очень небольшом количестве тракторов, собранных в Ираке, в таблице 2 (Приложение А) показано количество тракторов, используемых в каждом регионе.

Количество тракторов большой мощности достигло 17383, что касается тракторов средней и малой мощности, то оно достигло 41418, а также садовых тракторов достигло 2070.

Основные технические характеристики наиболее распространенных тракторов в Ираке приведены в таблицах 3 – 11 (Приложение А) [22, 34, 18, 20].

В соответствии с соглашением между генеральным учреждением машиностроительной промышленности и чешской компанией Ziturfi. Крупнейший завод компании по сборке сельскохозяйственных тракторов за пределами Чешской Республики был построен в Александрии, Ирак. Несмотря на технические трудности, продукция этого завода "Трактор Антар" завоевала хорошую репутацию. Это способствовало заключению долгосрочного контракта на поставку. Компания Zitor начала поставлять продукцию иракскому заводу с 1970 по 1990 год. Со многими моделями Anter 60 70 71 80 л.с. Характеристика данного трактора представлена в таблице 7 (Приложение А) [66, 28].

Машины для основной обработки почвы. Из-за отсутствия собственного производства Ирак импортирует почвообрабатывающие и другие машины.

Плуги безотвальной вспашки (чизельные). Довольно популярны в республике. Ширина захвата, глубина вспашки и скорость движения агрегата ограничены тяговыми свойствами трактора [3, 5, 37, 57, 73].

Таблица 1.4 – Плуги, применяемые в Ираке

Марка	Модель 157		RABE WERK	Александрия	
Страна изготовитель	Ирак		Германия	Ирак	
Тип	чизельный		отвальный		
Количество корпусов (стоек)	7	11	4	4	3
Ширина захвата, см	165	216	100	140	120
Глубина обработки, см	30		30	30	27
Масса, кг	290	430	550	530	320

Наиболее распространены безотвальные (чизельные) плуги шириной захвата 100-160 см. Они обладают меньшим тяговым сопротивлением, чем отвальные. При недостаточной мощности двигателя и тягового усилия трактора, на тяжелых, глинистых почвах они обеспечивают приемлемую производительность. Отвальные (лемешные) плуги, 3х - 4х корпусные, шириной захвата 100-140 см. агрегируют с тракторами мощностью двигателя от 120 л.с., таких тракторов в республике недостаточно. [13, 21, 42]

Производство чизельных и отвальных плугов освоено в г. Александрия – модель 157, в соответствии с рисунком 1. 9).



Рисунок 1.9 – Чизельный плуг Иракского производства (стрельчатые лапы демонтированы)

Среди отвальных плугов некоторое распространение получили импортируемые дисковые плуги. Характеристики показаны в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Характеристики дисковых плугов

Страна - изготовитель	Турция	Италия	Ирак	
Ширина захвата, см	120	80	109	90
Глубина обработки, см	30	25	30	30
Количество корпусов	4	3	3	3
Диаметр диска, см	65	63	63	63
Угол наклона диска, град.	20 - 40	20 - 42	15 - 45	15 - 42
Масса, кг	560	365	342	287

Изменением угла наклона дисков регулируют глубину вспашки и степень крошения пласта. Чем меньше угол, тем больше глубина обработки. С увеличением угла повышается тяговое сопротивление плуга. Дисковые плуги в Ираке применяют для обработки наиболее тяжелых почв. [10, 56, 45, 51, 76]

В настоящее время в Ираке достаточно распространен сев разбрасыванием. Для него применяют одно- и двухдисковые навесные разбрасыватели минеральных удобрений, в соответствии с рисунком 1.10



а - однодисковый; б – двухдисковый

Рисунок 1.10 – Разбрасыватели минеральных удобрений

Ширина полосы разбрасывания однодискового – 8-10 м, двухдискового – 12-16м. Нормы высева регулируют заслонками.

В последнее время получают распространения сеялки рядового посева производства Турции (рисунок 1.11). [38, 54, 57, 58]



а - KSD – 12; б - СЗ -3,6 АСТРА

Рисунок 1.11 – Сеялки рядового посева

Следует отметить, что сеялка АСТРА является точной копией сеялки СЗ -3,6 производства СССР. Агрегатируют сеялки с тракторами мощностью двигателя 60 – 80 л.с. Характеристики показаны в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Характеристики рядковых сеялок

Марка	KSD - 12	СЗ -3,6 АСТРА
Производство	Турция	
Ширина захвата, см	170	360
Глубина заделки семян, см	4-5	4-8
Количество сошников	12	24
Рабочая скорость, км/ч	6-8	9-12
Емкость семенного бункера, л	150	200
Емкость тукового бункера, л	248	212
Производительность, га/ч	2-3	4-5
Масса, кг	650	1255

Большая часть посевных машин импортируется из соседних стран по контрактам, заключенным государством, наиболее распространённые импортные сеялки и их технические характеристики представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Типы используемых сеялок в Ираке

Описание	Сеялка зерновая		
	Астра СЗ-3,6А	KSD-12	KSD-16
Место производства	Турция	Турция	Турция
Ширина захвата, см	360	170	227
Глубина заделки семян, см	4-8	----	----
Количество сошников, шт.	24	12	16
Рабочая скорость, км/ч	9-12		
Норма высева удобрений, кг/га	25-200	148	192
Ёмкость семенного бункера, л	453	142	191
Ёмкость тукового бункера, л	212	248	324
Тип агрегатирования	прицепная	прицепная	прицепная
Производительность, га/ч	3,2-4,3	3,3-4,3	3,3-4,3
Вес загрузки пшеницы, ячменя, кг	----	200, 160	260, 210
Масса, кг	1255	650	850

В связи с отсутствием сельскохозяйственных орудий и дефицитом тракторов работы по уходу за посевами ограничены поливом и внесением удобрений и значительно реже гербицидов. Эти работы проводят с помощью показанных выше разбрасывателей. [62, 65]

Комбайновую уборку зерновых в Ираке применяют достаточно редко. Причина – недостаток комбайнов. В таблице 1.8 показано распределение комбайнов по провинциям Ирака.

Таблица 1.8 – Распределение зерноуборочных комбайнов по провинциям [81]

Провинция	Количество комбайнов, шт.	Сельскохозяйственная провинция	Количество комбайнов, шт.
Ниневия	1860	Кербела	13
Киркук	584	Наджаф	487
Салахаддин	622	Вазит	458
Анбар	140	Дивания	324
Дияла	525	Мутана	32
Багдад/Русафа	25	Дхи Кар	191
Багдад/Карах	90	Миссан	352
Вавилон	220	Басра	21
Всего		6614	

Общее количество комбайнов 6614 штук. При посевных площадях под пшеницу 7,1 млн. га, насыщенность сельского хозяйства составляет 1 комбайн на 1100-1200 гектар. [13, 21, 42, 67]

Парк самоходных комбайнов представлен преимущественно машинами фирм New Holland и John Deere. Большинство комбайнов являются достаточно старыми, со сроком эксплуатации от 10 до 20 лет. [81]

В соответствии с ГОСТР 28301-2015 пропускная способность этих комбайнов не превышает 5-6 кг/с, производительность за 1 час основного времени не более 8-10 тонн. [43, 26, 38, 53, 67]

1.3 Производство зерновых культур в республике Ирак

По производству зерновых Ирак занимает приблизительно 40-е место в мире. С учетом роста численности населения ежегодный дефицит зерна достигает 0,75... 1,0 миллион тонн в год. Дефицит восполняется импортом зерна в основном из США и Турции. Доля Российской Федерации в импорте зерна незначительна.

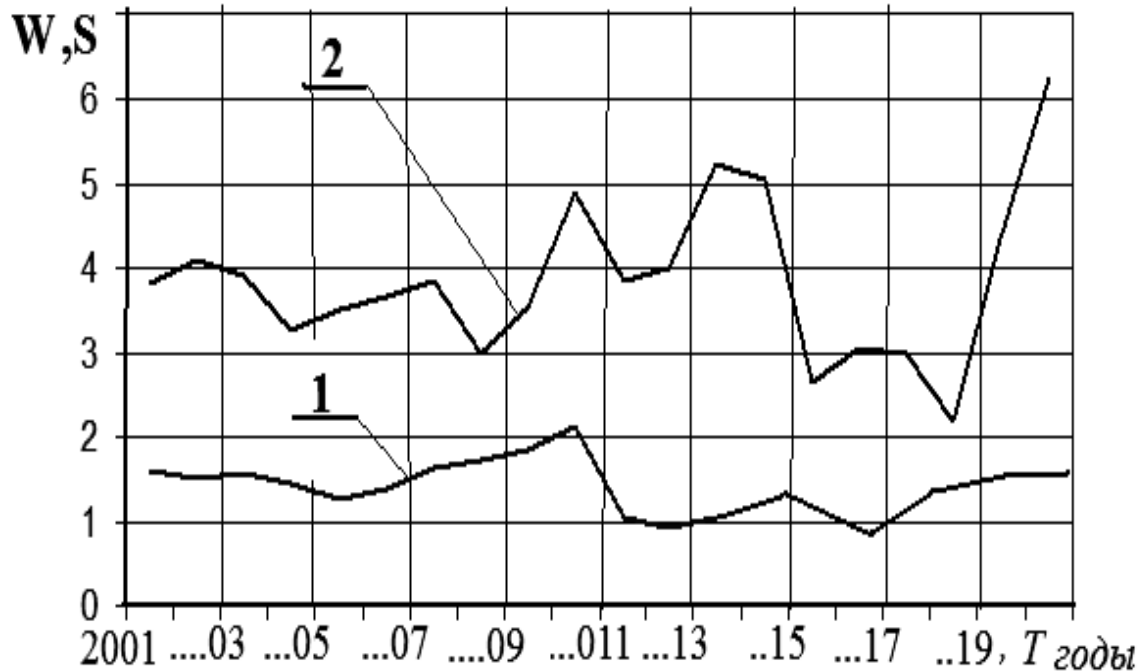
Производство зерновых культур в Ираке в основном зависит от климатических условий. Данные по урожайности основных сельскохозяйственных культур приведены в таблице 1.9.[81].

Таблица 1.9 – Урожайности зерновых, тыс. тонн

Культура	Годы	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Пшеница		2 645,1	3 052,9	2 974,1	2 177,9	4 343,5	6 238,0
Ячмень		499,2	499,2	303,1	190,6	1 518,5	1 756,0
Рис		109,2	181,3	265,9	181,2	574,7	591,9
Всего зерновые		3 471,1	4 013,3	3 734,4	2 615,3	6 913,6	9 077,2

Количество зерна, собираемого в настоящее время в республике Ирак явно недостаточно. Доля пшеницы на одного человека не превышает 140 кг, а с учётом ячменя и риса 200 кг.

На рисунке 1.12 показаны графики изменения площади посевов пшеницы и ее валовых сборов за период 2001 по 2020 годы.



1 – площадь S посевов (млн. га); 2 – валовый W сбор пшеницы (млн. т.)

Рисунок 1.12 – Площадь посевов пшеницы и общий урожай в Республике Ирак в период с 2001 по 2020 год.

Площадь посевов пшеницы, как правило, варьирует в пределах 1,3 – 1,8 млн. га и в большой степени зависит от количества выпадаемых осадков. В сезоны 2010...2011 годов при большом количестве осадков максимальная площадь составила 2 млн. 132 тыс. га. В сезон засухи (2016 год) – 924 тыс. га. [81]

Следует отметить, что в отличие от Российской Федерации посев зерновых в Ираке производят в середине или в конце ноября, в начале сезона дождей. Сбор урожая в апреле. Перед началом посева фермерам уже известно состояния и перспектива погодных условий. Отсюда прогнозируется величина посевных площадей. График изменения урожайности пшеницы показан на рисунке 1.13.

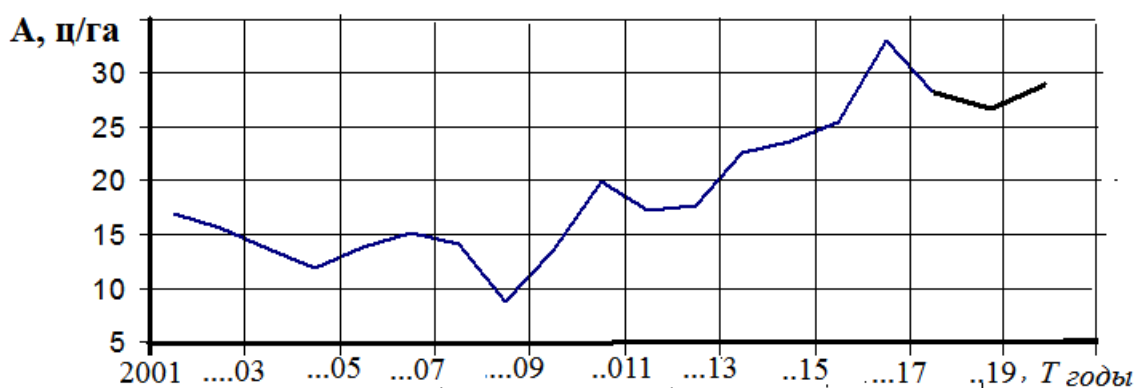


Рисунок 1.13 – Изменение урожайности (А, ц/га) пшеницы в республике Ирак с 2001 до 2020 года.

В Ираке выращивают несколько основных сортов пшеницы. Наиболее распространены мягкие сорта «Сабер Бек», «Мексипак», «Мексиканская – 24», «Абу Грейб» и другие; из твердых сортов – «Верблюжий зуб», «Палестинский», «Секретный Кул» и др. Урожайность твердых сортов на 10 – 20% ниже, чем мягких.

Переработка зерна. На территории Ирака работают 18 крупных государственных и более 280-ти мелких, частных мукомольных предприятий, под контролем государственной генеральной компании по переработке зерна при министерстве торговли. Мощность старейшей в Ираке фабрики Рафидайн составляет 350 тонн муки в месяц.

Производство муки выполняют в соответствии с мировыми стандартами. На всех предприятиях проводят входной контроль зерна с определением сорта, влажности, твердости и засоренности. Хранение зерна в специальных проветриваемых бункерах. Предварительную очистку от примесей, сортировку, отделение поврежденных, атрофированных, зеленых зерен. Калибровку зерна по фракциям и т.д. Помол выполняют с учетом физико-механических и химических свойств зерна с отделением отрубей и манной крупы.

В связи с тяжелой экономической ситуацией распределение муки производят по продовольственным карточкам по норме 9 кг на человека в месяц.

Отруби и другие отходы мукомольного производства распределяют среди фермеров по квотам в зависимости от наличия и вида домашнего скота.

1.4 Анализ существующей технологий возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла республики Ирак

Технология возделывания и уборки пшеницы включает следующие основные составляющие технологического процесса.

Вспашка – относится к основной обработке почвы, включает в себя рыхление грунта как с переворотом слоя, так и без него, борьбу с нежелательными растениями, заделку остаточных растений, разрыхление земли, поддержание влаги и улучшение кислородного состава почвы.

Вспашку часто выполняют с оборотом пласта. В республике Ирак часто совмещают последовательно два вида вспашки отвальную и безотвальную с направлением движения поперек отвальной.

Вспашка орошаемых участков. С целью заделки пожнивных остатков и сорняков пашут отвальным плугом на глубину 25-30 см. Затем перепахивают безотвальными (чизельными) плугами на глубину 15-20 см. Далее перед культивацией или вместе с ней вносят минеральные удобрения [81]. Одновременно со вспашкой обустривают ирригационные сети или каналы для орошения и стока воды.

На участках богарного земледелия первую вспашку проводят в конце лета на глубину 15-20 см. Вторую – позднее на среднюю глубину 15-20 см. Перед посадкой почву выравнивают бороной или культиватором с одновременным внесением удобрений.

Основные агротехнические требования к вспашке:

- равномерность по глубине не ниже 95% (коэффициент выравнивания 0,95), отклонения по глубине не более 5% для ровных полей и 10% для неровных;
- ширина и толщина пластов почвы и ее гребнистость должны быть одинаковыми;

- между проходами и непропаханными участками гребни и борозды не допускаются.

Движение пахотного агрегата, как правило, производят петлевым с чередованием загонов или беспетлевым способом. Однако, в условиях мелкоконтурного земледелия следует рассмотреть круговой и челночный способы движения с применением оборотных плугов.

Скорость движения пахотного агрегата зависит от типа почв, глубины и ширины вспашки, типа движителя и тягового класса трактора. Отвальную вспашку, проводя со скоростью 0,5-1,3 м/с для обычных корпусов и до 2 м/с для скоростных, безотвальную до 1,4-2,2 м/с и 2,2-3 м/с соответственно.

Для борьбы с засолением почв на полях республики необходимо проводить вспашку двух или трехъярусными плугами. Однако таких плугов в настоящее время в республике нет, а также практически нет тракторов для их применения - гусеничных, тягового класса 50-60 кН.

Предпосевная (поверхностная) обработка почвы. Этот вид обработки проводят для разрушения поверхностной корки перед посевом на глубину до 8 см. В Ираке преимущественно применяют зубовые бороны, реже прутковые.

Посев. Развитие растений зависит от состояния почвы, сроков, глубины высева, качества подготовки семенного ложа, нормы высева и способа посева.

В Ираке пшеницу выращивают как озимую культуру. Рекомендованные сроки сева с середины октября до середины декабря. Наилучшим считается период со второй половины ноября до середины декабря. В северных районах Ирака существуют риски попадания всходов под заморозки.

Глубина высева в Ираке варьирует в пределах 4-7 см. Некоторое уменьшение глубины до 3-5 см приводит к сокращению сроков прорастания, усилению ветвления, эффективному фотосинтезу и в конечном итоге к росту урожайности

На мелкоконтурных участках, в небольших фермерских хозяйствах и в горных условиях до сих пор применяют примитивный ручной способ посева (рисунок 1.14). [81].



Рисунок 1.14 – Ручной способ посева в Ираке

Недостатки такого способа: высокая трудоемкость ручного труда, повышенный расход семян, неравномерность высева по площади и по глубине заделки, сложность с последующей заделкой семян и невозможность механизированного ухода за посевами. Бригада из 4-5 человек за рабочий день может засеять не более 1 га.

Рассматривая рисунок 1.14, следует обратить внимание на очень низкое качество подготовки почвы. Высокие гребни и глубокие борозды, комковатость все это не способствует получению высоких урожаев.

Такое положение, прежде всего, объясняется отсутствием необходимых сельхозмашин и средств на их приобретение.

В более крупных хозяйствах для посева применяют одно-двух дисковые разбрасыватели минеральных удобрений (аналоги российских МВУ – 0,5). Ширина разбрасывания 8-10м, скорость до 5 км/ч. Агрегатируются с тракторами класса 0,6-0,9 кН.

В хозяйствах площадью более 8 га применяют рядковые сеялки Турецкого или Китайского производства, Шириной захвата 1,2 – 2м. В

некоторых хозяйствах остались сеялки Советского производства СЗ-3,6. Ширина захвата 3,6м, ширина междурядья 15 см. Рабочая скорость до 9-12 км/ч.

Норма высева зависит от типа почвы, сорта пшеницы, фактуры зерна (массы 1000 зерен), интенсивности полива и других факторов. Рекомендации Арабского центра изучения засушливых земель (ICRAD) и Международного центра сельскохозяйственных исследований (ICARDA) предлагают следующие нормы высева пшеницы:

- на орошаемых землях для мягкой пшеницы 15 кг/дунам (150 кг/га, один дунам – 0,1 га), и 12 кг/дунам (120 кг/га) для твердой пшеницы;
- для богарного земледелия и мягкой пшеницы 10 кг/дунам (100 кг/га).

Уход за посевами. Важнейший фактор, определяющий будущий урожай. Включает послепосевное прикатывание, культивацию до и после появления всходов полив, внесение удобрений, борьбу с вредителями и сорняками и другое.

С целью уничтожения проросших сорняков прикатывание и разбивание почвенной корки проводят за 3-5 дней до появления всходов. Скорость движения агрегата не более 5-6 км/ч. После появления всходов скорость не более 3 км/ч. Глубина боронования менее глубины посева не более 3-4 см [81].

От появления всходов и до начала кущения растения растут медленно. Уход за ними включает подкормку удобрениями разбрасыванием и уничтожение вредителей и сорняков опрыскиванием. Разбрасывают удобрения навесными разбрасывателями, применяемыми для сплошного посева. В условиях мелкоконтурного земледелия предпочтение следует отдавать навесным опрыскивателям, в агрегате с тракторами класса 0,9-20 кН.

Уборка. Основное требование – достаточно жесткие сроки уборочных работ. Прямым комбайнированием – 5-8 дней, отдельным до 10-12 дней. Увеличение сроков приводит к возрастанию биологических (осыпанием) потерь и снижению качества зерна.

Пшеницу убирают разными способами в зависимости от возможности хозяйства. На сегодня сохраняется относительно высокая доля ручного труда на отдельных операциях технологий, например. при уборке (рисунок 1.15). [81]



Рисунок 1.15 – Уборка урожая вручную сноповым способом

Ручная уборка включает: срез стеблей серпом или другим инструментом, сбор стеблей в снопы, перенос снопов и формирование стожков, перевозка стожков на стационар и обмолот на стационаре.

При аренде зерноуборочного комбайна зерно пшеницы убирают в мешки массой до 40-60кг с последующей перевозкой на хранение (рисунок 1.16).



Рисунок 1.16 – Уборка с затариванием в мешки

Представленные способы уборки применяют по причине нехватки уборочно-транспортной техники. Они отличаются увеличением сроков уборки, высокими затратами ручного труда и большими потерями зерна просыпанием при уборке и транспортировке [81].

Комбайновую уборку применяют на полях площадью 8 га и более (рисунок 1.17).



Рисунок 1.17 – Уборка зерновых прямым комбайнированием

На полях Ирака применяют комбайны производства США, Китая или американские турецкой сборки пропускной способностью 4-6 кг/с, шириной захвата жатки не более 5-6м. Комбайны более высокой пропускной способности при настоящих урожаях будут иметь недостаточную загрузку.

1.5. Исследования методов повышения эффективности эксплуатационного обеспечения возделывания сельскохозяйственных культур в условиях провинции Дияла республики Ирак

Обработка почвы играет важную роль в эволюции сельского хозяйства. Она непосредственно влияет на продуктивность почвы и её устойчивость. Функции обработки почвы включают подготовку семенного ложа, сохранение воды и почвы, а также борьбу с сорняками. На операции обработки почвы расходуется значительное количество энергии. С ростом использования компьютеров стало возможным моделирование всей системы «машина – почва – растение», что позволяет сделать анализ процессов обработки почвы более детерминированным, а не стохастическим, как это происходит в настоящее время. Для достижения этой цели систему необходимо разделить на подмодели «почва – машина» и «почва – растение».

Для выбора предпочтительной модели проводится сравнение их результатов с данными экспериментальных тестов. Некоторые модели позволяют прогнозировать силу тяги с точностью 40–60 %, но дают значительные ошибки в других условиях. Модели конечных элементов (FEM) обеспечивают точность прогноза до 80–90 %. [2].

В трудах [48, 32] приводятся данные, полученные в результате полевого эксперимента, на основе которых установлена корреляция удельного тягового сопротивления при различных сочетаниях скоростей и типов плугов на илисто-глинистой почве. Авторы приходят к выводу, что Увеличение скорости движения вперёд до 0,99 м/с приводило к росту распределения объёма почвы и тяговой энергии, а также к снижению удельной энергии и эксплуатационной производительности. Таким образом, рекомендуется использовать модифицированный чизельный плуг при скорости движения 0,99 м/с и глубине обработки 20 см для достижения более высокого распределения объёма почвы и более высокой эксплуатационной производительности. Для достижения более низкой тяговой энергии рекомендуется использовать традиционный чизельный плуг при скорости 0,51 м/с и глубине обработки 10 см. Для достижения более

низкой удельной тяговой энергии рекомендуется использовать традиционный чизельный плуг при скорости 0,51 м/с и глубине обработки 20 см.

Автор Аль-Ахмед Сара Фархан Хусейн [8] установил, что одной из главных причин уплотнения почвы является многократный проход сельскохозяйственных машин и орудий по полю. Поэтому данное исследование было проведено с целью изучения влияния систем движения сельскохозяйственной техники и глубины обработки на некоторые изученные показатели при влажности почвы 17–20 %.

Оценка затрат на эксплуатацию трактора и почвообрабатывающего оборудования на глинисто-суглинистой почве при вспашке содержится в исследованиях [75]. Установлено, что применение отвального плуга при однократном проходе обеспечило снижение эксплуатационных затрат. Увеличение линейной скорости движения трактора с 2,85 до 3,77 и 5,83 км/ч вызвало снижение расхода топлива, затрат на масло, затрат на техническое обслуживание и ремонт, а также затрат на оплату труда на гектар. Скорость движения трактора 5,83 км/ч при однократном проходе продемонстрировала статистически значимое преимущество по сравнению со скоростями 2,85 и 3,77 км/ч в достижении наименьшего расхода топлива на один гектар.

Вопросы посевных машинных комплексов нашли отражение в трудах [23], были установлены значения буксования, расхода топлива, эксплуатационная эффективность при различной организации процесса посева пшеницы в зоне умеренных осадков.

Экономические аспекты эксплуатационного обеспечения возделывания пшеницы были определены в исследованиях ученого [49], Результаты показали, что цены на тракторы и сельскохозяйственную технику значительно выросли, и этот рост привёл к отказу сельскохозяйственных производителей от использования механизации: механизация ограничилась только основными операциями. Это привело к сокращению посевных площадей, снижению объёмов сельскохозяйственного производства, дефициту предложения на местном рынке, колебаниям и повышению цен на сельскохозяйственную

продукцию, что уменьшило возможность предоставления её потребителям по приемлемой цене и в нужное время.

Вопросами географического распределения производства пшеницы и его влияние на продовольственную безопасность в Ираке занимался учёный [80]. Цель заключается в том, чтобы снизить стоимость импорта пшеницы, достичь самообеспеченности и даже стремиться к экспорту, если иракское правительство уделит серьезное внимание сельскому хозяйству

Целью исследования [24] является «Пространственная неоднородность сельскохозяйственной механизации и её влияние на производство зерновых культур в провинции Дияла» — выявить характер географического распределения сельскохозяйственной механизации и техники в изучаемом районе, определить степень прогресса в сельскохозяйственной сфере в каждом из округов провинции, а также преобладающие сельскохозяйственные системы и модели в каждом из них.

Перспективные технологии возделывания пшеницы нашли отражения в трудах автора [83, 86].

Научный интерес для повышения эксплуатационного обеспечения возделывания пшеницы в условиях мелкоконтурного земледелия, представляют результаты трудов автора [25]. Ученый применяет комплексный подход повышения эффективности. Исследование состоит из трёх основных разделов: первый раздел посвящён географическому распределению сельскохозяйственной механизации в провинции Дияла по состоянию на 2020 год; второй раздел рассматривает продуктивность зерновых культур в провинции Дияла за 2019 год; третий раздел анализирует проблемы и вызовы, с которыми сталкивается процесс технологической трансформации в направлении использования современной сельскохозяйственной техники.

1.6 Выводы по 1 главе и задачи исследования

Производство зерна пшеницы за последние 20 лет неуклонно растёт. валовые сборы за последние 20 лет увеличилось практически в два раза с 2,5-3

млн. тонн в год в начале 2000-х до 5-6 млн. тонн к 2020 году. Повышение валовых сборов достигнуто без увеличения площади посевов. Урожайность пшеницы возросла от 12-15 ц/га в начале 2000-х до 25-30 ц/га к 2023 году. Тем не менее, дефицит пшеницы в республике составляет 0,75-1 млн. тонн ежегодно.

Рост урожая ограничен природными факторами, периодические засухи, чередующиеся с наводнениями. Недостаток влаги с одновременным засолением и местами заболачиванием почв. Для снижения действия этих факторов необходим огромный комплекс ирригационных и мелиоративных работ.

Организационно-технические факторы находятся на низком уровне, например, низкая культура земледелия, высокая доля ручного труда, недостаток техники: насыщенность - тракторами в среднем 1 трактор средней мощностью 80 л.с. на 120 га.; комбайнами – 1 комбайн на 1200 га. В ряде случаев наблюдается полное отсутствие сельскохозяйственных орудий для эффективной обработки почвы, сева зерновых, ухода за посевами и других операций. Недостаточная обеспеченность фермеров органическими и минеральными удобрениями. Для решения этих и других проблем необходимы инвестиции.

Анализ условий и технологий возделывания пшеницы в условиях Ирака показал, что повышения валового сбора, качества этой культуры возможно только при интенсивном методе ведения сельского хозяйства, в том числе и повышения эффективности эксплуатационного обеспечения производственных и технологических процессов.

В связи с аспектами, изложенными выше имеется основание для формулировки и реализации следующих задач данного исследования:

1. Проанализировать производственные и агроландшафтные условия возделывания пшеницы в провинции Дияла Республики Ирак.
2. Разработать модель определения оптимальных параметров мобильных энергетических средств при выполнении полевых работ.
3. Разработать перспективную технологию возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла.

4. Провести испытания, предлагаемых составов машинно-тракторных агрегатов на выполнении основных механизированных работ.
5. Обосновать рекомендации по определению комплекса машин для возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла Республики Ирак.

ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПШЕНИЦЫ

2.1 Разработка перспективной технологии возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла для реализации интенсивного способа сельскохозяйственного производства

2.1.1 Разработка технологических карт возделывания пшеницы

Высокие технологии - система получения в конкретных агроландшафтах наивысшей урожайности, окупаемой финансовыми, энергетическими и трудовыми затратами с использованием новейших знаний на базе высокопитательных сортов, комплексной защитой растений от болезней, вредителей, сорняков, а также использования стимуляторов роста микро- и макроудобрений, обеспечивающая реализацию генетического потенциала сорта более 90%.

Таблица 2.1 – Технологическая карта возделывания и уборки

№	Наименование операции	объем работы	Единица измерения	календарные сроки, число, месяц, Дк	число рабочих дней, Др	количество рабочих часов, Трч
1	2	3	4	5	6	7
1.1	Вспашка	100	га	15.09-13.10	28	11

Продолжение таблицы 2.1

марка трактора	марка сцепки	марка машины	число машин в агрегате	кол-во обслуж. перс., тоб	Производ. за смену, Wсм	Производ. за час, Wч
8	9	10	11	12	13	14
Нойхолланд TD100D		ALPLER SP 12	1	1	4,54	0,41

Продолжение таблицы 2.1

Расход топлива на ед. раб. Кг	Расход топлива на весь объем раб. кг	Затраты труда,	Требуемое число агрегатов	Требуемое число персонала	Требуемое количество нормосмен
15	16	17	18	19	20
10,64	1064,40	190,45	0,79	0,79	22,02

Рекомендации по заполнению столбцов технологических карт по операциям.

В графе 1 для каждой технологической карты приводится двойная нумерация операций: 1.1, 1.2, ..., 2.1, 2.2, Цифра 1.1 обозначает: первая операция первой технологической карты, 1.2 – вторая операция первой технологической карты и т. д. Нумерация технологических карт произвольная и проводится самим студентом.

В графе 2 указывается вид механизированной работы из ранее составленных технологических карт. При этом следует пользоваться научной терминологией с возможными сокращениями слов без ущерба пониманию их содержания.

Графы 3, 4, 5 заполняются по данным технологических карт с учетом задания.

В графе 6 определяется потребное число дней по формуле:

$$D_p = D_k \cdot \alpha_k \quad (2.1)$$

где: D_p – количество календарных дней из графы 5, α_k , - коэффициент, учитывающий погодные условия и специфику производственного календаря, при практических расчётах его принимают 0,70...0,90. Значение D_p округлить до целого значения.

В графе 7 определяется соответствующее число рабочих часов в сутки

$$T_{рч} = T_{см} \cdot K_{см} \quad (2.2)$$

где: $T_{см}$ – нормативная продолжительность смены, ч; $K_{см}$ – возможный наибольший коэффициент сменности.

По нормативам принимают $T_{см} = 11$ ч (для обычных безвредных работ) и $T_{см} = 6$ ч (при внесении аммиачной воды и опрыскивании с. х. культур)

В графы 8, 9, 10, 11 записываются составы предварительные оптимальные составы МТА.

В графе 12 значение $m_{об}$ включает количество всех рабочих, участвующих в процессе реализации технологического процесса, включая вспомогательные операции.

В графе 13 Сменная эксплуатационная производительность $W_{см}$ (га, т) выбирается в соответствии с методикой расчёта, приведённой во второй главе диссертационной работы.

В графе 14 записывается часовая производительность агрегата (га/ч)

$$W_{ч} = \frac{W_{см}}{T_{см}}. \quad (2.4)$$

На основании нормативно-справочной документации в графе 15 приводится удельный расход топлива на единицу выполненной работы. В графе 16 рассчитывается общий расход топлива Θ_F (кг) на весь объём механизированных работ как произведение удельного расхода топлива на запланированный объём работ.

В графе 17 определяются затраты труда H (чел. -ч/ га, чел. -ч/ т):

$$H = \frac{m_{об}}{W} \quad (2.7)$$

В графе 17 указывается эталонная наработка за 11 часовую смену $W_э$.

В графе 18 рассчитывается требуемое число агрегатов и соответственно тракторов n_t для выполнения данной операции:

$$n_t = \frac{F}{W \cdot T_{рч}} = \frac{F}{W \cdot D_p \cdot T_{см} \cdot K_{см}} \quad (2.8)$$

Значения M_H , M_m , N_H , n_x , n_H , n_m , выбираются непосредственно из таблицы 1 (Приложения В).

Значение мощности N_m рассчитывается по формуле:

$$N_m = M_m \cdot \omega_m = M_m \cdot \frac{\pi \cdot n_m}{30} \approx 0,105 \cdot M_m \cdot n_m, \quad (2.10)$$

где ω_m - угловая скорость, рад/с; n_m - соответствующая частота вращения об/мин.

Коэффициент, характеризующий запаса крутящего момента K_M и по частоте вращения K_n определяется в виде соотношений:

$$K_M = \frac{M_m}{M_H}, \quad K_n = \frac{n_H}{n_m}. \quad (2.11)$$

Больше значения K_M и K_n , обеспечивают более высокую производительность агрегата.

Установлено, что устойчивая работа тракторного двигателя обеспечивается при соблюдении условия

$$M_y \leq 0,97 \cdot M_m, \quad (2.12)$$

где M_y - наибольшее допустимое значение момента сил сопротивления на валу двигателя, кНм.

Используются для этого аналитические зависимости между крутящим моментом M на валу двигателя и частотой вращения n . Для этого график зависимости $M = f(n)$ на регуляторной характеристике рассматриваем приближенно в виде двух прямолинейных участков AB - регуляторная ветвь и BC - перегрузочная ветвь.

Частоту вращения вала двигателя n_y , соответствующую в (1.3) наибольшему значению $M_y = 0,97 M_m$.

Приняв в этом равенстве $M_{i\text{вс}} = M_{\text{ym}} = 0,97 \cdot M_m$, получим соответствующую частоту вращения:

$$n_y = n_H - \left(\frac{0,97 \cdot M_m - M_H}{M_m - M_H} \right) \cdot (n_H - n_m). \quad (2.15)$$

Оптимальный режим загрузки двигателя может быть определен по моменту с учетом коэффициента вариации сил сопротивления. При этом максимальное значение сил сопротивления во избежании перегрузки двигателя приравнивается к моменту обеспечивающему его устойчивую работу $M_{i0} = M_y - 3V_{iM}$.

Режим загрузки двигателя наиболее полно характеризуется коэффициентом загрузки по мощности:

$$\varepsilon_N = \frac{N_\varepsilon}{N_H}, \quad (2.16)$$

где: N_H , N_ε - номинальная мощность и мощность при данном коэффициенте загрузки, кВт.

Равенство (2.17) при $\varepsilon_N = \varepsilon_{N0}$ с учетом (2.10, 2.14) можно представить в виде

$$\varepsilon_{N0} = \frac{N_{\varepsilon0}}{N_H} = \frac{M_{\varepsilon0} \cdot n_{\varepsilon0}}{M_H \cdot n_H} = \frac{n_x n_{\varepsilon0} - n_{\varepsilon0}^2}{n_x \cdot n_H - n_H^2}, \quad (2.17)$$

где $M_{\varepsilon0}$ - значение крутящего момента при $n_i = n_{\varepsilon0}$, кН·м.

При этом оптимальному режиму работы двигателя соответствует частота вращения:

$$n_{\varepsilon0} = 0,5 \cdot n_x + \sqrt{0,25 \cdot n_x^2 - \varepsilon_{N0} \cdot (n_x \cdot n_H - n_H^2)} \quad (2.18)$$

Значение $n_{\varepsilon0}$ в процессе работы можно поддерживать по тахоспидометру путем соответствующего изменения скорости движения трактора и всего агрегата.

Более эффективным, естественно, является автоматическое поддержание значения $n_{\varepsilon 0}$ путем бесступенчатого изменения скорости движения трактора.

Оптимальный коэффициент загрузки двигателя по крутящему моменту ε_{M0} определяется с учетом (2.18) из равенства

$$\varepsilon_{M0} = \frac{M_{\varepsilon 0}}{M_H} = \varepsilon_{N0} \cdot \frac{n_H}{n_{\varepsilon 0}}. \quad (2.19)$$

Распределение момента сил сопротивления на валу двигателя приближенно можно принять нормальным. При этом наименьшее M_{cm} и наибольшее M_{cm} его значения определяются из равенств:

$$M_{cm} = \bar{M}_c - 3\zeta_M, \quad M_{cm} = \bar{M}_c + 3\zeta_M, \quad (2.20)$$

где \bar{M}_c - математическое ожидание момента сил сопротивления, кН·м; ζ_M - среднее квадратическое отклонение, кН·м.

Значение $\bar{M}_c = \bar{M}_{\varepsilon 0}$ с учетом (1.9) можно определить на основании (1.8) в виде:

$$\bar{M}_c = \frac{\varepsilon_{N0} \cdot M_H \cdot n_H}{n_{\varepsilon 0}}. \quad (2.21)$$

Коэффициент вариации ν_M и среднее квадратическое отклонение ζ_M связаны соотношениями:

$$\nu_M = \frac{\zeta_M}{\bar{M}_c} \cdot 100, \quad \zeta_M = \frac{\bar{M}_c \nu_M}{100}. \quad (2.22)$$

При этом равенства (1.11) соответственно примут вид:

$$M_{cm} = \bar{M}_c \cdot \left(1 - \frac{3\nu_M}{100}\right), \quad M_{cm} = \bar{M}_c \cdot \left(1 + \frac{3\nu_M}{100}\right). \quad (2.23)$$

Если $M_{cm} \leq M_y$, то в процессе работы не требуется переключать передачи трактора из-за перегрузки двигателя и наоборот.

2.3 Обоснования параметров машинно-тракторных агрегатов

Тяговое усилие трактора можно определить из равенства:

$$P_{KPH} = G_H \cdot \varphi_{KPH} = 10^{-3} \cdot m g \cdot \varphi_{KPH}, \quad (2.24)$$

где G_H - номинальный эксплуатационный вес трактора, соответствующий допустимому (номинальному) буксованию, кН; φ_{KPH} - коэффициент использования сцепного веса трактора при допустимом (номинальном) буксовании.

Для практических расчетов: $\varphi_{KPH} = 0,37 \dots 0,39$ - для колесных тракторов 4К2; $\varphi_{KPH} = 0,40 \dots 0,45$ - для колесных тракторов 4К4.

Необходимо для определения P_{KPO} выразить тяговый КПД трактора η_T в функции P_{KP} на основании известного из теории трактора исходного выражения

$$\eta_T = \eta_{TP} \cdot \eta_f \cdot \eta_\delta, \quad (2.25)$$

где η_T - тяговый КПД трактора; $\eta_{TP}, \eta_f, \eta_\delta$ - КПД, учитывающие потери мощности соответственно в трансмиссии, на самопередвижение трактора и на буксование.

Значение η_{TP} можно принять постоянным ($\eta_{TP} \approx 0,88$). При расчёте η_f используем формулу:

$$\eta_f = \frac{P_{KP}}{P_K} = \frac{P_{KP}}{P_{KP} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f} = \frac{\varphi_{KP}}{\varphi_{KP} + f}, \quad (2.26)$$

где P_{KP}, P_K - значения тягового усилия и касательной силы трактора, кН; $\varphi_{KP} = P_{KP} / 10^{-3} \cdot m \cdot g$ - коэффициент использования эксплуатационного веса трактора; $P_f = 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f$ - сила сопротивления качению трактора, кН.

Численное значение η_δ имеет зависимость от буксования δ в виде:

$$\eta_\delta = 1 - \delta. \quad (2.27)$$

Буксование δ при этом также определяется в функции φ_{KP} по эмпирической формуле:

$$\delta = \frac{a \cdot \varphi_{KP}}{e - \varphi_{KP}}, \quad (2.28)$$

где a, e - эмпирические коэффициенты, определяемые по результатам тяговых испытаний тракторов.

На основании (2.25...2.28) получим значение тягового КПД трактора в функции φ_{KP} в виде

$$\eta_T = \eta_{TP} \cdot \left(\frac{\varphi_{KP}}{\varphi_{KP} + f} \right) \cdot \left(1 - \frac{a \cdot \varphi_{KP}}{e - \varphi_{KP}} \right). \quad (2.29)$$

$$\varphi_{KPO} = \frac{P_{KPO}}{10^{-3} \cdot m \cdot g} = S \pm \sqrt{S^2 - d}, \quad (2.30)$$

$$\text{где } S = \frac{e \cdot f \cdot (1 + a)}{e - (1 + a) \cdot (e - f)}; \quad d = \frac{e^2 \cdot f}{e - (1 + a) \cdot (e - f)}.$$

Перед корнем берется знак «+» при $S < 0$ и $d < 0$, а в остальных случаях знак «-».

По значению φ_{KPO} определим оптимальное тяговое усилие трактора:

$$P_{KPO} = 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \varphi_{KPO}. \quad (2.31)$$

Численные значения a, e и f приведены в таблице 3 (Приложения Г).

Затем можно рассчитать соответствующее допустимое тяговое усилие трактора:

$$P_{KPD} = 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \left(\frac{e \cdot \delta_D}{a + \delta_D} \right). \quad (2.33)$$

Получим искомый энергосберегающий диапазон изменения номинальных тяговых усилий трактора:

$$P_{KP} = P_{KPO} \cdots P_{KPD}, \quad (2.34).$$

Максимальное значение тягового КПД трактора $\eta_{ТО}$, соответствующий $P_{КРО}$, получим из (2.29) при $\varphi_{КР} = \varphi_{КРО}$, определяемом из (2.30), а значение $\eta_{ТД}$ при допустимом буксовании из (2.29) при $\varphi_{КР} = \varphi_{КРД}$ из (2.32).

При $\varphi_{КР} = \varphi_{КРО}$ можно определить также буксование δ_o , соответствующее максимуму тягового КПД трактора

$$\delta_o = \frac{a \cdot \varphi_{КРО}}{b - \varphi_{КРО}}. \quad (2.35)$$

Рабочая и теоретическая скорости МТА связаны соотношением:

$$V = V_T \cdot (1 - \delta). \quad (2.37)$$

Значения скоростей оптимальной и допустимой скоростей на основании определяются из равенств

$$V_o = \frac{N_H \cdot \varepsilon_N \cdot \eta_{ТР} \cdot (1 - \delta_o)}{P_{КРО} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f} = \frac{\mathcal{E} \cdot \varepsilon_N \cdot \eta_{ТР} \cdot (1 - \delta_o)}{g \cdot (\varphi_{КРО} + f)}, \quad (2.38)$$

$$V_d = \frac{N_H \cdot \varepsilon_N \cdot \eta_{ТР} \cdot (1 - \delta_d)}{P_{КРД} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f} = \frac{\mathcal{E} \cdot \varepsilon_N \cdot \eta_{ТР} \cdot (1 - \delta_d)}{g \cdot (\varphi_{КРД} + f)}, \quad (2.39)$$

где $\mathcal{E} = N_H / (10^{-3} \cdot m)$ - энергонасыщенность трактора, кВт/т.

Энергосберегающий диапазон скоростей при этом составит:

$$V = V_d \dots V_o. \quad (2.40)$$

Из итогов можно сделать вывод, что диапазон энергосберегающих скоростей для одинаковых тракторов на однородных почвенных условиях и при одинаковых уровнях энергоемкости останется аналогичным, что значительно упрощает практические вычисления.

2.4 Обоснование оптимальных режимов использования сельскохозяйственных машин в условиях провинции Дияла республики Ирак

Тяговое сопротивление рабочих машин определяют на основании обобщенных эмпирических данных по формуле

$$R_M = K_{v\alpha} \cdot \epsilon_M, \quad (2.43)$$

где $K_{v\alpha}$ - среднее удельное тяговое сопротивление с.х. машины данного типа с учетом влияния скорости и угла склона, кН/м.

Сопротивление сельскохозяйственных машин находится в пределах значения K_v при этом рассчитывается по упрощенным формулам (кН/м)

$$K_v = a_M \cdot K_o \cdot [1 + \Delta K \cdot (V - V_o)] - \text{для плугов} \quad (2.44)$$

$$K_v = K \cdot [1 + \Delta K \cdot (V - V_o)] - \text{для других тяговых с.-х. машин} \quad (2.45)$$

где V - скорость МТА, м/с; $V_o \approx 1,4$ м/с; a_M - глубина вспашки; K_o - удельное тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины при скорости $V = V_o$, кН/м²; ΔK - относительное приращение удельного тягового сопротивления при увеличении скорости на 1 м/с (при $V \leq V_o$ следует принять $\Delta K = 0$).

Численные значения K_o , K и ΔK для соответствующих операций приведены в таблице 1 (Приложения Д).

В условиях неровного рельефа следует учесть также удельное тяговое сопротивление с.-х. машины, связанное с преодолением подъема в соответствии с равенством:

$$K_{v\alpha} = K_v + 10^{-3} \cdot m_{MV} \cdot g \cdot \sin \alpha, \quad (2.46)$$

где α - угол склона, град.

Общее тяговое сопротивление тяговых с.-х. машин получим в виде

$$R_M = K_{v\alpha} \cdot \epsilon_M = \left(K_v + 10^{-3} \cdot m_{MV} \cdot g \cdot \sin \alpha \right) \cdot \epsilon_M. \quad (2.47)$$

Для η_{TP} , δ_B , η_B можно принять приближенные значения $\eta_{TP}=0,88$, $\eta_B=0,95$, $\delta_B=0,8\delta_D$.

Потребная для работы с.-х. машины в составе агрегата мощность на валу двигателя определяется с учетом (3.8, 3.13) в виде суммы

$$N_M = N_T + N_B = \frac{R_a \cdot V}{\eta_T} + \frac{N_B}{\eta_B} = \epsilon_M \cdot V \cdot \left(\frac{K_a}{\eta_T} + \frac{a_N \cdot u}{\eta_B} \right) \quad (2.55)$$

где N_T , N_B - мощности, потребляемые на тяговые процессы и на ВОМ, кВт.

Для тягового КПД трактора η_T принимаем усредненные значения $\eta_T=0,70$ – на стерне и $\eta_T=0,60$ – на поле, подготовленном под посев. Почвенный фон стерни соответствует вспашке, лушению стерни и уборочным работам, а для остальных видов работ принимается поле, подготовленное под посев.

Соответствующие удельные энергозатраты в расчете на единицу площади выполненной работы E_M получим в виде (кДж/м²)

$$E_M = \frac{N_M}{\epsilon_M \cdot V} = \frac{K_a}{\eta_T} + \frac{a_N \cdot u}{\eta_B} \quad (2.56)$$

Значение $E_{MT} = K_a$ и $E_{MB} = a_N \cdot u$ соответствуют удельному расходу энергии непосредственно самой машиной на тяговые процессы и на привод рабочих органов через ВОМ. Пропорционально энергозатратам будет изменяться и расход топлива. Номинальная мощность двигателя трактора в расчете на одну машину N_{HM} с учетом (2.54) определяется из равенства

$$N_{HM} = \frac{N_M}{\epsilon_N} \quad (2.57)$$

При этом для коэффициента загрузки двигателя приближенно можно принять значение $\epsilon_N=0,90$.

Вероятностный характер изменения сил сопротивления, обусловлен изменчивостью действующих внешних факторов.

В качестве основных числовых характеристик определяются: математическое ожидание, \bar{R}_M среднее квадратическое отклонение ζ_R , дисперсия $D_R = \zeta_R^2$, степень неравномерности δ_R и коэффициент вариации ν_R ,

В качестве математического ожидания тягового сопротивления $\bar{R}_M = R_M$ принимается значение, полученное для соответствующей машины.

Воспользуемся усредненными значениями коэффициента вариации тягового сопротивления ν_R для соответствующих операций, которые приведены в таблице 2 (Приложение Д).

По значению ν_R рассчитываются

$$\zeta_R = \nu_R \cdot \bar{R}_M, \quad D_R = \zeta_R^2, \quad \delta_R = 6\nu_R. \quad (2.62)$$

Для оценки максимальной перегрузки двигателя можно определить также наибольшее значение тягового сопротивления машины

$$R_{Mm} = \bar{R}_M + 3G_R. \quad (2.63)$$

2.5 Обоснования состава эксплуатационных режимов машинно-тракторных агрегатов

Исследования показали, что каждому сочетанию природно-производственных условий (включая длину гона и прочие факторы) соответствует своя оптимальная мощность трактора.

Исходя из вышесказанного, в таблице 1 (приложение Е) приведены диапазоны мощности, необходимые для выполнения технологических операций, в соответствии с основными категориями продолжительности работы, принятыми в стандарте по механической работе на месте.

Соответствующие данные по современным и перспективным тракторам приведены в таблицах (Приложение А).

При установившемся рабочем ходе тягового агрегата ширину захвата B можно представить в виде частного $B = P_{KP} / K_a$ и критерий оптимальности

Можно заключить, что тяговый КПД трактора η_T в конечном итоге является функцией энергонасыщенности \mathcal{E} и теоретической скорости в виде

$$\eta_T = f_T \cdot (\mathcal{E}, V_T), \quad (2.67)$$

где $\mathcal{E} = \frac{N_H}{10^{-3} \cdot m}$ - энергонасыщенность трактора, кВт/т.

Значение K_a в общем случае определяется из равенства (2.49) предыдущего раздела и также является функцией энергонасыщенности трактора \mathcal{E} и теоретической скорости V_T в виде

$$K_a = f_K \cdot (\mathcal{E}, V_T) \quad (2.68)$$

Справедливость этой зависимости следует из равенств (2.44, 2.45), в которых можно принять

$$V = V_T \cdot (1 - \delta), \quad (2.69)$$

где: δ - буксование движителей трактора.

Из данных второго задания следует, что δ является функцией \mathcal{E} и V_T , что подтверждает справедливость равенства (2.68).

Таким образом, оптимальную теоретическую скорость получим на основании по условию $dE_P / dV_T = 0$. Соответствующее развернутое решение приведено в учебнике. При этом выявлено, что V_{TO} зависит в основном не от абсолютного значения удельного сопротивления, а от соотношения

$$\mu_K = \Delta K / (1 - \Delta K \cdot V_o). \quad (2.71)$$

Значения ΔK для рассматриваемых операций приведены в таблице (Приложение Д).

Искомые значения оптимальной теоретической скорости $V_{то}$ должны определяться в диапазоне буксований

$$\delta = \delta_o \cdots \delta_d. \quad (2.72)$$

В пределах указанного диапазона буксований на основании многовариантных практических расчетов установлены соотношения между δ_o и δ_d в виде

$$\delta_o = \gamma \cdot \delta_d, \quad (2.73)$$

Значения поправочного коэффициента для возможных вариантов решения приведены в таблице 2 (Приложение Е).

Для заданной операции рассчитывается значение μ_k по формуле (2.71). Затем по значениям μ_k и энергонасыщенности выбранного трактора \mathcal{E} из таблицы 2 (Приложение Е) принимается соответствующее значение второго поправочного коэффициента γ (для операций вспашки и лущения стерни почвенным фоном считается стерня, а для всех других операций – поле, подготовленное под посев). После этого на основании (2.73) и формулы (2.28) задания получим выражение для буксования в оптимальном режиме

$$\delta_o = \gamma \cdot \delta_d = \frac{a \cdot \varphi_{кpo}}{b - \varphi_{кpo}}. \quad (2.74)$$

Соответствующий оптимальный коэффициент использования эксплуатационного веса трактора $\varphi_{кpo}$ получим в виде

$$\varphi_{кpo} = \frac{P_{кpo}}{10^{-3} \cdot m \cdot g} = \frac{b \cdot \gamma \cdot \delta_d}{a + \gamma \cdot \delta_d} \quad (2.75)$$

Численные значения эмпирических коэффициентов a , b приведены в таблице 2 (Приложение Г).

Из этого равенства получим значение искомой оптимальной силы тяги трактора

$$P_{KPO} = 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \left(\frac{\epsilon \cdot \gamma \cdot \delta_d}{a + \gamma \cdot \delta_d} \right) \quad (2.76)$$

Соответствующую оптимальную теоретическую скорость V_{TO} определим :

$$V_{TO} = \frac{N_H \cdot \epsilon_N \cdot \eta_{TP}}{P_{KPO} + 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot f}. \quad (2.77)$$

Значения коэффициента сопротивления качению трактора на соответствующем почвенном фоне приведены в таблице 2 (Приложение Г), а для ϵ_N и η_{TP} принимаем усредненные значения $\epsilon_N = 0,90$ и $\eta_{TP} = 0,88$.

Искомую оптимальную рабочую скорость агрегата V_o получим на основании (2.69)

$$V_o = V_{TO} \cdot (1 - \delta_d \cdot \gamma). \quad (2.78)$$

Расчетная оптимальная ширина захвата агрегата определяется по формуле

$$B_{PO} = \frac{1}{K_a} \cdot (P_{KPO} - 10^{-3} \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha). \quad (2.79)$$

Значение полного удельного сопротивления агрегата K_a рассчитывается по формуле, а вместо P_{KPO} подставляется значение, полученное в (2.76).

В случае решения данной задачи на основе тяговой характеристики трактора следует в равенство (2.79) подставить значение $P_{KPO} = P_{KPHO} \cdot \epsilon_{KP}$ с учетом выбранного из тяговой характеристик оптимального номинального тягового усилия P_{KPHO} и допустимого коэффициента ϵ_{KP} его использования.

По значению B_{PO} рассчитывается соответствующее потребное расчетное число машин

$$n_{MPO} = \frac{B_{PO}}{b_M}, \quad (2.80)$$

где: b_M - ширина захвата одной машины.

Фактическое число машин в составе агрегата n_M получим путем округления значения n_{MPO} в меньшую сторону по условию

$$n_M \leq n_{MPO} \quad (2.81)$$

Для одномашинных агрегатов выбрать машину с такой шириной захвата b_M , при которой в равенстве (2.80) обеспечивается условие

$$n_{MPO} \geq 1 \quad (2.83)$$

При этом из (2.81) округленно получим $n_M = 1$. Для пахотных агрегатов необходимо учесть также возможность агрегатирования выбранного плуга с трактором с учетом его класса.

Завершается моделирование запись в технологическую карту возделывания сельскохозяйственной культуры в соответствующую строчку механизированной операции, формулой полученного агрегата

2.6 Методика определение эксплуатационных показателей

Производительность агрегата в заданных условиях при этом определяется из равенства

$$W = W^T \cdot K_{OB} = 0,36 \cdot K_{OB} \cdot B \cdot V \cdot \tau \quad (2.84)$$

где W , W^T - производительность агрегата соответственно в заданных и типовых условиях, га/ч; B - рабочая ширина захвата, м; V - рабочая скорость, м/с; τ - коэффициент использования времени смены в типовых условиях; K_{OB} - обобщенный поправочный коэффициент на местные условия.

Обобщенный коэффициент определяется в виде произведения частных коэффициентов

$$K_{OB} = K_K \cdot K_h \cdot K_C \cdot K_{II} \cdot K_P \quad (2.85)$$

где $K_K, K_h, K_C, K_{II}, K_P$ - частные поправочные коэффициенты соответственно на: каменистость; высоту над уровнем моря; сложность конфигурации полей; изрезанность полей препятствиями; рельеф.

Значения указанных частных коэффициентов выбираются из таблицы (Приложение Ж) в соответствии с заданием. Коэффициент использования времени смены в (2.84) определяется из отношения

$$\tau = \frac{T_P}{T_{CM}}, \quad (2.86)$$

где T_P - время основной (чистой) работы за смену, с; T_{CM} - продолжительность смены, с.

Укрупненный баланс времени смены можно представить в виде

$$T_{CM} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, \quad (2.87)$$

где T_1, T_2, T_3, T_4 - соответствующие группы составляющих баланса времени смены, с.

Развернутое выражение коэффициента использования времени смены

$$\tau = \frac{h_w - a_w \cdot \Pi}{1 + K_w \cdot \Pi}, \quad (2.94)$$

где $h_w = 1 - \frac{T_{\Pi} + a_2}{T_{CM}}, \quad a_w = \frac{a_2}{T_{CM}}.$

Для уборочных агрегатов значение $\Pi = \Pi_u$ соответствует секундной подаче $\Pi_u = B \cdot V \cdot u$, где u - урожайность, кг/м².

Соответственно коэффициент использования времени смены примет вид

$$\tau_u = \frac{h_{wu} - a_{wu} \cdot \Pi_u}{1 + K_{wu} \cdot \Pi_u}. \quad (2.95)$$

На основании (2.85...2.95) производительности соответственно обычных и уборочных агрегатов определяются из равенств

$$W = 0,36 \cdot K_{OB} \cdot \Pi \cdot \tau = 0,36 \cdot K_{OB} \cdot \left(\frac{h_w \cdot \Pi - a_w \cdot \Pi^2}{1 + K_{wu} \cdot \Pi} \right), \quad (2.96)$$

$$W_u = 3,6 \cdot K_{OB} \cdot \Pi_u \cdot \tau_u = 3,6 \cdot K_{OB} \cdot \left(\frac{h_{wu} \cdot \Pi_u - a_{wu} \cdot \Pi_u^2}{1 + K_{wu} \cdot \Pi_u} \right), \quad (2.97)$$

где W - производительность обычного агрегата, га/ч; W_u - производительность уборочного агрегата, т/ч.

$$\Pi_u = B \cdot V, \text{ м}^2/\text{с};$$

$$\Pi_u = B \cdot V \cdot u, \text{ кг/с}.$$

Производительность уборочных агрегатов следует определить также по губранной за час площади W_{uF} по формуле

Численные значения коэффициентов h_w , a_w , K_w , приведены в таблице 1 (Приложение Ж), а обобщенный поправочный коэффициент $K_{об}$ определяется по формуле (2.85).

$$W_{uF} = W_u / u, \quad (2.98)$$

Трудозатраты при работе обычных и уборочных агрегатов соответственно определяются из равенств

$$H = \frac{m_{MEX}}{W}, \quad H_u = \frac{m_{MEX}}{W_u}, \quad H_{uF} = H_u \cdot u \quad (2.99)$$

где H - трудозатраты для обычных агрегатов, чел.-ч/га; H_u - трудозатраты для уборочных агрегатов, чел.-ч/т; H_{uF} - трудозатраты для уборочных агрегатов, чел.-ч/га; m_{MEX} - число механизаторов на одном агрегате, чел.

Расход топлива θ в связи с этим можно определить из упрощенного равенства

$$\theta = \frac{G_{TP}}{W} \cdot v_\theta = \frac{N_H \cdot \varepsilon_N \cdot g_e \cdot v_\theta}{10^3 \cdot W}, \quad (2.102)$$

где N_H - номинальная эффективная мощность двигателя, кВт; ε_N - коэффициент загрузки двигателя; g_e - удельный расход топлива двигателем, г/кВт ч.

Рассчитанные по типовым нормам значения ν_{θ} для соответствующих операций и классов длины гона приведены в Приложении Б. Для ε_N и g_e можно воспользоваться усредненными значениями: $\varepsilon_N = 0,90$; $g_e = 256$ г/кВт ч. Эффективные мощности N_H для соответствующих марок тракторов приведены в таблицах (Приложение Б).

Прямые эксплуатационные затраты денежных средств соответственно для обычных и уборочных агрегатов определяются из равенств

$$C_{\varepsilon} = C_{\theta} + C_3 + C_{APTO}, \quad C_{\varepsilon u} = C_{\theta u} + C_{3u} + C_{uAPTO}, \quad C_{\varepsilon uF} = C_{\varepsilon u} \cdot u \quad (2.103)$$

где C_{ε} , $C_{\varepsilon u}$, $C_{\varepsilon uF}$ - прямые затраты соответственно, руб/га, руб/т, руб/га; C_{θ} , $C_{\theta u}$ - затраты на топливо, руб/га, руб/т; C_3 , C_{3u} - затраты на зарплату, руб/га, руб/т; C_{APTO} , C_{uAPTO} - суммарные затраты на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание, руб/га, руб/т.

Значения C_{APTO} и C_{uAPTO} определяются с учетом θ из (2.102) и θ_u из (2.102a) соответственно для обычных и уборочных агрегатов

$$C_{\theta} = \theta \cdot C_K, \quad C_{\theta u} = \theta_u \cdot C_K \quad (2.104)$$

где C_K - цена комплексного топлива, руб/кг.

Затраты на зарплату определяются с учетом тарифных ставок

$$C_3 = \frac{1}{W} \cdot \sum m_{mexi} \cdot f_i \cdot \mu_i, \quad C_{3u} = \frac{1}{W_u} \cdot \sum m_{mexi} \cdot f_i \cdot \mu_i \quad (2.105)$$

где m_{mex} - число механизаторов i -го разряда; f_i - соответствующая тарифная ставка, руб/ч; μ_i - коэффициент, учитывающий дополнительные начисления за классность, стаж работы и др. Значение f_i зависит от группы ставок и тарифного разряда.

Приближенно можно принять $\mu_i = 1,30$. При этом усреднено учитываются следующие надбавки: за классность трактористу-машинисту I-го

класса – 20%; трактористу-машинисту II-го класса – 10%; за стаж работы от 2 до 5 лет – 8%; от 5 до 10 лет – 10%; за стаж работы в данном хозяйстве и др.

Суммарные затраты на амортизацию, ремонт и техническое обслуживание для обычных и уборочных агрегатов соответственно определяются из равенств

$$C_{APTO} = \frac{1}{W} \cdot \left(\frac{Ц_{BT} \cdot a_{APTO}^T}{100 \cdot T_{GT}} + \frac{Ц_{BC} \cdot a_{APTO}^C}{100 \cdot T_{GC}} + \frac{n_M \cdot Ц_{BM} \cdot a_{APTO}^M}{100 \cdot T_{GM}} \right), \quad (2.106)$$

$$C_{uAPTO} = \frac{1}{W_u} \cdot \left(\frac{Ц_{BT} \cdot a_{APTO}^T}{100 \cdot T_{GT}} + \frac{Ц_M \cdot a_{APTO}^M}{100 \cdot T_{GC}} \right), \quad (2.106a)$$

где C_{APTO} - для обычных агрегатов, руб/га; C_{uAPTO} - для уборочных агрегатов, руб/т; $Ц_{BT}$, $Ц_{BC}$, $Ц_{BM}$ - балансовые цены соответственно трактора, сцепки и рабочей машины, руб; n_M - число машин в агрегате; T_{GT} , T_{GC} , T_{GM} - годовые загрузки соответственно трактора, сцепки и рабочей машины, ч; a_{APTO}^T , a_{APTO}^C , a_{APTO}^M - суммарные нормы годовых отчислений на реновацию, ремонт и техническое обслуживание соответственно по трактору, сцепке и рабочей машине, %.

Числовые значения a_{APTO}^T , a_{APTO}^C , a_{APTO}^M определяются по данным таблиц (Приложение Ж) путем суммирования норм отчислений на реновацию Р, капитальный ремонт КР, текущий ремонт ТР и техническое обслуживание ТО.

Балансовые цены $Ц_{BT}$, $Ц_{BC}$, $Ц_{BM}$ определяются из равенств

$$Ц_{BT} = \varphi_T \cdot Ц_T, \quad Ц_{BC} = \varphi_C \cdot Ц_C, \quad Ц_{BM} = \varphi_M \cdot Ц_M \quad (2.107)$$

где $Ц_T$, $Ц_C$, $Ц_M$ - оптовые цены трактора, сцепки и с.х. машины, руб.; φ_T , φ_C , φ_M - коэффициенты, учитывающие дополнительные затраты на доставку, досборку и др.

Приближенно в расчетах можно принять $\varphi_T \approx \varphi_C \approx \varphi_M \approx 1,1$, а значения Π_T, Π_C, Π_M приведены в таблицах (Приложение Ж)

Приведенные эксплуатационные расходы для обычных и уборочных агрегатов определяются из равенств.

$$C_{\Pi} = C_{\text{э}} + E_H \cdot K_v, \quad C_{\Pi_u} = C_{\text{э}u} + E_H \cdot K_{vu}, \quad C_{\Pi_{uF}} = C_{\Pi_u} \cdot u \quad (2.108)$$

где $C_{\Pi}, C_{\Pi_u}, C_{\Pi_{uF}}$ - приведенные затраты, руб/га, руб/т, руб/га; E_H - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений; K_v, K_{vu} - удельные капиталовложения, руб/га, руб/т.

В настоящее время принимается $E_H = 0,10$, а удельные капитальные вложения для обычных и уборочных агрегатов соответственно определяются по формулам

$$K_v = \frac{1}{W} \cdot \left(\frac{\Pi_{BT}}{T_{GT}} + \frac{\Pi_{BC}}{T_{GC}} + \frac{n_M \cdot \Pi_{BM}}{T_{GM}} \right), \quad K_{vu} = \frac{1}{W_u} \cdot \left(\frac{\Pi_{BT}}{T_{GT}} + \frac{\Pi_{BM}}{T_{GM}} \right) \quad (2.109)$$

В условиях экономических методов хозяйствования значения $\Pi_K, f_i, \mu_i, \Pi_T, \Pi_C, \Pi_M, \varphi_T, \varphi_C, \varphi_M, a_{APTO}^T, a_{APTO}^C, a_{APTO}^M$, неудивительно, что они не могут оставаться стабильными в течение длительного периода времени. Таким образом, при проведении расчетов следует полагаться на измененные значения этих показателей или вводить соответствующие поправочные коэффициенты.

ГЛАВА 3. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Характеристика условий испытаний по проведению эксплуатационно-технологической оценки машинно-тракторных агрегатов

Эксперимент проводился на площади 340 гектаров в одном из районов Ваджихи, а площади земельных владений в районе эксперимента были проанализированы с учетом рисунка 3.1.



Рисунок 3.1 - Сельскохозяйственные участки, на которых проводились испытания

Как видно из спутниковых снимков, в соответствии с рисунком 3.2, имеются большие необработанные площади. Одной из причин недостаточного возделывания пшеницы является парк механизированных тракторов, и работа машин должна быть улучшена при работе в районах с небольшими площадями.



Рисунок 3.2 – Испытательный полигон сельскохозяйственных угодий

При анализе земли для экспериментального участка было обнаружено, что вся площадь земли составляет 300 гектаров, принадлежащих фермерам, самый большой участок - из 10 гектаров, принадлежащих всего 10 людям, в общей сложности 100 гектаров, и площадью 8 гектаров, принадлежащих 13 людям, в общей сложности из 88 гектаров остальная площадь распределена между 4 и 2 гектарами на человека.

3.2 Программа и методика испытаний на полях провинции Дияла Республики Ирак

Реализация организации испытаний была осуществлена на основании стандарта, распространяемого на энергетические средства и другие сельскохозяйственные машины, на оборудование для растениеводства и животноводства, технологические комплексы и механизированные линии по послеуборочной обработке и хранению урожая, для переработки сельскохозяйственного сырья, для лесного хозяйства, на приспособления, оборудование и их составные части (в дальнейшем изделия) и устанавливает виды, цели испытаний и типовую программу испытаний, правила приемки и

подготовку изделия к испытанию, порядок проведения и оформления результатов испытаний [92, 151]

1. Эксплуатационно-технологическая оценка выполнялась в соответствии с правилами, указанными в [2].

Цель работы: Определение эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов при выполнении механизированных работ.

Основание проведения испытаний. Научные исследования повышения эффективности эксплуатационного обеспечения возделывания пшеницы и обоснование выбора состава технических средства для выполнения механизированных работ.

Объект испытаний. В связи с разработкой унифицированной программы и методики испытаний машинно-тракторных агрегатов, для реализации основных энергоемких и ответственных операций технологий производства продукции растениеводства, объектом испытаний будем считать машинно-тракторный агрегат для выполнения следующих механизированных работ по основной и предпосевной обработке почвы, а также посева семян пшеницы

В качестве мобильного энергетического средства выступает трактор Holland TD100D, в соответствии с рисунком 3.3.



Рисунок 3.3 – Объект исследования

Ниже приведена таблица характеристик трактора, использованного в эксперименте, в соответствии с таблицей 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики трактора New Holland TD100D

Характеристики	Описание
Модель	2017
Тип двигателя	Дизельный турбированный двигатель
Количество цилиндров	4 цилиндра
Объем (см ³)	3900
Максимальная мощность (л.с.)	100
Тип трансмиссии	Механическая или полуавтоматическая
Количество скоростей	12 вперед и 12 назад
Тип привода	Полный привод (4WD)
Грузоподъемность гидравлики (кг)	3500
Вес трактора (кг)	3900

Вспашка проводилась с использованием трактора New Holland TD-100D мощностью 74 кВт и четырехколесного плуга ALPLER SP12 (Рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Машинно-тракторный агрегат для вспашки

Характеристики сельскохозяйственной машины, в соответствии с рисунком 3.5, представлены в таблице 3.2.



Рисунок 3.5 – Сельскохозяйственная машина для вспашки

Таблица 3.2 – Характеристика плуга

Название агрегата	Масса кг	Ширина захвата м	Рабочая скорость км/ч
ALPLER SP12	492	1,02	6-12

Вторая механизированная работа – выравнивание поверхности поля, выполнялась планировщиком с техническими характеристиками, представленными в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Технические характеристики

Название агрегата	Масса кг	Ширина захвата м	Рабочая скорость км/ч
ALPLER 2.5	550	2.5	5-8

Третья операция, связанная с предпосевной обработкой почвы комбинированными машинно-тракторными агрегатами, с техническими характеристиками, представленными в таблице 3.4

Таблица 3.4 – Технические характеристики

Название агрегата	Масса кг	Ширина захвата м	Рабочая скорость км/ч
КОМБИ 3	620	3	6-11

Четвёртая операция - это посев зерновых культур с внесением минеральных удобрений, была реализована машинно-тракторными агрегатами, с техническими характеристиками, представленными в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Технические характеристики

Название агрегата	Масса кг	Ширина захвата м	Рабочая скорость км/ч
Ozduman HBM 24	1220	3,36	до 20

Пятая операция связана с образованием каналов на поверхности поля для орошения. была реализована машинно-тракторными агрегатами, с техническими характеристиками, представленными в таблице 3.6.

Таблица 3.6. – Технические характеристики

Название агрегата	Масса кг	Ширина захвата м	Рабочая скорость км/ч
Машина для образования оросительных каналов	63	0,65	15

Обеспечение испытаний:

- техническая документация для испытаний представляется самостоятельно.

-. обслуживание трактора обеспечивается собственными силами или другими организациями по его определению.

- комплектование, доставка машинно-тракторного агрегата осуществляется исполнителем.

- обеспечение ГСМ по ГОСТ осуществляет исполнителем.

Объем и содержание испытаний. Рабочая программа испытаний машинно-тракторных агрегатов включает следующие виды оценок:

Предисловие. Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2-2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены».

Стандарт устанавливает общие положения, показатели эксплуатационно-технологической оценки, методы их получения, обработки и анализа при проведении испытаний вышеперечисленных типов сельскохозяйственной техники.

Нормативные ссылки. В настоящем стандарте применены нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний.

Термины и определения. Применены термины с соответствующими определениями:

Эксплуатационно-технологическая оценка: оценка эксплуатационных качеств (свойств) сельскохозяйственной техники, которые описывают ее способность выполнять технологические процессы в пределах агротехнического срока с максимальной производительностью при соблюдении заданного уровня качества работы в зоне и при минимальных потерях сменного времени.

Контрольная смена: Период работы сельскохозяйственного агрегата в одну полную рабочую смену на одном фоне, при четкой организации труда, контроле и определении условий, режима работы и качества выполнения технологического процесса, с ведением хронографии или хронометража.

Хронография: Регистрация всех операций и соответствующих им периодов времени в хронологической последовательности.

Хронометраж: регистрирование конкретных операций и соответствующей продолжительности времени в течение времени работы машины.

Вид работы: Технологическая операция, выполняемая в соответствии с назначением агрегата, с заданными технологическими параметрами, которые требуют регулировок или переоборудования, с определенным составом агрегата, входящая в состав машинной технологии возделывания сельскохозяйственной культуры.

Фон: Определенное сочетание показателей для одного и того же вида работ, характеризующих условия работы сельскохозяйственной машины (влажность, твердость почвы, урожайность и др.).

Типичный фон: Состояние фона (культуры, почвы, исходного технологического материала и др.), предусмотренного техническим заданием (ТЗ) или техническими условиями (ТУ) на машину.

Машинно-тракторный агрегат: Совокупность рабочих машин, энергетического средств и устройств, которые конструктивно и функционально

оптимально связаны друг с другом и предназначены для выполнения одной или нескольких технологических операций.

Общие положения. Эксплуатационно-технологическую оценку машины проводят в местах, для которых она предназначена, с учетом условий эксплуатации и особенностей выполнения технологического процесса на основных видах работ.

Во время контрольной смены воспроизводят режим работы машинно-тракторного агрегата (МТА), установленный в ТЗ (ТУ) и руководстве по эксплуатации, определяют эксплуатационно-технологические показатели и показатели качества выполнения технологического процесса по номенклатуре показателей, предусмотренных ТЗ (ТУ) и стандартами по типам машин.

При подготовке машины к эксплуатационно-технологической оценке необходимо соблюдать следующие условия:

- техническое состояние машины, представленной на испытания, должно соответствовать требованиям ТЗ (ТУ) и руководства по эксплуатации;
- машина должна быть сагрегатирована с соответствующим энергетическим средством, отвечающим требованиям ТЗ (ТУ);
- техническое и технологическое обслуживание МТА (машины) должно осуществляться с использованием персонала и технических средств, указанных в руководстве по эксплуатации;
- машина должна быть обкатана в соответствии с рекомендациями изготовителя до начала контрольных смен.

На каждом типе работы проводятся три контрольные смены, каждая продолжительностью не менее восьми часов сменного времени. Испытание машин для защиты растений, зерна и семян занимает шесть часов.

Регистрацию всех элементов сменного времени проводят методом сплошной хронографии и поэлементного хронометража.

При регистрации элементов времени смены методом поэлементного хронометража число регистрируемых измерений элементов времени смены должно соответствовать указанному в таблице 3.7.

Таблица 3.7 - Рекомендуемое число регистрируемых измерений элементов
времени смены

Наименование элемента времени смены	Число измерений (не менее)
Основное время: - при делении основного времени на контрольные опыты (циклы) - при суммировании всего основного времени, ч	10 Не менее трех контрольных смен общей продолжительностью не менее 24 ч сменного времени
Время на технологический переезд; технологическое обслуживание; (выгрузка, загрузка)	3
Время одного поворота	10
Время одного ежесменного технического обслуживания (ЕТО) и на заправку топливом; перевода в рабочее или транспортное положение; агрегатирования; проведения наладки и регулирования; переезда к месту работы (или обратно)	3

Чтобы убедиться, что сравниваемые машины соответствуют рабочим условиям и получить достоверные результаты, при проведении контрольных смен в полевых условиях необходимо следовать следующим правилам:

- испытания машин на одном поле должны проводиться одновременно;
- контрольные участки должны размещаться рядом друг с другом, чтобы обеспечить равное распределение площади дневной наработки;
- когда на одном поле есть несколько участков, их следует чередовать случайным образом;
- схема движения агрегата должна быть оптимальной, учитывая его конструкционные возможности и рекомендации, указанные в руководстве по эксплуатации.

Сравнение полученных значений показателей конкретной машины с требованиями технического задания (ТЗ) и параметрами базового варианта используется для выполнения эксплуатационно-технологической оценки новых

машин. В качестве основного варианта используется техника, разработанная в этой стране, или оборудование, используемое в зональной технологии определенной страны.

Качество проведения технологических операций, сохранность и качество продукции оцениваются в соответствии с нормативными документами, действующими в конкретной стране.

Погрешность измерений не должна превышать значений, указанных в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Погрешность измерений

Наименование измеряемой величины	Погрешность измерения при контрольной смене
Время	± 1 с
Линейный размер	$\pm 1\%$
Масса	$\pm 0,5\%$
Расход топлива	$\pm 2\%$
Расход электроэнергии	1%
Расход жидкости	$\pm 3\%$

Номенклатура показателей и методы получения первичной информации при проведении контрольных смен. При проведении контрольных смен определяют следующие показатели:

- дату и место испытаний;
- вид работы;
- состав машинно-тракторного агрегата, наименование и марку испытываемой машины;
- условия испытаний (фон);
- режим работы агрегата;
- объем выполненной работы;
- продолжительность элементов времени смены;
- расход топлива (газа, электроэнергии);
- расход вспомогательных материалов;
- количество обслуживающего персонала;

- качество выполнения технологического процесса.

Методы определения показателей эксплуатационно-технологической оценки:

При проведении эксплуатационно-технологической оценки определяют следующие показатели:

- рабочую скорость МТА;
- рабочую ширину захвата МТА;
- объем выполненной работы;
- производительность за один час времени: основного, технологического, сменного;
- коэффициенты, характеризующие затраты времени смены: рабочих ходов, технологического обслуживания, надежности технологического процесса, использования технологического времени, использования сменного времени;
- удельный расход топлива (газа, электроэнергии и др.), вспомогательных материалов;
- количество обслуживающего персонала

Результаты, полученные при проведении хронометража, заносятся в форму, согласно Приложения 3.

Результаты реализации методики испытаний машинно-тракторных агрегатов с системой автопилотирования сельскохозяйственной техники полученные в рамках эксплуатационно-технологической оценки заносятся в разработанную форму 1 «Оформление результатов эксплуатационно-технологической оценки», в соответствии с таблицами 1, 2 (Приложение 3).

В завершении проводится анализ полученных значений эксплуатационно-технологической оценки по характеристикам баланса времени смены и потребительски свойства машинно-тракторных агрегатов при выполнении механизированных работ в растениеводстве.

Экономическая оценка эффективности применения агрегатов с системами автопилотирования для выполнения механизированных работ определяется как в количественном, так и в удельном выражении.

Результаты эксплуатационно-технологической оценки оформляются в виде протокола испытаний по установленной форме.

3.3 Хронометражные наблюдения

Полевые работы были выполнены в соответствии со стандартом ГОСТ 24055-2016, для каждого вида сельскохозяйственных работ было проведено по три контрольных сеанса (продолжительностью 11 часов каждый). Было рассчитано среднее арифметическое значений результатов (таких как производительность, расход топлива, качество работы и т. д.) за три дня для каждой операции. Такой подход обеспечивает точность результатов и снижает влияние непредвиденных или изменчивых условий, возникающих в течение одного дня.

Важно определить среднюю производительность за три рабочих дня в соответствии с ГОСТ 24055-2016. Среднее сводные результаты хронометражных измерений представлены в таблице 3.9.

Вспашка почвы.

Таблица 3.9 – Результаты хронометражных наблюдений

№ п/п	Продолжительность нормативной смены	Единица измерения	Среднее численное значение показателя за 3 контрольные смены
1.	Общее (сменное) время работы	ч	11,00
2.	Чистое (основное) время работы	ч	7,91
3.	Заправка топливом	ч	0,18
4.	Время на повороты и холостые пробеги по полю	ч	1,21
5.	Время на переезды (к полю и обратно)	ч	0,52
6.	Время на проведение наладки и регулировочных работ	ч	0,27
7.	Время на ежесменное техническое обслуживание	ч	0,16

8.	Время на отдых во время смены	ч	0,75
9.	Коэффициент использования времени смены	доля	0,72
10.	Производительность	га/ч, т/ч	0,42
11.	Ширина захвата	м	1,02
12.	Скорость движения агрегата	м/с	1,725
13.	Обобщенный поправочный коэффициент		0,93

Время основной работы составляет 7,91 часа (72 % от общего времени). Время переездов и простоев 1,21 часа (11 %). Эксплуатационно-технологические показатель коэффициент использования времени смены (τ) = 0,72 Это означает, что агрегат фактически работал только 72% времени, а 28% смены приходилось на различные простои и вспомогательные операции. Значение 0,72 считается удовлетворительным, но не оптимальным (оптимум – выше 0,8–0,85). Производительность 0,42 га/ч.

Планирование (выравнивание) поверхности поля. Результаты периодов выполнения отдельных элементов времени смены представлены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Результаты хронометражных наблюдений

№ п/п	Продолжительность нормативной смены	Единица измерения	Среднее численное значение показателя за 3 контрольные смены
1.	Общее (сменное) время работы	ч	11
2.	Чистое (основное) время работы	ч	5,63
3.	Заправка топливом	ч	0,28
4.	Время на повороты и холостые пробеги по полю	ч	2,74
5.	Время на переезды (к полю и обратно)	ч	0,74
6.	Время на проведение наладки и регулировочных работ	ч	0,64
7.	Время на ежесменное техническое обслуживание	ч	0,18
8.	Время на отдых во время смены	ч	0,79
9.	Коэффициент использования времени смены	Доля	0,51
10.	Производительность	га/ч, т/ч	0,79

11.	Ширина захвата	м	2,5
12.	Скорость движения агрегата	м/с	1,85
13.	Общий поправочный коэффициент		0,93

Таким образом, результаты указывают на то, что машина имеет неидеальную эксплуатационную эффективность, поскольку 49% рабочего времени уходит на второстепенные действия, причем наибольшие потери времени приходятся на развороты и пустые проходы (24,9%), за которыми следуют перерывы на отдых (7,2%), перемещения (6,7%), настройки и регулировки (5,8%), заправка топливом (2,5%) и, наконец, ежедневное техническое обслуживание (1,6%). Для оптимизации организации труда рекомендуется увеличить длину контура и улучшить траекторию движения, чтобы сократить время разворота с 24,9% до примерно 12–15%, перераспределить и сократить перерывы до 0,5 часа (4,5%), а также сократить время на настройку и регулировку за счет проведения профилактического обслуживания до начала смены до 0,3 часа (2,7%), что позволит повысить коэффициент использования рабочего времени смены не менее чем до 0,70–0,75 и, следовательно, увеличить производительность примерно до 1,08–1,16 га в час без каких-либо дополнительных затрат на технику или топливо.

Обработка комбинированным агрегатом. Результаты периодов выполнения отдельных элементов времени смены представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Результаты хронометражных наблюдений

№ п/п	Продолжительность нормативной смены	Единица измерения	Среднее численное значение показателя за 3 контрольные смены
1.	Общее (сменное) время работы	ч	11
2.	Чистое (основное) время работы	ч	7,06
3.	Заправка топливом	ч	0,22
4.	Время на повороты и холостые пробеги по полю	ч	1,86
5.	Время на переезды (к полю и обратно)	ч	0,58

6.	Время на проведение наладки и регулировочных работ	ч	0,21
7.	Время на ежесменное техническое обслуживание	ч	0,18
8.	Время на отдых во время смены	ч	0,89
9.	Коэффициент использования времени смены	доля	0,64
10.	Производительность	га/ч, т/ч	1,25
11.	Ширина захвата	м	3
12.	Скорость движения агрегата	м/с	1,94
13.	Общий поправочный коэффициент		0,93

Анализ структуры сменного времени показал, что чистое (основное) время работы, когда машина непосредственно выполняет технологический процесс, составило 7,06 часа, что эквивалентно 64,2% от общего сменного времени. Это хороший показатель, свидетельствующий о заметном улучшении использования рабочего времени по сравнению с предыдущими случаями, где этот показатель не превышал 51%. Время на повороты и холостые пробеги по полю составило 1,86 часа, или 16,9% от общего времени. Хотя это всё ещё представляет собой потерю времени, данный показатель значительно лучше предыдущего значения в 24,9% и отражает улучшение либо длины гона, либо используемого способа движения. Время на отдых в течение смены составило 0,89 часа (8,1%), что находится в пределах нормы и даже несколько превышает предыдущий показатель, что может быть оправдано возросшей производительностью и интенсивностью труда. Время на переезды (к полю и обратно) составило 0,58 часа (5,3%), что отражает разумное расстояние переезда, близкое к оптимальным значениям. Время на проведение наладки и регулировочных работ составило 0,21 часа (1,9%), что является значительным улучшением по сравнению с предыдущим показателем в 5,8% и указывает на то, что машина стала требовать меньше настроек или оператор стал более квалифицированным. Время на заправку топливом составило 0,22 часа (2,0%), что является отличным показателем. Время на ежесменное техническое обслуживание составило 0,18 часа (1,6%), что идеально и отражает хорошую

организацию этого процесса. Коэффициент использования времени смены составил 0,64, что является приемлемым значением, приближающимся к нижней границе нормативного диапазона (0,65–0,80).

Посев зерновых культур с внесением удобрений. Результаты периодов выполнения отдельных элементов времени смены представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Результаты хронометражных наблюдений

№ п/п	Продолжительность нормативной смены	Единица измерения	Среднее численное значение показателя за 3 контрольные смены
1.	Общее (сменное) время работы	ч	11
2.	Чистое (основное) время работы	ч	7,16
3.	Заправка топливом	ч	0,26
4.	Время на повороты и холостые пробеги по полю	ч	1,25
5.	Время на переезды (к полю и обратно)	ч	0,42
6.	Время на проведение наладки и регулировочных работ	ч	0,37
7.	Время на ежесменное техническое обслуживание	ч	0,59
8.	Время на отдых во время смены	ч	0,95
9.	Коэффициент использования времени смены	доля	0,65
10.	Производительность	га/ч, т/ч	1,15
11.	Ширина захвата	м	3,12
12.	Скорость движения агрегата	м/с	1,69
13.	Общий поправочный коэффициент		0,93

Анализ структуры сменного времени показал, что чистое (основное) время работы, когда машина непосредственно выполняет технологический процесс, составило 7,16 часа, что эквивалентно 65,1% от общего сменного времени. Время на повороты и холостые пробеги по полю составило 1,25 часа, или всего 11,4% от общего времени.

Время на отдых в течение смены составило 0,95 часа (8,6%), что находится в пределах нормы и является самым высоким показателем среди трёх случаев, что может отражать осознание важности отдыха оператора в длинную

смену или повышенную интенсивность работы. Время на переезды (к полю и обратно) составило 0,42 часа (3,8%), что является заметным улучшением по сравнению со вторым случаем (5,3%) и первым случаем (6,7%) и указывает на сокращение расстояния переезда или логистическое улучшение в размещении машины. Время на проведение наладки и регулировочных работ составило 0,37 часа (3,4%), что выше, чем во втором случае (1,9%), но ниже, чем в первом случае (5,8%), и может отражать либо среднюю потребность машины в настройках, либо то, что некоторые регулировочные работы заняли больше времени из-за характера самого технологического процесса. Время на заправку топливом составило 0,26 часа (2,4%), что близко к предыдущим случаям и считается в пределах нормы. Время на ежесменное техническое обслуживание составило 0,59 часа (5,4%), что заметно выше, чем в первом случае (1,6%) и втором случае (1,6%), и представляет собой явное слабое место в этой смене. Техническое обслуживание заняло более получаса, что может указывать на небольшую неисправность, необходимость дополнительного обслуживания или на то, что процедуры для данной машины занимают больше времени, чем обычно. Коэффициент использования времени смены составил 0,65, что является приемлемым и даже хорошим значением, так как он попадает в нормативный диапазон от 0,65 до 0,80.

Образования оросительных каналов на поверхности почвы.

Результаты периодов выполнения отдельных элементов времени смены представлены в таблице 3.13.

Таблица 3.13 – Результаты хронометражных наблюдений

№ п/п	Продолжительность нормативной смены	Единица измерения	Среднее численное значение показателя за 3 контрольные смены
1.	Общее (сменное) время работы	ч	11
2.	Чистое (основное) время работы	ч	8,04
3.	Заправка топливом	ч	0,17
4.	Время на повороты и холостые пробеги по полю	ч	1,21

5.	Время на переезды (к полю и обратно)	ч	0,53
6.	Время на проведение наладки и регулировочных работ	ч	0,16
7.	Время на ежесменное техническое обслуживание	ч	0,15
8.	Время на отдых во время смены	ч	0,74
9.	Коэффициент использования времени смены	доля	0,73
10.	Производительность	га/ч, т/ч	8,44
11.	Ширина захвата	м	0,6
12.	Скорость движения агрегата	м/с	3,63
13.	Общий поправочный коэффициент		0,93

Была проведена эксплуатационно-технологическая оценка сельскохозяйственной машины на основе средних данных трёх контрольных смен, при этом общая продолжительность смены составила 11 часов. Анализ структуры сменного времени показал, что чистое (основное) время работы, когда машина непосредственно выполняет технологический процесс, составило 8,04 часа, что эквивалентно 73,1% от общего сменного времени. Это очень высокий и отличный показатель в области сельскохозяйственной эксплуатации, превышающий нижнюю границу нормативного диапазона (0,65-0,80) и приближающийся к верхнему оптимальному значению. Время на повороты и холостые пробеги по полю составило 1,21 часа, или 11,0% от общего времени, что является отличным улучшением по сравнению с большинством предыдущих случаев. Время на отдых в течение смены составило 0,74 часа (6,7%), что находится в пределах нормы и считается относительно низким по сравнению с остальными элементами, что указывает на хорошее управление периодами отдыха без переутомления оператора. Время на переезды (к полю и обратно) составило 0,53 часа (4,8%), что находится в разумных пределах и не представляет существенных потерь времени. Время на проведение наладки и регулировочных работ составило 0,16 часа (1,5%), что является значительным улучшением по сравнению с предыдущими случаями и отражает либо высокую стабильность

настроек машины, либо высокую квалификацию оператора при выполнении регулировочных работ. Время на заправку топливом составило 0,17 часа (1,5%), что является отличным показателем и отражает хорошую организацию процесса заправки. Время на ежесменное техническое обслуживание составило 0,15 часа (1,4%), что является одним из лучших значений среди всех случаев и указывает на то, что процедуры ежесменного технического обслуживания данной машины хорошо организованы и эффективны и не представляют значительной временной нагрузки. Коэффициент использования времени смены составил 0,73, что является отличным значением и считается одним из самых высоких показателей, достижимых в полевых сельскохозяйственных работах, превышающим среднее значение нормативного диапазона (0,65-0,80) и приближающимся к оптимальному значению 0,80-0,85. Фактическая производительность составила 8,44 га/ч (или т/ч в зависимости от типа процесса), что является очень высоким значением.

3.4 Методика обработки исходной информации

Информация была обобщена в виде взаимосвязей между производственными условиями, технико-экономическими показателями, эксплуатационными характеристиками и стоимостными параметрами существующих моделей рабочих машин для создания математической модели, позволяющей определить параметры и режимы работы машинно-тракторных агрегатов. [1].

С помощью команды «Вставка → График» в меню программы можно создать график, изображающий базовые данные, как показано на рисунке 3.6. Оценка достоверности аппроксимации на графике осуществляется с помощью функций, доступных в инструменте «Параметры линии тренда». Благодаря этому методу можно получить аналитическое выражение тренда и численно оценить его соответствие исходным данным. например, через коэффициент детерминации (R^2).

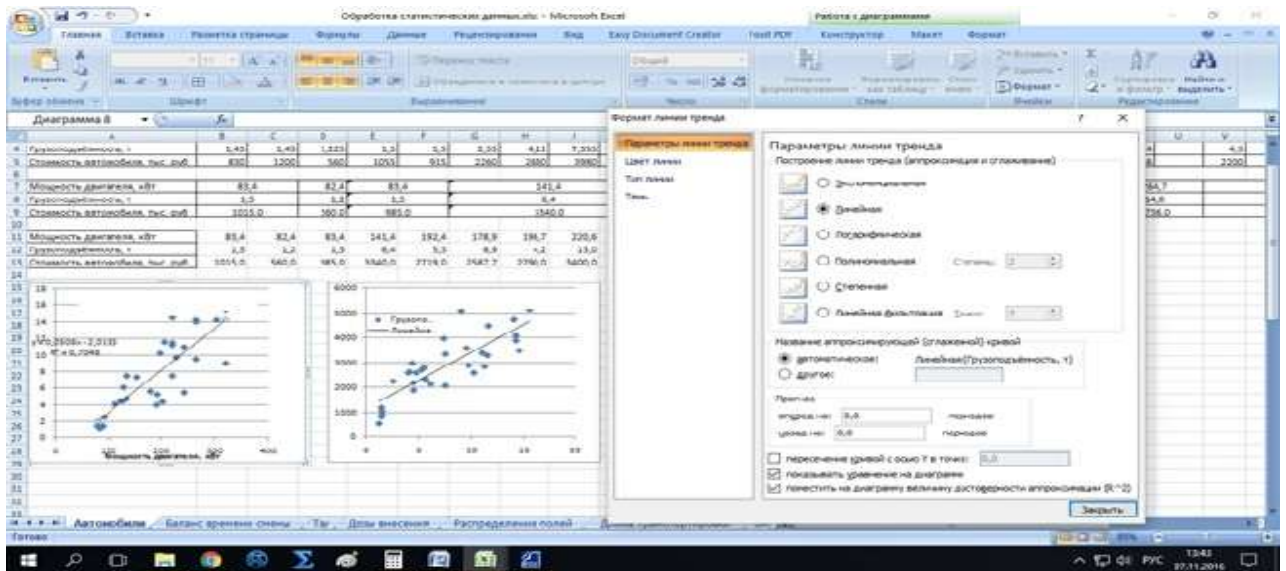


Рисунок 3.6 – Электронная таблица по статистическим данным

Значимость вероятностной взаимосвязи между анализируемыми случайными величинами осуществлялась по коэффициенту парной корреляции r_{xy} . Расчётное значение r_{xy} сравнивалось с критическим значением $r_{кр} = r_{\alpha; n-2}$ [77] и принималась справедливая статическая гипотеза.

Корреляционное уравнение большой оси эллипса рассеивания находим по уравнению [77]:

$$\hat{y} = \bar{y} + r_{xy} \cdot S_y / S_x \cdot (x - \bar{x}) \quad (3.1)$$

где \bar{y} , \bar{x} - среднее значение соответственно отклика и действующего фактора; S_y , S_x - среднее квадратическое отклонение.

Регрессионный анализ был выполнен на основе небольшой выборки. На рис. 3.7 представлен пример зависимости продолжительности ежесменного технического обслуживания от конфигурации машинно-тракторного агрегата, и мы рассмотрим методологию статистической обработки. Для выполнения расчётов использовалась программа «Полиномиальная регрессия», разработанная в MathCAD, как показано на рис. 3.7.

По методу наименьших квадратов находим коэффициенты a и b уравнения прямой $y = a + bx$. Для графического представления результатов используется графический редактор MathCAD (рисунок 3.7).

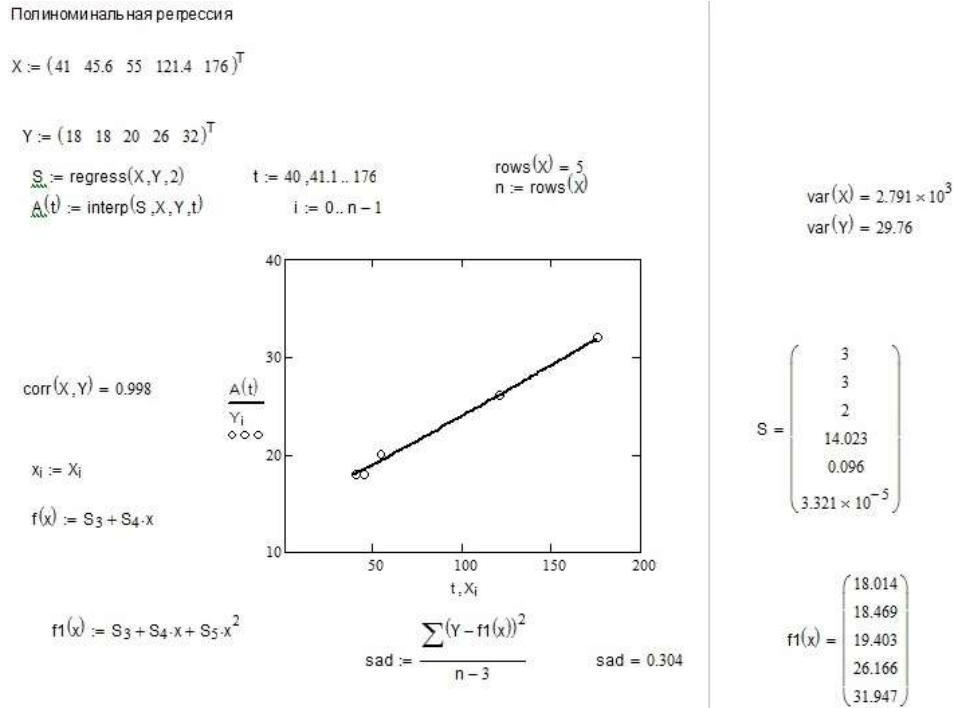


Рисунок 3.7 – Программа полиномиальной регрессии

Для оценки точности полученного уравнения регрессии $\hat{y}_1 = a + bx$ определяем дисперсию адекватности:

$$S_{ad1}^2 = \frac{1}{f_{ad}} \sum (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad (3.2)$$

где y_i - фактическое значение отклика; \hat{y}_i - значение отклика, подсчитанное по уравнению; f_{ad} - число степеней свободы.

Затем аппроксимируем опытные данные уравнением параболы $\hat{y}_2 = a + bx + cx^2$ и рассчитываем дисперсию адекватности S_{ad2}^2 . Полученные дисперсии сравниваем по критерию Фишера - таблица 1 (Приложение И).

$$F_p = S_{ad1}^2 / S_{ad2}^2 \quad (3.3)$$

Полученное расчётное значение критерия Фишера сравниваем с критическим $F_{KP} \equiv F_{\alpha, r_1, r_2}$ и делаем вывод о равенстве анализируемых дисперсий.

Классическая схема планирования эксперимента использовалась для описания многофакторных зависимостей.

Результаты эксперимента с несколькими факторами обрабатывались стандартным дисперсионным анализом. [77, 150].

Обработку линеаризованных зависимостей $\tau = f(N, L, U)$ проведём используя методы планирования эксперимента [53, 136, 137, 93]. В рамках данного подхода устанавливаются уровни варьирования рассматриваемых факторов (см. таблицу 3.5), а далее на основе полного факторного эксперимента (ПФЭ 2^3) (таблица 3.6) осуществляется статистическая обработка справочных данных.

Для определённой комбинации вышеупомянутых показателей зависимости, как показано на рисунке 3.6, будут оцениваться влияния трёх ключевых факторов: $x_1 = 1/L$, $x_2 = 1/N$, $x_3 = 1/U$.

Таблица 3.5 – Уровни действующих факторов

Уровни		X_1	X_2	X_3
1	Верхний	X_{1B}	X_{2B}	X_{3B}
2	Нижний	X_{1H}	X_{2H}	X_{3H}
3	Основной	X_{1O}	X_{2O}	X_{3O}
4	Интервал	$X_{1И}$	$X_{2И}$	$X_{3И}$

Согласно установленным уровням варьирования, определённым планом эксперимента, формируется матрица полного факторного эксперимента 2^3 . Значения уровней варьирования приведены в таблице 3.6. Планирование ПФЭ 2^3 выполнено с учётом неравномерного воздействия факторов и на основе рекомендаций литературных источников. [77, 150].

Таблица 3.6 – План-матрица полного факторного эксперимента 2^3

№ опыта	x_0	x_1	x_2	x_3	$y(\tau)$	\hat{y}_j
1	+	+	+	+		
2	+	-	+	+		
3	+	+	-	+		
4	+	-	-	+		
5	+	+	+	-		
6	+	-	+	-		
7	+	+	-	-		
8	+	-	-	-		

Значения действующих факторов представлены в кодированном виде и изменяются в интервале от -1 до $+1$. Коэффициент использования сменного времени $\tau = f(x_1; x_2; x_3)$ рассмотрен в виде линейной формы. Переход к кодированной форме фактора производится по формуле $x_i^0 = (x_{iB} - x_{iO})/J_i$, где x_{iB} и x_{iO} - соответственно значения текущего значения и основного уровня i -го фактора в натуральном виде, J_i - интервал его варьирования. Функция отклика τ - Коэффициент использования сменного времени, рассматривается в зависимости от $x_1 = 1/L$, $x_2 = 1/N$, $x_3 = 1/U$.

Реализация плана эксперимента проводилась в соответствии с блоком планирования (столбцы 3, 4, 5 таблицы 3.6).

Коэффициенты регрессионного уравнения:

$$\hat{y} = a_0^0 x_0 + a_1^0 x_1 + a_2^0 x_2 + a_3^0 x_3 \quad (3.4)$$

определялись по методу наименьших квадратов для ортогональной матрицы по формуле:

$$a_i = \frac{1}{N} \sum x_{ij} \cdot \tau_j \quad (3.5)$$

Подставляя значения $a_0 = 0,54113$, $a_1 = 0,08538$, $a_2 = 0,01038$, $a_3 = 0,02963$ данных коэффициентов в (3.4) получим равенство:

$$\tau = 0,54113 + 0,08538 x_1^0 + 0,01038 x_2^0 + 0,02963 x_3^0, \quad (3.6)$$

при помощи которого рассчитываем численные значения $\hat{\tau}$ для определения дисперсии адекватности полученного уравнения:

$$S_{ad}^2 = \frac{1}{f_{ad}} \sum (y_j - \hat{y}_j)^2 \quad (3.7)$$

На основании рассчитанного значения (3.7) делается вывод о подтверждении или опровержении гипотезы об адекватности.

Для достижения поставленных целей эксперимента и обеспечения идеальных условий для роста пшеницы был осуществлен комплекс агротехнических мероприятий. Эти мероприятия начались с подготовки почвы к

посеву, с соблюдением точности сроков выполнения и использованием технологий, обеспечивающих эффективность полевых работ с помощью упомянутого ранее трактора New Holland. Эти мероприятия можно резюмировать следующим образом:

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

4.1 Анализ мелкоконтурной специфики и конфигурации полей в провинции Дияла республики Ирак

Производство сельскохозяйственной продукции в Ираке ведётся небольшими частными или семейными хозяйствами (фермами) и небольшими кооперативами. В долинах Тигра и Евфрата сельское население проживает в основном в небольших поселениях, расположенных на дамбах, численностью до 100 человек и работает на близлежащих полях. Раздробленность хозяйств и одна из причин мелкоконтурного земледелия. Вторая причина – отсутствие у государства значительных средств на проведение в огромных масштабах ирригационных и мелиоративных работ с целью объединения и укрупнения хозяйств.

Примеры мелкоконтурного земледелия приведены на рисунке 4.1- 4.3.



Рисунок 4.1 – Участки прямоугольной формы

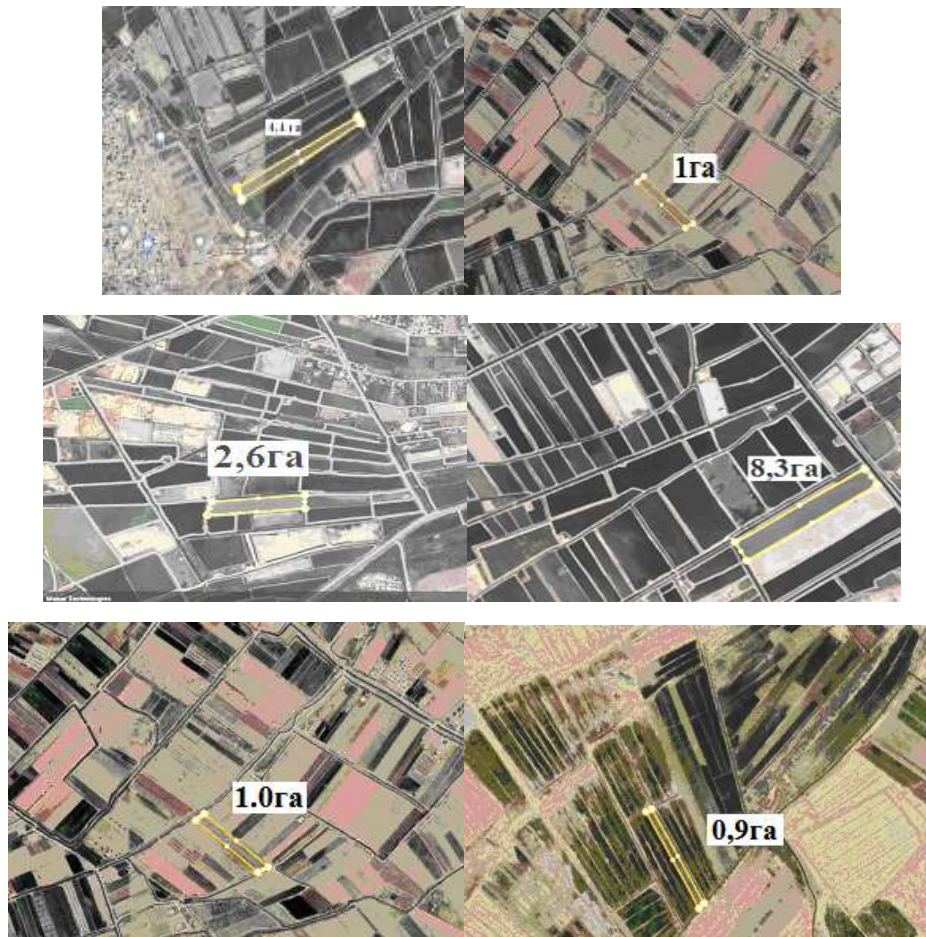


Рисунок 4.2 – Участки вытянутой формы

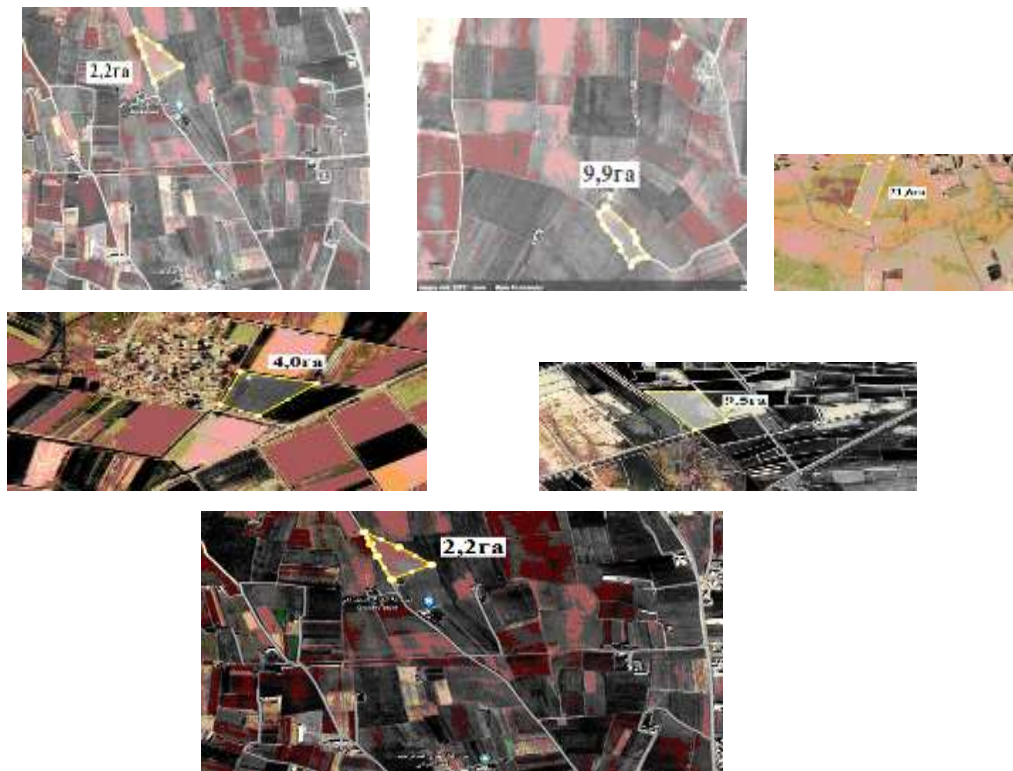


Рисунок 4.3 – Участки сложной формы затрудняющей обработку почвы

Снимки участков приведены в результате случайной выборки из массива результатов спутниковой и аэрофотосъемки с указанием площадей участков.

4.2 Обоснование типовых групп полей, производственных и агроландшафтных условий

Все участки можно условно разделить по форме: прямоугольной или близкой к ней, вытянутой и треугольной или многоугольной (сложной) формы, затрудняющей обработку почвы.

В таблицах 4.1 и 4.2 показаны средние значения размеров и площадей мелкоконтурных участков для территории республики Ирак в целом (таблица 1.1) и для отдельных зон (таблица 1.2).

Таблица 4.1 – Примеры размеров и площадей мелкоконтурных участков полученные методом простой случайной выборки

	Размер поля, м		площадь поля S, га	
	длина, l	ширина, b		
1	429	205	8,79	$S_{cp} = 8,4$ га, $\sigma_s = 8,6$ га
2	295	215	6,34	
3	439	262	11,50	
4	423	271	11,46	
5	906	400	36,24	
6	275	83	2,28	
7	600	254	15,24	
8	229	100	2,29	
9	180	60	1,08	
10	252	258	6,50	
11	248	130	3,22	
12	398	14	0,56	
13	372	255	9,49	
14	509	194	9,87	
15	189	98	1,85	

Таблица 4.2 – Примеры площадей (S , га) мелкоконтурных участков полученные методом простой случайной выборки в разных районах Нижней Месопотамии:

1 – Северные районы; 2 – Центральные районы; 3 – Южные районы

1	0,5	1,19	0,75	0,99	21,68	1,0	6,75	2,65	8,38	0,09
2	2,07	4,45	2,74	5,88	8,76	19,94	10,77	5,92	17,04	2,85
3	2,22	4,04	13,88	9,51	1,2	2,2	6,08	8,31	3,24	1,84

1 - $S_{cp} = 4,4$ га, $\sigma_s = 6,35$ га; 2 - $S_{cp} = 8$ га, $\sigma_s = 5,86$ га; 3 - $S_{cp} = 5,25$ га, $\sigma_s = 3,93$ га

Размеры и площади участков варьируют в достаточно широких пределах. Длина приблизительно от 200 до 900 м, ширина от 60 до 400 м. При среднем значении длины и ширины участков соответственно 383 и 187 м среднеквадратическое отклонение этих величин составляет 220 и 268 м, приближается или превышает величину средних значений. Это означает, что ориентироваться на приведенные величины не совсем корректно.

Для уточнения картины следует подробно рассмотреть вероятность распределения количества участков и их суммарную площадь (рисунок 4.4).

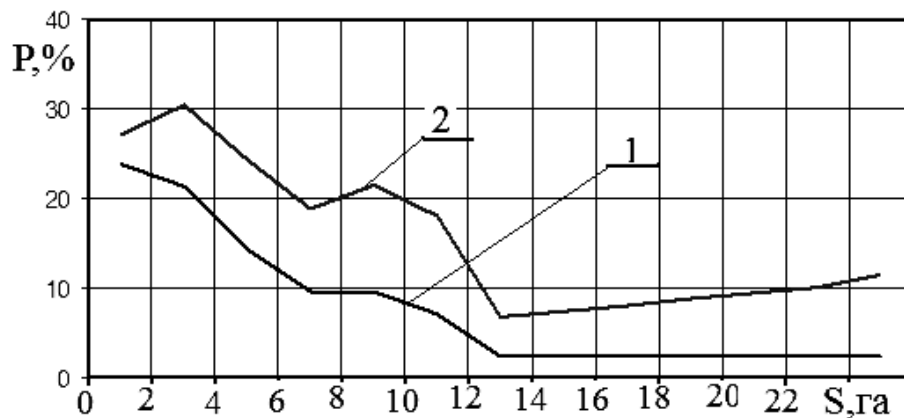


Рисунок 4.4 – Распределение количества (линия 1) участков и суммарной их площади 2 в зависимости от площади участка

Из графиков следует, что наибольшее количество участков (примерно половина) имеют площадь от 1 до 5 га, их общая площадь (линия 2) превышает 40% всех посевных площадей. На втором месте участки площадью 7 – 12 га, их доля составляет свыше 30%, они занимают до 40% от всех посевных площадей.

Доля участков площадью более 14 га составляет около 10%, однако, с учетом размера этих участков их площадь превышает 20% от всех площадей.

Разнообразие площадей и контурности участков объясняется, прежде всего, уровнем достатка частных фермерских хозяйств и кооперативов. В настоящее время наблюдается четкая тенденция укрупнения участков земель за счет разорения мелких хозяйств и скупка земель более крупными хозяйствами.

Существующее положение в мелкоконтурном земледелии, безусловно, вызовет определенные трудности при разработке и обосновании технологии возделывания и уборки пшеницы и выборе техники для ее реализации.

С целью систематизации выделим из основного массива мелкоконтурных участков группы характерных участков. Таким образом, чтобы среднее значение каждой последующей группы участков превышало среднее значение предыдущей группы приблизительно в два раза. В результате для мелкоконтурного земледелия получаем четыре группы участков.

Первая группа включает участки площадью от 0,5 до 3,9 га со средним значением $S_{cp} = 1,81$ га (приблизительно 2 га) и среднеквадратичным отклонением $\sigma_2 = 0,51$ га (рисунок 4.5)

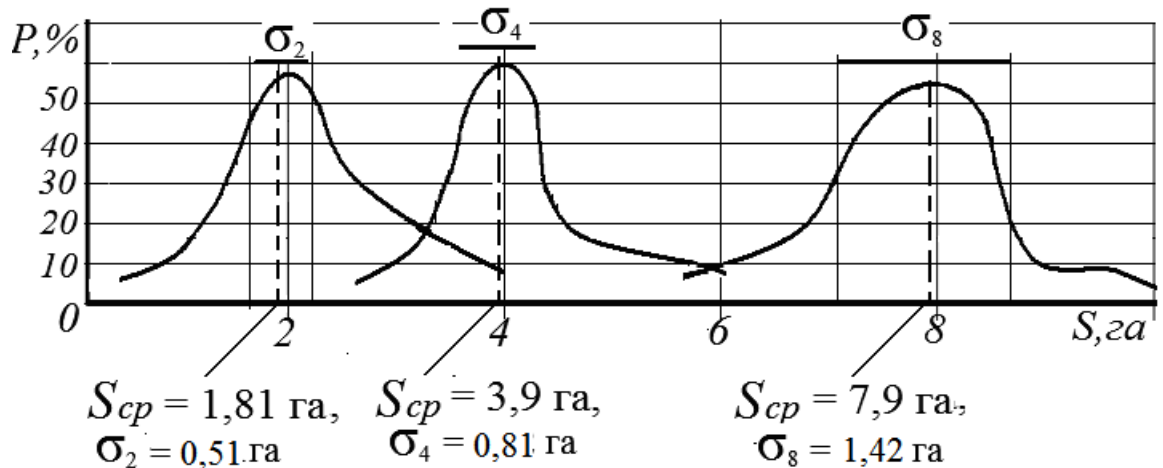


Рисунок 4.5 – Распределение мелкоконтурных участков по группам

Вторая группа включает участки от 2,9 до 5,9 га со средним значением $S_{cp} = 3,9$ га (приблизительно 4 га) и среднеквадратичным отклонением $\sigma_4 = 0,87$ га.

Участки первой и второй групп, как показано выше, занимают почти половину посевных площадей Ирака.

Третья группа – участки от 4,9 до 9,8 га. Среднее значение 7,9 га (приблизительно 8 га), среднеквадратичным отклонением $\sigma_8 = 1,42$ га. Эта группа участков занимает около 40% посевных площадей.

Из массива данных можно выделить ещё одну – четвертую группу участков площадью от 10 до 38 га со средним значением площади 17,8 га и среднеквадратичным отклонением 5,61 га (на рисунке не показана). Эта группа участков занимает не более 10% посевных площадей, и такие участки не совсем верно причислять к мелкоконтурному земледелию.

4.3 Обобщённые данные по оптимизации эксплуатационных параметров

Производительность машинно-тракторных агрегатов зависит от многих факторов, включая скорость движения и ширину захвата, а также от совокупности природных и производственных условий. Наиболее важными из них являются длина гона, сложность конфигурации полей, степень каменистости почвы и время, необходимое для холостого поворота, технического обслуживания и других операций.

В сочетании с результатами хронометражных наблюдений стандартная нормативная информация является наиболее эффективным и экономически выгодным методом сбора данных факторов для оценки производительности. Это метод используется для всех последующих расчётов, что обеспечивает объективную и точную оценку работы сельскохозяйственного агрегата.

В связи с тем, что мелкоконтурность полей в Республике Ирак обусловлена спецификой распределения земельного фонда, отличием в производственных и агроландшафтных условиях будут такие факторы как например обобщенный поправочных коэффициент.

Исследованиями установлено что значение данного коэффициента для каждой группы типовых полей будет различен, в соответствии с таблицей 4.3.

Таким образом, при дальнейших исследованиях, с учётом статистической обработки информации по характеристикам участков, отводимых под возделывания пшеницы, следует рассмотреть первые три группы участков мелкоконтурного земледелия со средними значениями площадей до 3 га, от 3 до 5 га и 6 до 9 га. Таким образом, из всего многообразия полей провинции Дияла формируем 3 условных группы по площади, в соответствии с таблицей 4.3.

Более детальная характеристика групп полей, в зависимости от длины гона представлена в таблице 4.

Таблица 4.3 – Характеристика условных групп полей провинции Дияла

Условная группа полей	Средняя площадь поля, га	Длина гона, м	Обобщённый поправочный коэффициент	
			Для пахотных агрегатов	Для непахотных агрегатов
1	до 3 га	менее 300	0,76	0,78
2	от 3 до 5	300 - 400	0,91	0,90
3	от 6 до 9 га	400 - 600	0,94	0,94

Из табличных данных видно, что Обобщённый поправочный коэффициент для полей разной площади при снижении длины гона уменьшается, тем самым негативно влияет на эксплуатационную производительность, однако, при увеличении длины гона тем приращению его изменения снижается

Практический интерес при планировании механизированных работ представляет эксплуатационная производительность. Данный параметр зависит от сочетания производственных и агроландшафтных условий при которых реализуется процесс возделывания сельскохозяйственной культуры. [98]

При проведении эксплуатационно-технологической оценки определяют численные значения баланса времени смены, с последующей группировкой на время чистой работы и время вспомогательных действий и определяют коэффициент использования времени.

Как правило значение данного коэффициента снижается уменьшением длины гона, конфигурации полей, что негативно влияет на эксплуатационную

производительность. Полученные значения коэффициентов использования времени смены, в зависимости от сочетаний условий на каждой операции приведены в таблице 4.

При определении наиболее значимой эксплуатационной характеристики определены значения производительности, в соответствии с таблицей 4.4.

Таблица 4.4 – Численные значения коэффициента использования времени смены в условиях первой группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Коэффициент использования времени смены в типовых условиях τ
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины	
1.1	Вспашка	Talos 220	Alpler MP 043	0,68
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТТ3.50	Гриндер	0,8
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	John Deere 726	0,8
1.7	Посев с внесением удобрений	TD 100 D	СП-5+2 АW-НВМ-В 24	0,7
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	0,7

Таблица 4.5 – Численные значения коэффициента использования времени смены в условиях второй группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Коэффициент использования времени смены в типовых условиях τ
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины	
1.1	Вспашка	TD 100 D	Alpler MP 044	0,72
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТТ3.50	Гриндер самодельный	0,53

1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	John Deere 714	0,67
1.7	Посев с внесением удобрений	TD 120	СП-5+3 АW-НВМ-В 24	0,65
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	0,71

Таблица 4.6 – Численные значения коэффициента использования времени смены в условиях третьей группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Коэффициент использования времени смены в типовых условиях τ
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины	
1.1	Вспашка	ТМ 120	ПЛН-3-35	0,74
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	Talos 220	Гриндер самодельный	0,55
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	T6090	ТС5323	0,7
1.7	Посев с внесением удобрений	ТМ 120	СП-5+3 АW-НВМ-В 24	0,66
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	0,72

Анализом таблицы установлено, что наибольшее влияние на эксплуатационную производительность на вспашке. Однако, по автономным значениям коэффициента использования времени смены судить об эффективности эксплуатационного обеспечения не совсем правильно [145], в связи с тем, что выполнение механизированных работ в каждой условной группе полей осуществлялось различными составами МТА.

При анализе условий возделывания пшеницы установлено, что все поля провинции Дияла можно условно разделить на три типовые группы полей в соответствии с таблицей 4.7.

Таблица 4.7 – Характеристика типовых групп полей

Группы полей	Площадь полей, га	процентное соотношение	Площадь, га
1	до 2	60%	1061100
2	доб	25%	442125
3	до10	15%	265275
Итого:		100%	1768500

Из таблицы 4 видно, что 60% всей посевной площади имеют мелкоконтурный характер и их размеры находится в диапазоне до 2 га.

4.4 Рекомендации по формированию механизированных отрядов

Дальнейшие рекомендации по комплексу машин для возделывания пшеницу основываются на данные таблицы 4. 1- 4.7.

Используя методику обоснования оптимальных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов изложенной во второй главе настоящего исследования получим оптимальные параметры и режимы работы МТА в зависимости от условий эксплуатации и условной группы полей и оформляем численные значения в виде таблиц 4.8 – 4.10.

Таблица 4.8 – Оптимальный состав, параметры и режимы работы МТА в условиях I группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Оптимальное тяговое усилие трактора, кН	Общее тяговое сопротивление с/х машины, кН	Рабочая скорость МТА, км/ч	Ширина захвата, м	Часовая эксплуатационная производительность, га/ч
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины					
1.1	Вспашка	Talos 220	Alpler MP 043	10,2	9,2	6	0,69	0,22
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТТ3.50	Гриндер	7,8	3,8	6	1,8	0,43
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	John Deere 726	13,8	10,5	9	4,81	2,11
1.7	Посев с внесением удобрений	TD 100 D	СП-5+2 АW-НВМ-В 24	13,8	10,1	7	3	0,96
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	10,5	4,8	12	2,5	6,58

Таблица 4.9 – Оптимальный состав, параметры и режимы работы МТА в условиях II группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Оптимальное тяговое усилие трактора, кН	Общее тяговое сопротивление с/х машины, кН	Рабочая скорость МТА, км/ч	Ширина захвата, м	Часовая эксплуатационная производительность, га/ч
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины					
1.1	Вспашка	TD 100 D	Alpler MP 044	13,4	12,2	6	0,92	0,36
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТТ3.50	Гриндер самодельный	7,8	3,8	6	1,8	0,52

1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	John Deere 714	13,8	12,2	8	5,76	2,75
1.7	Посев с внесением удобрений	TD 120	СП-5+3 АW-НВМ-В 24	19,1	15,2	7	3	4,21
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	10,5	4,8	12	2,5	7,59

Таблица 4.10 – Оптимальный состав, параметры и режимы работы МТА в условиях III группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Оптимальное тяговое усилие трактора, кН	Общее тяговое сопротивление с/х машины, кН	Рабочая скорость МТА, к/ч	Ширина захвата, м	Часовая эксплуатационная производительность, га/ч
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины					
1.1	Вспашка	ТМ 120	ПЛН-3-35	18,5	14,8	7	1,05	0,51
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	Talos 220	Гриндер самодельный	10,5	3,8	6	1,8	0,56
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	T6090	ТС5323	21	19,5	9	8,9	5,27
1.7	Посев с внесением удобрений	ТМ 120	СП-5+3 АW-НВМ-В 24	19,1	10,1	7	3	6,69
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	10,5	1,2	12	0,65	7,93

Использую зарубежные и отечественные базы реализуемой сельскохозяйственной техникой [1], а также торгово-экономического потенциала республики Ирак били определены необходимые, для повышения эксплуатационного обеспечения возделывания пшеницы, составы МТА.

На ряду с этим для каждой условной типовой группы по структуре комплекса машин для возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла, установлены нормативные значения в расчёте на 100 га, в соответствии с таблицами, 4.11 – 4.13.

Таблица 4.11 – Нормативная потребность технических средств в условиях I группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Нормативная потребность в агрегатах, на 100 га
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины	
1.1	Вспашка	Talos 220	Alpler MP 043	1,45
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТТЗ.50	Гриндер	1,06
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	John Deere 726	0,43
1.7	Посев с внесением удобрений	TD 100 D	СП-5+2 АW-НВМ-В 24	0,63
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	0,17

Таблица 4.12 – Нормативная потребность технических средств в условиях II группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Нормативная потребность в агрегатах, на 100 га
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины	
1.1	Вспашка	TD 100 D	Alpler MP 044	0.91
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТТЗ.50	Гриндер самодельный	0,87

1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	John Deere 714	0,33
1.7	Посев с внесением удобрений	TD 120	СП-5+3 АW-НВМ-В 24	0,14
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	0,15

Таблица 4.13 – Нормативная потребность технических средств в условиях III группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Нормативная потребность в агрегатах, на 100 га
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины	
1.1	Вспашка	ТМ 120	ПЛН-3-35	0,64
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	Talos 220	Гриндер самодельный	0,81
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	Т6090	ТС5323	0,17
1.7	Посев с внесением удобрений	ТМ 120	СП-5+3 АW-НВМ-В 24	0,9
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	0,14

Таким образом, установлены нормативные значения количества машинно-тракторных агрегатах, реализующих основные виды механизированных работ.

Зная суммарную площадь каждой условной нормативной группы полей определяем численные значения и составы машинно-тракторных агрегатов и записываем в таблицы.

Табличными данным исследования установлено, что на основных операциях технологии возделывания пшеницы в условиях провинции Дияла требуется значительное количество технических средств при реализации механизированных работ в установленные агротехнические сроки. Но при оптимальном планировании механизированных работ это количество существенно снижается.

Следует добавить, что при реальной организации планирования механизированных работ по реализации технологии возделывания пшеницы нормативные значения служат ориентиром для конкретного сельхозтоваропроизводителя и смещения сроков полевых работ конкретным фермером снижает численную номенклатуру парка машинно-тракторных станций.

4.5 Технико-экономическое обоснование внедрения новых комплексов машин для возделывания пшеницы

К показателям экономической эффективности выбора той или иной технологии возделывания сельскохозяйственной культуры принято относить: экономические, агрономические, ресурсно-энергоэффективные и др.

Наибольший практический интерес при сравнении машинных технологий возделывания сельскохозяйственных культур представляют удельные экономические показатели. К которым можно отнести стоимость на топлива для мобильных энергетических средств, а также затраты труда.

Федеральным регистром технологий производства продукции растениеводства [150] в качестве регистрируемых параметров выступают технико-экономические показатели технологий такие, как производительность труда по прямым затратам по группам интенсификации.

Сравним базовую технологию возделывания пшеницы с модернизированными, рекомендуемыми технологиями. Для корректного и адекватного сравнения необходимо выполнить сопоставление с одной из разработанных машинных технологий в зависимости условной группы полей.

Анализом количественного и качественного состава технических средств, установлено, что базовая технология имеет подобие с технологией, относящиеся к I группе полей. Проведём сравнение показателей эффективности этих технологий и представим в виде таблицы 4.14 – 4.17.

Таблица 4.14 – Техничко-экономические показатели базовой технологии
возделывания пшеницы

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Расход топлива, кг	Затраты труда, чел.-ч.
		Марка трактора	Марка сельскохозяйств енной машины		
1.1	Вспашка	TD 100 D	Alpler SP 12	1064,4	285,92
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТМ 120	TARGET 7	989,1	103,61
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	Штучное производства	1037,9	87,53
1.7	Посев с внесением удобрений	ТМ 120	Efenur-24	826,1	65,44
1.8	Каналы для почвы	TD 100 D	Штучное производство	1042,9	2,62
Итого:				4960,4	545,12

Таблица 4.15 – Техничко-экономические показатели базовой технологии
возделывания пшеницы для условий I группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Расход топлива, кг	Затраты труда, чел.-ч.
		Марка трактора	Марка сельскохозяйств енной машины		
1.1	Вспашка	Talos 220	Alpler MP 043	862,3	651,9
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТТ3.50	Гриндер	491,2	246,46
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	John Deere 726	1037,9	20,5
1.7	Посев с внесением удобрений	TD 100 D	СП-5+2 АW- НВМ-В 24	826,1	65,44
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	814,3	2,62
Итого:				4031,8	986,92

Таблица 4.16 – Техничко-экономические показатели базовой технологии возделывания пшеницы для условий II группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Расход топлива, кг	Затраты труда, чел.-ч.
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины		
1.1	Вспашка	TD 100 D	Alpler MP 044	1119,4	253,96
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	ТТ3.50	Гриндер самодельный	491,2	167,67
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	TD 100 D	John Deere 714	1037,9	12,01
1.7	Посев с внесением удобрений	TD 120	СП-5+3 АW-НВМ-В 24	986,9	3,42
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	814,3	1,97
Итого:				4449,7	439,03

Таблица 4.17 – Техничко-экономические показатели базовой технологии возделывания пшеницы для условий III группы полей

№ п/п	Наименование операции	Состав МТА		Расход топлива, кг	Затраты труда, чел.-ч.
		Марка трактора	Марка сельскохозяйственной машины		
1.1	Вспашка	ТМ 120	PLN-3-35	1346,3	124,78
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	Talos 220	Гриндер самодельный	756,8	145,9
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	Т6090	ТС5323	1685,7	3,27
1.7	Посев с внесением удобрений	ТМ 120	СП-5+3 АW-НВМ-В 24	986,9	1,35
1.8	Каналы для почвы	Talos 220	ОКД	814,3	1,81
Итого:				5590	277,11

Сравнениями таблиц установлено, что базовая технология возделывания пшеницы в условиях Провинции Дияла на основных механизированных работах имеет большую потребность в ресурсах, а именно расход топлива увеличен на 11/5%, затраты труда на 24,2% по сравнению с предлагаемой технологией (II условной группой полей) с сопоставимыми условиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Повышение валовых сборов достигнуто без увеличения площади посевов. Урожайность пшеницы возросла от 12-15 ц/га в начале 2000-х до 25-30 ц/га к 2023 году. Дефицит пшеницы в республике составляет 0,75-1 млн. тонн ежегодно. Организационно-технические факторы находятся на низком уровне, например, низкая культура земледелия, высокая доля ручного труда, недостаток техники: насыщенность - тракторами в среднем 1 трактор средней мощностью 80 л.с. на 120 га.; комбайнами – 1 комбайн на 1200 га.

С учётом специфических особенностей ведения сельскохозяйственного производства в Провинции Дияла все поля можно разделить на условные группы: первая группа включает участки площадью от 0,5 до 3,9 га со средним значением 1,81 га (приблизительно 2 га); вторая группа включает участки от 2,9 до 5,9 га со средним значением 3,9 га (приблизительно 4 га); третья группа – участки от 4,9 до 9,8 га. Среднее значение 7,9 га (приблизительно 8 га). Участки первой и второй групп, занимают почти половину посевных площадей Ирака, третья группа участков занимает около 40% посевных площадей.

2. Разработанная модель для оптимизации выбора оптимальных параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов при выполнении полевых механизированных операций, учитывающая особенности существующей структуры производителей, характер производственных процессов и агроландшафтные условия, позволяет осуществлять расчёты и определять наиболее подходящие теоретические параметры агрегатов.

3. С учетом математических моделей обоснования оптимальных составов МТА разработана перспективная технология возделывания пшеницы в условиях Провинции Дияла, внедрение которой позволит повысить эксплуатационное обеспечения возделывания сельскохозяйственных культур, в свою очередь технологическая модернизация производства пшеницы позволяет оптимизировать производственные процессы с улучшением потребительских

характеристик машинно-тракторных агрегатов и уменьшением экономических затрат. Например, сравнениями таблиц установлено, что по сравнению с предлагаемой технологией (II условная группа полей) в сопоставимых производственных и агроландшафтных условиях по сравнению с базовой, имеет меньшую потребность в ресурсах, а именно расход общий расход топлива снижается на 11,5%, а затраты труда на 24,2%.

4. Проведена эксплуатационно-технологическая оценка сельскохозяйственных МТА на основе средних данных трёх контрольных смен, при этом определено, что агрегаты работают с отличной эксплуатационной эффективностью, поскольку 73,1% сменного времени используется на основную работу, а неосновные виды деятельности потребляют только 26,9%, распределённые следующим образом: повороты и холостые пробеги – 11,0% (необходимый, но хорошо оптимизированный элемент), затем отдых – 6,7%, затем переезды – 4,8%, затем заправка топливом – 1,5%, затем наладка и регулировки – 1,5% и, наконец, ежесменное техническое обслуживание – 1,4%.

5. Таким образом, разработанный подход формирования энергосберегающих составов МТА обеспечивает научно-обоснованное планирование механизированных работ, позволяет минимизировать избыточность техники и повысить экономическую эффективность производства пшеницы. Исследованиями установлено, что нормативное потребно количество МТА для каждой условной группы полей различное, наряду с этим отличаются и формулы мобильных машинно-тракторных агрегатов. На примере вспашки определено, что для I условной группы полей оптимален агрегат Talos 220+ Alpler MP 043, в потребности 1,45 на 100 га пашни, для II группы – агрегат TD 100 D+ Alpler MP 044 (0,91 на 100 га пашни) и для III группы полей – агрегат TM 120+ PLN-3-35 (0,64 на 100 га пашни).

При этом нормативные значения следует рассматривать как ориентировочные, поскольку в реальных условиях хозяйств возможна корректировка сроков выполнения операций, что дополнительно снижает

потребность в технических средствах и повышает гибкость управления производственным процессом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «АСС Сельхозтехника» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.agrobase.ru/catalog/>.
2. Abd Allah Masa'd Zain Al-Din; Taha, Rasha Muhammad Yusuf; Reda Jalal Abdul Hamid. Mathematical models for predicting draft forces of tillage tools: A review // Al-Jadeed fi Al-Buhuth Al-Zira'iyya (The New in Agricultural Research Journal). – 2021. – Vol. 26, No. 2. – P. 48–52.
3. Abdullah, A. Development of local manufacturing chisel plow, Thesis for a Ph.D Degree. University of Mosul Agricultural Mechanization.2005. – 240С.
4. Abed S. S. Geographical analysis of the cultivation wheat and barley crops and their impact of climatic characteristics on it in Al-Saniyah district (Studies in agricultural geography) //Journal of College of Education. – 2022. – Т. 47. – С. 1.
5. Abidali, Q. EFFECT OF PLOWS, DIFFERENT DEPTHS PLOWING AND SPEEDS ON SOME TECHNICAL INDICATORS AND GROTH PROPERTIES AND YIELD SUNFLOWER //Euphrates Journal of Agriculture Science. – 2013. – Т. 5. – №. 3. – С. 288-302.
6. Agriculture Reconstruction and Development Program for Iraq (ARDI)". "Middle East :: Iraq — The World Factbook - Central Intelligence Agency". www.cia.gov.
7. Alaamer S. A., Alsharifi S. K. A., Shtewy N. Wheat parameters under influence of the depths and cultivation machinery //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2022. – Т. 1060. – №. 1. – С. 012131.
8. Al-Ahmed, Sarah Farhan Hussein; Luhaib, Adnan Abd Ahmed; Al-Jarrah, Muthanna Abd Al-Malik Nouri. Effect of traffic systems of agricultural machines and implements and working depth on soil compaction indicators and some energy requirements // Kirkuk University Journal of Agricultural Sciences. – 2022. – Vol. 13, No. 4. – P. 427–441.

9. Alajili, Sh., al-Zubaidi, A. The effect of some tillage equipment and tractor speed on some machine performance and soil mean weight diameter //Journal of Techniques. – 2010. – T. 23. – №. 2.
10. Al-Alabiedi K. S. A., Nassar M. J. M., AbdulJabbar E. A. EVALUATION the performance of developed moldboard plow and it's effect on some performance indicators of the machinery unit //iraqi journal of agricultural sciences. – 2016. – T. 47. – №. 6. – C. 1514-1519.
11. Al-Ansari N., Abed S. A., Ewaid S. H. Agriculture in Iraq //Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering. – 2021. – T. 11. – №. 2. – C. 223-241.
12. Al-Azzawi R. A. R., Al-Hashimi L. A. D. Z. Study of the draft efficiency and field efficiency of a combined machine and its effect on some physical properties of the soil // Iraqi Journal of Soil Sciences. – 2022. – Vol. 22. – № 2. – P. 18–25.
13. Al-Hashimy L. A. The effect of disc tilt angle, tillage speed and depth on some of machinery unit technical and energy requirements parameters //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2012. – T. 33. – №. 1. – C. 131-143.
14. Al-Helou A. K., Mohamed M. Spatial analysis of production and productivity of wheat and barley crops in Iraq for the period 1980-2018 // Journal of Kufa Studies Center. – 2022. – Vol. 1. – № 65 (B). – P. 71–88.]
15. Ali A. K. et al. Land suitability for wheat cultivation in North Kut Project in Iraq by using arcgis //Plant Archives. – 2019. – T. 19. – №. 2. – C. 3889-3896.
16. Ali S. H., Jabara O. K. An economic study of post-harvest losses for wheat farmers in iraq baghdad governorate–case study //Iraqi Journal of Agricultural Sciences. – 2021. – T. 52. – №. 5. – C. 1267-1275.
17. Ali S. H., Jabara O. K. An economic study of post-harvest losses for wheat farmers in iraq baghdad governorate–case study //Iraqi Journal of Agricultural Sciences. – 2021. – T. 52. – №. 5. – C. 1267-1275.
18. Al-Jubory R. A. A. Calculated fuel consumption and some mechanical parameters to New Holland tt75 front wheel assist tractor //Diyala Agricultural Sciences Journal. – 2012. – T. 4. – №. 2. – C. 137-144.

19. Al-Mafrachi A. A. A. H. Measures of specific productivity, actual time, appearance and tillage deviation for two plows mostly used in Iraq //Euphrates Journal of Agriculture Science. – 2015. – T. 7. – №. 4.C.-402-414.

20. Al-makhayol, F. A study of some technical and economical parameters for machinery unit (new holland & disc plow) by using three different tilt angles //Journal of Techniques. – 2012. – T. 25. – №. 4. – C. 111-122.

21. Al-Makhayol, F. A study of some technical and economical parameters for machinery unit (new holland & disc plow) by using three different tilt angles //Journal of Techniques. – 2012. – T. 25. – №. 4. – C. 111-122.

22. Al-Naama, A., Alfertoussi, M. Study the effects of plowing depths and different speeds on some performance indicators of the machine unit //Euphrates Journal of Agriculture Science. – 2012. – T. 4. – №. 4. – C. 162-168.

23. Al-Rajbo, Saad Abdul Jabbar Asmir; Al-Tutunji, Mahmoud Shaker. Effect of two types of furrow openers and closers for no-till seeder on some mechanization characteristics // Mesopotamia Journal of Agriculture. – 2018. – Vol. 46, No. 3. – P. 191–202.

24. Al-Saadi, Daa Al-Din Hussain Askar. Spatial Disparity of Agricultural Mechanization and Its Effect on Cereal Crops Production in Diyala Province // Journal of Tikrit University for Humanities. – 2021. – Vol. 28, No. 9. – P. 195–223.

25. Al-Saadi, Daa Al-Din Hussein Askar. Spatial disparity of agricultural mechanization and its impact on cereal crops production in Diyala Governorate // Journal of Tikrit University for Humanities. – 2021. – Vol. 28, No. 9. – P. 195–223.

26. Al-Samarrai H. T., Ali A. A. E. H., Al-Tamimi A. A. A. Effect of plowing depth on yield, a comparative study of wheat farms in Diyala governorate, Iraq in 2019 season.

27. Alsharifi S. et al. The effect of sowing methods on the growth characteristics of wheat in Alhashemia, Iraq //Asia Life Sciences. – 2020. – T. 10. – №. 4. – C. 675-685.

28. Al-Tahan Y. H., Sedeeq A. M. A., Alhsinyani S. S. Study of some energy utilization indicators and its effect on performance for tractor and machines in soil

preparing and planting of potato crop in Nineveh governorate //Journal of Kirkuk University for Agricultural Sciences. – 2013. – T. 4. – №. 1. – C. 116-127.

29. Al-Tahan Y. H., Sedeeq A. M. A., Alhsinyani S. S. Study of some energy utilization indicators and its effect on performance for tractor and machines in soil preparing and planting of potato crop in Nineveh governorate //Journal of Kirkuk University for Agricultural Sciences. – 2013. – T. 4. – №. 1. – C. 116-127.

30. ALTalabani J. H. N. The slippage and some technical parameters for two types of plows //Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2010. – T. 41. – №. 3. – C. 117-123.

31. Alwan A. S. K. Effect of cultivation machine and cultivation depth on productivity and growth of wheat //Scientific Research and Innovation: Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Internet Conference, April 7-8, 2022. FOP Marenichenko VV, Dnipro, Ukraine, 274 p. – C. 8.

32. Ashour, Dheyaa Sbahi; Safi, Hussain Abdul Karim. Effect of chisel plow type, tillage depth and speed on energy requirements and some field performance characteristics in silty clay soil // Basrah Journal of Agricultural Sciences. – 2015. – Vol. 41, No. 3B.

33. Azooz A. A., Talal S. K. Evidence of climate change in Iraq //Journal of Environment Protection and Sustainable Development. – 2015. – T. 1. – №. 2. – C. 66-73.

34. Dahham G. et al. Study effect of some field factors in determining the performance agricultural tractor //Mesopotamia Journal of Agriculture. – 2018. – T. 46. – №. 4. – C. 269-280.

35. Dahham G. et al. Study effect of some field factors in determining the performance agricultural tractor //Mesopotamia Journal of Agriculture. – 2018. – T. 46. – №. 4. – C. 269-280.

36. El Helou, A., Mohamed, M. Spatial analysis of the production and productivity of wheat and barley crops in Iraq for the period 1980-2018 //Journal of Kufa Studies Center. – 2022. – T. 1. – №. 65. – C. 71-88.

37. El-Iraqi M. E., Marey S. A., Drees A. M. A MODIFIED Triangle-SHAPE chisel plow (evaluation and performance test) //Misr Journal of Agricultural Engineering. – 2009. – T. 26. – №. 2. – C. 644-666.

38. El-Shater T., Muger A., Yigezu Y. A. Implications of adoption of zero tillage (ZT) on productive efficiency and production risk of wheat production //Sustainability. – 2020. – T. 12. – №. 9. – C. 3640.

39. Faris Z. R. K. A. M., Nasser F. H. Estimating of the optimal size and optimum area for wheat production in baghdad province of the agricultural season 2017/2018 //Mesopotamia Journal of Agriculture. – 2019. – T. 47. – №. 3.- C-363-375.

40. Habib B. M., Makki A. M. Analysis of the food gap for the most important grain crops in Iraq for the period 2000-2020 // Iraqi Journal of Agricultural Sciences. – 2022. – Vol. 53. – № 1. – P. 148–159.

41. Hameed T. S. The reality of extension services provided for wheat crop farmers in Zammar region\Nineveh Governorate\Iraq //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – T. 1294. – №. 9. – C. 092021.

42. Hamid A. A. A. Evaluation and performance comparison of mold board and disc plow in soils of central iraq //Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2012. – T. 43. – №. 5.C-110-121.

43. Hashim, N. S., Dawood, W. M., & Al-Shahwani, I. W. (2023). A taxonomic study of the wild species of the family Brassicaceae in Diyala Governorate – Iraq. Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences, 7(2), 1-13.

44. Hawrani, I. Development of Wheat Seeder Appropriate to Agriculture in Clay Soils. Thesis prepared for a master's degree, Faculty of Mechanical Engineering, University of Aleppo. – 2011. –122C.

45. Hawrani, I. Development of Wheat Seeder Appropriate to Agriculture in Clay Soils. Thesis prepared for a master's degree, Faculty of Mechanical Engineering, University of Aleppo. – 2011. –122C.

46. Himoud M. S. Evaluation of some performance indicators for the tractor (case jx75T) //Iraqi Journal of Agricultural Sciences. – 2018. – T. 49. – №. 5. – C. 906-

912.Inc, IBP (3 March 2012). Iraq Country Study Guide Volume 1 Strategic Information and Developments.

47. <https://www.ahewar.org/debat/show.art.asp?aid=747559>

48. Janoud Gada Damen, Al-Ouda Ayman Shehada, Al-Mahasna Hussain. The role of some agricultural practices in increasing the productive efficiency of some wheat cultivars under rainfed agriculture conditions // Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies. Series Biological Sciences. – 2013. – Vol. 35, No. 8. – P. 133–148.

49. Jubail, Faraj Ali; Hawali, Walid Belqasem; Abdul Salam, Amer Ahmed. Impact of prices of tractors and agricultural machinery on production costs in the local market // African Journal of Advanced Pure and Applied Sciences. – 2023. – Vol. 2, No. 3. – P. 426–433.

50. Kshash B. H., Oda H. K. Awareness and use of soil conservation practices among Iraqi wheat farmers //International Journal of Agricultural Technology. – 2021. – T. 17. – C. 1373-1382.

51. Mafrachi A. A. A. H. Measures of specific productivity, actual time, appearance and tillage deviation for two plows mostly used in Iraq //Euphrates Journal of Agriculture Science. – 2015. – T. 7. – №. 4.– C. 402-414.

52. Mahawi W. A., Hussein Z. K. Evaluation of the agro-climatic regions for barley crop in Iraq for the period (2010-2019) // Mustansiriyah Journal of Humanities. – 2024. – Vol. 3. – Special issue. – P.

53. Masood T. K., Shahadha S. S. Simulating the effect of climate change on winter wheat production and water/nitrogen use efficiency in Iraq: case study //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2021. – T. 52. – №. 4. – C. 999-1007.

54. Mohammed N. J., Mohammed M. K., Daham A. M. AN analysis of the most important factors affecting farmers'adoption of the techniques of the national wheat grower development program in Iraq //Plant Archives. – 2021. – T. 21. – №. 1. – C. 1303-1310.

55. Muhammad Z. A., Ali I. H., Hussein M. S. The impact of farm size on wheat production efficiency in Diyala Governorate // Proceedings of the Eighth

International Conference on Sustainable Agricultural Development. – 2018. – P. 70–78.

56. Muhaymid, A. K., & Raja, A. H. (2025). The impact of general conditions on changes in land areas and taxes of land properties in Iraq and the Mashriq (170-193 AH/786-808 CE). *Journal of Studies in History and Archaeology*, 95, 115-132.

57. Nassir A. J., Ramadhan M. N., Mohssein S. D. Studying draft requirements and plowing specifications for chisel plow in silty clay soil //AL-Muthanna Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – T. 4. – №. 1. – C. 100-119.

58. Nkakini S. O. Draught force requirements of a disc plough at various tractor forward speeds in loamy sand soil during ploughing //Int. J. Adv. Res. Eng. Tech. – 2015. – T. 6. – №. 7. – C. 52-68.

59. Noori N. S., Al-Hiyali A. D. K. An Economic analysis of determinants of wheat production support in Iraq for the period 1990-2016 //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2019. – T. 50. – №. 3. – C. 1028-1036.

60. Noori N. S., Al-Hiyali A. D. K. An Economic analysis of determinants of wheat production support in Iraq for the period 1990-2016 //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2019. – T. 50. – №. 3. – C. 1028-1036.

61. Noori N. S., Al-Hiyali A. D. K. An Economic analysis of determinants of wheat production support in Iraq for the period 1990-2016 //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2019. – T. 50. – №. 3. – C. 1028-1036.

62. Obaid R. I., Blaw H. H., Rasham M. H. AN ECONOMIC STUDY OF WHEAT PRODUCTION IN IRAQ FOR 2018 (AL-AZIZIYAH CASE STUDY) //Plant Archives. – 2020. – T. 20. – №. 1. – C. 390-392.

63. Sabreen Hafez Salman, M. M. (2024). Climate and its impact on barley crop cultivation in Diyala Governorate. *Journal of the College of Basic Education*, 30(124), 994-1010.

64. Saeed M. T., Jassem M., Kadhim F. Thermal Limits and Their Effect on Wheat and Barley Crops at Baladruz District //Diyala Magazine. – 2015. – T. 66. – C. 411-26.

65. Saeed M. T., Jassem M., Kadhim F. Thermal Limits and Their Effect on Wheat and Barley Crops at Baladruz District //Diyala Magazine. – 2015. – T. 66. – C. 411-26.

66. Saleh A. W., Abdullah A. A., Tahir H. T. performance evaluation and analysis stress (theoretical and practical) of auxiliary parts (coulters knives) locally manufactured for moldboard plow during tillage //Plant Archives. – 2020. – T. 20. – №. 2. – C. 4109-4118.

67. Saleh A. W., Abdullah A. A., Tahir H. T. Performance evaluation and analysis stress (theoretical and practical) of auxiliary parts (coulters knives) locally manufactured for moldboard plow during tillage //Plant Archives. – 2020. – T. 20. – №. 2. – C. 4109-4118.

68. Serour, Mostafa Youssef Magd; Wahdan, Emad Younes; Al-Khashen, El-Sayed Abdel Azim El-Sayed; Al-Habaq, Mahmoud Mostafa Imam. Economics of using technological packages in wheat crop cultivation in Qalyubia Governorate // Annals of Agricultural Sciences, Moshtohor. – 2022. – Vol. 60, No. 4. – P. 1325–1340.

69. SH A. D., Al badry Researcher A. A. N. The reality of agricultural techniques used by farmers to reduce losses in wheat and barley crops in the governorates of the central region of iraq //Euphrates Journal of Agriculture Science. – 2017. – T. 9. – №. 4.

70. SH A. D., Al badry Researcher A. A. N. The reality of agricultural techniques used by farmers to reduce losses in wheat and barley crops in the governorates of the central region of iraq //Euphrates Journal of Agriculture Science. – 2017. – T. 9. – №. 4.

71. Shaheed A. D. et al. The reality of agricultural techniques used by farmers to reduce losses in wheat and barley crops in the governorates of the central region of iraq //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2018. – T. 49. – №. 1. – C. 83-92.

72. Shaheed A. D. et al. The reality of agricultural techniques used by farmers to reduce losses in wheat and barley crops in the governorates of the central region of iraq //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2018. – T. 49. – №. 1. – C. 83-92.

73. Shaheed A. D. et al. The reality of agricultural techniques used by farmers to reduce losses in wheat and barley crops in the governorates of the central region of Iraq //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2018. – Т. 49. – №. 1. – С. 83-92.

74. Shubbar R. M., Salman H. H., Lee D. I. Characteristics of climate variation indices in Iraq using a statistical factor analysis //International Journal of Climatology. – 2017. – Т. 37. – №. 2. – С. 918-927.

75. Taha, Sad Yasin; Taha, Firas Jumah; Nekolayevch, Zazulya Aliksandar. Estimating economical costs for operating agricultural machines and equipment during plowing operations // The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2016. – Vol. 47, No. 1. – P. 385–390.

76. Talabani , J. The effect of soil moisture interference, plowing depth, tractor speed on productivity and some physical soil qualities using the triple disc plow, thesis master of Science degree in agriculture /agricultural mechanization/. – 2002.– 88C. Al-The United States' Program for Agriculture in Post-Invasion Iraq

77. Zaidan A. G. An analytical study of economics wheat crop production in mqdadiya region //Al-Furat J. Agri. Sci. – 2015. – Т. 48. – №. 4. – С. 1021-1031.

78. Zaidan A. G. An analytical study of economics wheat crop production in mqdadiya region //Al-Furat J. Agri. Sci. – 2015. – Т. 48. – №. 4. – С. 1021-1031.

79. Zina K. H. Geographical distribution of wheat production and its impact on food security in Iraq. – Baghdad : Al-Mustansiriya University, College of Education, 2020.

80. Zina, K. H. Geographical distribution of wheat production and its impact on food security in Iraq: [thesis / dissertation]. – Baghdad: Al-Mustansiriya University, College of Education, 2020.

81. Алшабеби А. Х. Н. М. О состоянии производства пшеницы в условиях мелкоконтурного земледелия республики Ирак. / А. Х. Н. М., Алшабеби. И. А. Х. Хуссейн, А.Г, Левшин. //технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. – 2024. –№.1 – С 116-119.

82. Алшабеби, А. Х. Н. М. Техническая оснащенность сельхозтоваропроизводителей провинции Дияла Республики Ирак / А. Х. Н. М. Алшабеби, Н. А. Майстренко, А. Г. Левшин // Международный технический журнал. – 2025. – № 3(97). – С. 95-103. – DOI 10.34286/29449-4176-2025-97-3-95-103. – EDN GPWDTX.

83. Берщицкий Ю.И. Проектирование и оценка эффективности технической оснащенности продукции растениеводства // Дисс. на соиск. учен. степ. д. т. н. – зерноград, 2000.

84. Бледных В.В. Канадская техника и технологии уборки зерновых культур // Вестн. Челябинск, агроинж. ун-та, 1993, № 2.

85. Бледных В.В., Косилов Н.ИТ., Рогоза В.Е., Урайкин В.М. Современные технологии уборки и послеуборочной обработки урожая зерновых, зернобобовых и крупяных культур в условиях Южного Урала / ЧГАУ. – Челябинск, 1995.

86. Бледных В.В., Михайлов Ю.Г., Гуров М.А. Проектирование машинных технологий производства продукции растениеводства / Материалы XII международной научно-практической конференции, Москва, ГОСНИТИ 12-13 октября 2006. – М., 2007. – С. 97.

87. Бурьянов М.А., Зубков Н.Г. Технологии уборки зерновых культур с разделением вороха на стационаре // В сб.: Новые ресурсосберегающие технологии и техника в полеводстве юга России. – зерноград: ВНИПТИМЭСХ, 2006. – С. 45-52.

88. В. А. Зубина, И. С. Малахов, Т. З. Годжаев ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». – EDN KRJPKK.

89. Василенко П.М. Основные методы моделирования и перспективы их применения при разработке сельскохозяйственных машин / В кн. Современные проблемы механизации сельского хозяйства. Т.1. – М.: БТИ ГОСНИТИ. 1996.

90. Василенко П.М. О методике построения математической модели машинного агрегата / Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1976, № 8.

91. Василенко П.М. Построение математической модели машинных агрегатов / Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1975, № 11.

92. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. - М.: Наука, 1969. — 576 с.

93. Воротникова, О. С. Унифицированная модель расчетов производительности технических средств при реализации транспортных и транспортнотехнологических операций / О. С. Воротникова, Н. А. Майстренко, А. Г. Левшин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2021. – Т. 15, № 2. – С. 75-80. – DOI 10.22314/2073-7599-2021-15-2-75-80. – EDN VNWYBQ.

94. Годжаев, Т. З. Моделирование и оптимизация потребительских свойств мобильных энергосредств АПК / Т. З. Годжаев, В. А. Зубина // Тракторы и сельхозмашины. – 2025. – Т. 92, № 1. – С. 35-42. – DOI 10.17816/0321-4443-637367. – EDN ZQPJBL.

95. Гольтыпин В.Я. Зарубежный комплекс машин для уборки зерновых культур с обработкой невяяного вороха на стационаре / Тракторы и сельхозмашины, № 5, 2008. – С. 51-52.

96. Гольтыпин В.Я., Кузьмин В.Н. Сравнительная экономическая эффективность комбайнов ДОН-1500Б, Мега-204/208, NEW HOLLAND и Case-2366 / Техника и оборудование для села, № 4, 2005.

97. ГОСТ Р 54783-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Основные положения.

98. Дидманидзе, Р. Н. Методика расчета энергетической эффективности использования мобильных машинно-тракторных агрегатов / Р. Н. Дидманидзе, А. Х. Н. М. Алшабеби, Н. А. Майстренко // Международный технический журнал. – 2025. – № 4(98). – С. 126-135. – DOI 10.34286/29449-4176-2025-98-4-126-135. – EDN GPXSAP.

99. Дидманидзе, Р. Н. Методика расчета энергетической эффективности использования мобильных машинно-тракторных агрегатов / Р. Н. Дидманидзе, А. Х. Н. М. Алшабеби, Н. А. Майстренко // Международный технический журнал. – 2025. – № 4(98). – С. 126-135. – DOI 10.34286/29449-4176-2025-98-4-126-135. – EDN GPXSAP.

100. Дидманидзе, Р. Н. Повышение эффективности транспортных процессов в сельском хозяйстве / Р. Н. Дидманидзе, Н. А. Майстренко, Д. Ю. Фролова // Чтения академика В. Н. Болтинского : сборник статей, Москва, 22–23 января 2025 года. – Москва: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 170-181. – EDN GPMNSB.

101. Дубина В.И. Моделирование и оптимизация уборочно-транспортных поточных линий // Труды ВИМ, Т. 79, 1978. – С. 66-73.

102. Ежевский А.А., Черноиванов В.И., Федоренко В.Ф. Современное состояние и тенденция развития сельскохозяйственной техники // По матер. Междунар. выставки "SIMA-2005". Научно-аналит. обзор. – М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2005.

103. Ерохин М.Н., Коновский В.В., Тишанинов Н.П. Использование комбайнов за пределами срока службы. – М.: Россельхозакадемия, 2005.

104. Зангиев А.А. и др. Моделирование производственных процессов на уборке фруктов. – М., 1998. – 114 с.

105. Зангиев А.А. Комплектование ресурсосберегающих машинно-тракторных агрегатов. – М.: Изд-во МИИСП, 1981. – 88 с.

106. Зангиев А.А., Андреев О.П. Оптимизация параметров и режимов работы машинно-тракторных агрегатов для уборки зерновых культур по индустриально-поточной технологии. – М.: Информагротех, 1996. – 24 с.

107. Зубина, В. А. Проведение многокритериальных оптимизационных расчетов для повышения эффективности парка мобильных энергетических средств / В. А. Зубина, Т. З. Годжаев, И. С. Малахов // Тракторы и сельхозмашины. – 2024. – Т. 91, № 2. – С. 217-227. – DOI 10.17816/0321-4443-629124. – EDN SXTDCZ.

108. Иванова, В.М. Математическая статистика / В.М. Иванова и др. – Москва, 1981. – 371 с.
109. Измайлов А.Ю. Применение сборочно-контейнерных систем в сельском хозяйстве / Техника в сельском хозяйстве, № 2, 2007.
110. Ирак, Министерство сельского хозяйства и аграрной реформы, Центральное статистическое бюро, 2022 год.
111. Источник: Министерство планирования, Центральное бюро статистики, Управление сельскохозяйственной статистики, - 2019.
112. Карпенко А.Н, Халанский В.Н. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос, 1989. – 248 с.
113. Кисуленко, Б.В. Краткий автомобильный справочник. Том 2. Грузовые автомобили / И.А. Венгеров, Ю.В. Дементьев, А.С. Кладко, В.В. Комаров, Л.Я. Рошаль. – М.: ИПЦ «Финпол», 2004. – 667 с.
114. Кормановский Л.П. Пути развития основных направлений научно-технической политики в сельском хозяйстве и повышение технического уровня машин // Научно-технический прогресс в инженерной сфере АПК России: материалы научно-технической конференции 15-17 октября 1996 г. – М., 1997.
115. Краснощеков Н.В. Агропромышленный комплекс: принципы перестройки / Вестник с.-х. науки, № 3. – 2000.
116. Краснощеков Н.В. Производительность труда в наукоемком аграрном производстве / Вестник Российской академии с.-х. наук, № 3. – 2002.
117. Ксенович И.П. Научно–технический прогресс в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении / Механизация и электрификация сельского хозяйства, № 1, 1985.
118. Ксенович И.П., Гуськов В.В., Скойбеда А.Т. О системном методе прогнозирования параметров с.-х. агрегатов / Тракторы и сельскохозяйственные машины, № 8, 1976.
119. Кубышев В.А. Энергетические проблемы производства с.-х. продукции // Международный с.х. журнал, % 1, 1983, № 1. – С. 77-80.

120. Лабораторные исследования МЭС сельскохозяйственного назначения с автономным электроприводом тягового класса 0,6 / 3. А. Годжаев, С. Е. Сенькевич, Н. А. Майстренко [и др.] // *Агроинженерия*. – 2025. – Т. 27, № 4. – С. 15-24. – DOI 10.26897/2687-1149-2025-4-15-24. – EDN FGTPZR.

121. Лачуга Ю.Ф. Научное обеспечение эффективного использования техники / *Материалы XII международной научно-практической конференции*, Москва, ГОСНИТИ 12-13 октября 2006. – М., 2007. – С. 3-7.

122. Левшин А.Г. Использование техники при поточном выполнении производственных процессов. – М.: МИИСП, 1986.

123. Левшин, А.Г. Модель оптимизации параметров транспортно-технологических агрегатов на базе автомобилей / А.Г. Левшин, В.П. Уваров, Н.А. Майстренко // *Сборник докладов 1-ой международной научно-практической конференции «Горяркинские чтения», посвящённой 145-летию В.П. Горякина*. – М.: УМЦ «Триада», 2013. – с. 159...166 с.

124. Левшин, А.Г. Планирование и организация эксперимента: рабочая тетрадь / А.Г. Левшин, А.А. Левшин, А.Е. Бутузов, Н.А. Майстренко. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – с. 34.

125. Липкович Э.И. Аналитические основы развития зональной системы машин. – *Зерноград*, 1985.

126. Липкович Э.И. и др. Основные стратегии развития сельскохозяйственного машиностроения / *Тракторы и сельскохозяйственные машины*, № 11, 2011.

127. Липкович Э.И. и др. Технико-экономическое сопровождение машинных технологий производства зерна в условиях современной экономики / *сб. научн. докл XIII международной научно-практической конференции: Новые технологии и техника для ресурсосбережения и повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве*. – М.: ВИМ ГОСНИТИ, 2005.

128. Липкович Э.И., Жуков В.Я., Мигреладзе Н.М. и др. Технико-экономическое обоснование перспективных технологий и комплексов машин для уборки всего биологического урожая зерновых колосовых культур /

Применение математических методов в исследованиях и разработке сельскохозяйственной техники.– зерноград; ВНИИТМЭСХ, 1982.

129. Ловчиков Ю.В. Организация уборочно-транспортных комплексов с иерархическим технологическим контролем / Достижения науки и техники, АПК, № 5, 2005. – С. 31-33.

130. Майстренко, Н. А. Анализ влияния изменения массы технологического материала на составляющие баланса времени смены / Н. А. Майстренко, Р. Н. Дидманидзе, О. С. Майстренко // Международный технический журнал. – 2024. – № 4(91). – С. 53-61. – DOI 10.34286/2949-4176-2024-91-4-53-61. – EDN JQIVLY.

131. Маслов Г.Г. и др. Комплексная механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства. – Киев: Урожай, 1986.

132. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве. – М.: ВИМ, 1989.

133. Методы совершенствования систем уборки урожая // И.Г. Лукиных // Двухфазный обмолот в отечественном и зарубежном комбайностроении / Сб. научн. тр. Челябин. гос. агроинж. ун-т. – Челябинск: изд-во ЧГАУ, 2005. – С. 87-92.
135. Рус.

134. Мещеряков В.А. Новая продукция Ростсельмаш / Тракторы эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. М.: Колос, 1980.

135. Мещеряков В.А., Корнилов Т.А. К вопросу расчета параметров жатвенно-луцильных агрегатов / Сб. ВНИИМЭСХ: Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. Вып. 15. – зерноград, 1971.

136. Мещеряков В.А., Корнилов Т.А. Особенности расчета экономической эффективности агрегатов для лущения стерни одновременно с отдельной уборкой хлебов / Сб. ВНИИМЭСХ: Механизация и электрификация

сель-скохозяйственного производства. Вып. 17. – Ростовское кн. изд-во, 1974. – С. 127-134.

137. Мещеряков В.А., Корнилов Т.А. Расчет нагрузок, действующих на звенья жатвенно-луцильного агрегата / Сб. ВНИИМЭСХ: Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. Вып. 14. – Ростовское кн. изд-во, 1972. – С. 164-177.

138. Михалев А.А., Ежевский А.А., Краснощекоев Н.В. О технологической модернизации сельскохозяйственного производства / Техника и оборудование для села, № 4, 2005.

139. Михалев А.А., Ежевский А.А., Краснощекоев Н.В. О технологической модернизации сельскохозяйственного производства России / Техника и оборудование для села, № 5, 2005.

140. Пенкин М.Г. Оценка пропускной способности зерноуборочных комбайнов по известным параметрам / Тракторы и сельхозмашины, № 1, 2003. – С. 27–33.

141. Погорелый Л.В., Бильский В.Г., Каноненко Н.П. Научные основы повышения производительности сельскохозяйственной техники. – Киев: Урожай, 1989.

142. Погорелый Л.В., Брей В.В. Системный анализ и прогнозирование эффективности машин и комплексов по результатам испытаний / Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, № 11, 1978.

143. Рунчев М.С., Липкович Э.И., Жуков В.Я. Организация уборочных работ специализированными комплексами. – М.: Колос, 1980. – 223 с.

144. Русанов А.И. Состояние и тенденции развития зерно- и кукурузоуборочных комбайнов и приспособление к ним / Обзorn. информ. – М.: ЦНИИТЭИ автосельхозмаш, 1990.

145. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024660090 Российская Федерация. Программное средство для оценки эффективности парка мобильных энергетических средств при проведении его

многокритериальной оптимизации : № 2024619088 : заявл. 25.04.2024 : опубл. 02.05.2024 /

146. Севернев М.М., Токарев В.А. Методика энергетической оценки технологий и комплексов машин /Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, № 9, 1986.

147. Скороходов А.Н. Оптимальная организация использования техники в отрядах и комплексах. М.: изд. МИИСП, 1986. – 88 с.

148. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. Т. 1 / Всесоюзн. науч.-исслед. ин-т экономики сел. хоз-ва (ВНИЭСХ). – М.: Агропромиздат, 1990. – с. 352.

149. Типовые нормы выработки и расхода топлива на механизированные полевые работы в сельском хозяйстве. Т. 2 / Всесоюзн. науч.-исслед. ин-т экономики сел. хоз-ва (ВНИЭСХ). – М.: Агропромиздат, 1990. – с. 272.

150. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства (система технологий). Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, Российская Академия сельскохозяйственных наук. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2000. – 517с.

151. Шаров, Н.М. О методике планирования эксперимента при разнородной структуре частных зависимостей функции отклика / Н.М. Шаров // Сборник научных трудов МИИСП. - 1977. - № 3.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Количество работающих и нерабочих тракторов в Ираке

Управления сельского хозяйства	Количество тракторов		Количество комбайнов	
	Работающий	Безработные	Работающий	Безработные
Ниневия	4744	3	1860	5
Киркук	6237	182	584	16
Салахадин	5967	335	622	88
Анбар	3302	773	140	33
Дияла	5167	226	525	10
Багдад/Русафа	1127	51	25	2
Багдад/Карх	4555	645	90	15
Вавилон	5900	387	220	10
Кербела	2193	52	13	---
Наджаф	3017	40	487	35
Вазит	4843	515	458	392
Дивания	2081	119	324	32
Мутана	657	291	32	---
Дхи Кар	---	---	191	2
Миссан	2726	13	352	28
Басра	741	44	21	2
Всего	56933		6614	

Таблица 2 – Количество тракторов в зависимости от мощности в Ираке

Управления сельского хозяйства	большой мощности	средней и малой мощности	садовых тракторов
Ниневия	2372	2326	48
Киркук	1137	4782	20
Салахадин	1528	4110	696
Анбар	2275	1655	103
Дияла	656	4700	40
Багдад/Русафа	143	864	166
Багдад/Карх	195	4404	355
Вавилон	963	6021	76
Кербела	242	1726	214
Наджаф	1324	1659	10
Вазит	1990	3060	208
Дивания	1324	1901	16
Мутана	5	797	---
Дхи Кар	1800	1191	90

Миссан	890	1967	5
Басра	539	255	23

Таблица 3 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	Massey Ferguson
Модель	MF-650
Место производства	Бразилия
Шасси:	4К4-4К2
Мощность двигателя, л.с.	142
Марка двигатель	Perkins 6.0L Дизельный двигатель с непосредственным впрыском, 6 цилиндров/
Трансмиссия	Механическая: 12 вперед -4 назад
Общий вес, кг	5426
Размер шин: передних - задних	14.9 * 24- 18.4 * 34
Рулевое управление	Механика
Длина, см	462
Общая ширина, мм	
Объем топливного бака, л	185

Таблица 4 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	Massey Ferguson
Модель	MF-7140
Место производства	Каноас, Бразилия
Шасси:	4К4
мощность двигателя, л.с.	140
Марка двигатель	AGCO SISU Power 620 DS, дизельный двигатель с турбонаддувом, 6-цилиндровый, жидкостного охлаждения
Трансмиссия	Механическая: 12 вперед - 5 назад
Общий вес, кг	7702
Размер шин: передних - задних	18,4 * 26- 20 * 38
Рулевое управление	гидравлика
Длина, см	508
Объем топливного бака, л	420,1

Таблица 5 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	New Holland	
Модель	TD80D	TT75
Место производства	Турция	Индия
Шасси:	4К2	
Мощность двигателя, л.с.	72	75
Марка двигатель	veco 8045.05, дизельный, 4-цил	Iveco, дизельный, 4- цилиндровый
Трансмиссия	Механическая: 20вперед- 12назад	Механическая: 8 вперед- 2 назад
Общий вес, кг	2886	2560
Размер шин:передних- задних	10 * 16- 16,9 * 30	7.50 * 16- 16,9 * 30
Рулевое управление	гидравлика	Механика + гидравлика
Объем топливного бака, л	90,1	88,9

Таблица 6 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	Kubota
Модель	M8030
Место производства	Япония
Шасси:	4К2
мощность двигателя, л.с.	81
марка двигатель	Kubota V4300- дизель- 4-цилиндровый-с жидкостным охлаждением
трансмиссия	Механическая: 20 вперед -12 назад
общий вес, кг	4522
Размер шин: передних- задних	7,5 * 18- 18,4 * 30 (2WD)
Рулевое управление	гидравлика
Объем топливного бака, л	85,9

Таблица 7 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	Antar
Модель	crystal
Место производства	Ирак
Шасси:	4К2
Мощность двигателя, л.с.	60-70-80
Марка двигатель	Stroke- дизельный, 4- цилиндровый
Трансмиссия	Механическая: 6 вперед- 2 назад
Общий вес, кг	-----
Размер шин:	-----

передних - задних	
Рулевое управление	Механика
Объем топливного бака, л	----

Таблица 8 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	Massey Ferguson	
Модель	MF 560 Vale	MF-285
Место производства	входит в состав AGCO	
Шасси:	4К2	4К4
Мощность двигателя, л.с.	56	53,6
Марка двигатель	Perkins- T6.354, - дизель, 6- цилиндровый	seki E4FH- дизель с турбонаддувом 4-цилиндровый с жидкостным охлаждением
Трансмиссия	Механическая: 8 вперед 2 назад	Механическая: 12 вперед -4 назад
Общий вес, кг		2000
Размер шин: передних - задних	13 * 18 - 18,4*30	9,5 * 16- 13,6 * 28
Рулевое управление	Механика	Механика + гидравлика
Объем топливного бака, л	193	53

Таблица 9 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	New Holland	
Модель	66-S	TD 80
Место производства	Турция	Турция
Шасси:	4К2	4К4
мощность двигателя, л.с.	80	75
марка двигатель	Iveco 8045.06 дизельный, 4- цилиндровый	Iveco 8045.05- дизель-4- цилиндровый
Трансмиссия	Механическая: 12 вперед -4 назад	Механическая: 20 вперед -12 назад
общий вес, кг	3760	2836
Размер шин: передних - задних	7,5 * 18- 13,6 * 38	10 * 16- 16,9 * 30
Рулевое управление	гидравлика	
Объем топливного бака, л	73	90,1

Таблица 10 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	Massey Ferguson	
Модель	440 XTRA	285s
Место производства	Каноас, Бразилия	
Шасси:	4К2	
Мощность двигателя, л.с.	82	81
Марка двигатель	Perkins 4,1л 4-цилиндровый, дизель	Perkins 5,2 л 4-цилиндровый, дизель
Трансмиссия	Механическая: 8 вперед -2 назад	
Общий вес, кг	3040	5334
Размер шин: передних - задних	7,5 * 16- 18,4 * 30	7,5 * 16- 16,9 * 38
Рулевое управление	гидравлика	Механика + гидравлика
Объем топливного бака, л	99,9	87,1

Таблица 11 – Характеристики тракторов, используемых в Ираке

Тип трактора	Belarus
Модель	Belarus 800
Место производства	Минск-Беларусь
Шасси:	4К2
Мощность двигателя, л.с.	85
Марка двигатель	D-243 , 4 цилиндров
Трансмиссия	Механическая: 18 вперед - 4 назад
Общий вес, кг	3700
Размер шин: передних - задних	7,5 * 20- 15,5 * 38
Рулевое управление	Механика
Объем топливного бака, л	129,8

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

2. Содержание технологии производства зерна озимой пшеницы						
Структура и элементарная база типизированного технологического процесса						
Схема технологического процесса (технологические модули)						
2.1.		2.2.		2.3.		2.4.
Основная обработка почвы		Применение удобрений		Предпосевная подготовка почвы		Подготовка семян
2.5.			2.6.		2.7.	
Посев			Уход за растениями		Уборка	
2.8.			2.9.		2.10.	
Послеуборочная обработка			Хранение зерна		Подготовка к реализации	
Технология производства зерна озимой пшеницы (регистрируемые параметры)						
Процессы	Операции	Уровень интенсивности	Технологические параметры	Сроки	Техника	Технологические адаптеры
1	2	3	4	5	6	7
2.1. Основная обработка почвы 2.1.1. Предшественник: черный пар	1. Лушение стерни 2. Вспашка 3. Весеннее боронование 4. Первая культивация пара 5. Вторая культивация	А,Б	На 6-8см в 1-2 следа На 20-22 мс без огрехов с полной запашкой стерни В 2 следа На 10-12 см с полным подрезанием сорняков На 6-8 см с полным подрезанием сорняков	Вслед за уборкой предшественника Через 8-10 дней после лушения При посевании почвы При появлении сорняков То же	Луцильные дисковые или лемешные Плуг отвальный Бороны зубовые Культиваторы паровые То же	АТ-1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица 1 Характеристики тракторных дизельных двигателей

№ варианта	Трактор	Двигатель	Исходные данные по двигателям						Удельный расход g_e , г/кВт.ч
			$N_{H'}$, кВт	$M_{H'}$, кН·м	M_m , кН·м	$n_{H'}$, об/мин	$n_{X'}$, об/мин	$n_{m'}$, об/мин	
1.	ВТЗ-2032	Д-120	18,4	0,097	0,107	1800	1920	1200	245
2.	ВТЗ -2048	Д-130	33,0	0,105	0,119	2000	2150	1130	241
3.	Т-40МС	Д-144	36,8	0,196	0,226	1975	2150	1200	252
4.	ЛТЗ-55А	Д-14432	39,0	0,183	0,210	1800	1950	1270	248
5.	ЛТЗ-60АБ	Д-248	42,3	0,218	0,250	2000	2210	1500	229
6.	ЛТЗ-155	ЯМЗ-236	110,0	0,613	0,704	1850	2010	1650	255
7.	ЮМЗ-6АКМ	Д-65М	46,3	0,272	0,312	1750	2950	1430	235
8.	ЮМЗ-8240	Д-243	57,4	0,268	0,308	2200	2370	1400	229
9.	Беларус -80	Д-243	57,4	0,268	0,308	2200	2370	1400	229
10.	Беларус-82	Д-243	57,4	0,268	0,308	2200	2370	1400	229
11.	Беларус1025	Д-245	73,6:	0,345	0,396	2200	2390	1420	236
12.	Беларус1221	Д-260	114,0	0,560	0,644	2100	2300	1460	226
13.	Беларус2022	Д-2604	148,6	0,730	0,870	2100	2340	1450	227
14.	Беларус2522	ДТА-530	176,0	0,846	1,015,	2100	2360	1570	246
15.	ХТЗ-150.05	СМД-62	121,5	0,596	0,684	2100	2340	1470	329
16.	ХТЗ-150-09	ЯМЗ-236	117,6	0,655	0,753	1850	2050	1300	242
17.	ХТЗ-17221	ЯМЗ-236	121,3	0,595	0,674	2100	2350	1370	242
18.	ХТЗ-2511	Д-120	18,4	0,105	0,113	1800	1980	1200	245
19.	ХТЗ-3510	Д-120	18,4	0,105	0,113	1800	1960	1200	245
20.	К-744Р	ЯМЗ-238	153,7	0,906	1,080	1750	1980	1250	240
21.	К-701	ЯМЗ-240	221,0	1,199	1,323	1900	2170	1290	244

22	К-701М	ЯМЗ8423	246,0	1,335	1,505	1900	2150	1540	258
23	ДТ-75Д	А-41	66,3	0,391	0,463	1750	1940	1260	238
24	Т-4А.01	А-01МС	99,3	0,602	0,752	1700	1980	1230	238
25	Агрот150ТГ	Д-442	116,0	0,629	0,723	1900	2170	1520	237
26	JD 5725		61/8	0,294	0,368	2000	2200	1340	236
27	JD 6920		99.5	0.500	0.625	2100	2300	1407	236
28	JD 7730		138,7	0,683	0,990	2100	2280	1400	240
29	JD 8400		170.2	0,983	1,377	2100	2300	1420	240
30	JD 9320		245,2	1,434	1,979	2100	2280	1400	240

Таблица 2 Значения ε_{N_0} в зависимости от V_M , обеспечивающие минимальный удельный расход топлива двигателей $g_e \rightarrow \min$

Двигатель	Значения V_M , %		
	10	20	30
	Оптимальные значения ε_{N_0}		
Д-120	0,921	0,836	0,750
Д-130	0,925 (y)	0,838 (y)	0,760 (y)
Д-144	0,906 (y)	0,837 (y)	0,756 (y)
Д-65	0,920 (y)	0,824 (y)	0,730 (y)
Д-240	0,905	0,811	0,718
Д-243	0,910(y)	0,815(y)	0,726(y)
Д-245	0,906 (y)	0,813 (y)	0,719 (y)
Д-248	0,912	0,814	0,721
Д-260Г	0,907 (y)	0,814 (y)	0,719 (y)
Д-144-32	0,905 (y)	0,822 (y)	0,728 (y)
Д-65М1Л	0,921 (y)	0,823 (y)	0,729 (y)
Д-260	0,911(y)	0,813(y)	0,721(y)
ДТА-530	0,918(y)	0,807	0,730
БТМ-3413	0,910(y)	0,811	0,731
СМД-62	0,927	0,838	0,755
ЯМЗ-236	0,912(y)	0,817	0,728
ЯМЗ-238НБ	0,904(y)	0,805	0,698
ЯМЗ-240БМ	0,923(y)	0,837	0,752
ЯМЗ-8423.10	0,924 (y)	0,837 (y)	0,753 (y)
А-41	0,920 (y)	0,828 (y)	0,740 (y)

22	К-701М	ЯМЗ8423	246,0	1,335	1,505	1900	2150	1540	258
23	ДТ-75Д	А-41	66,3	0,391	0,463	1750	1940	1260	238
24	Т-4А.01	А-01МС	99,3	0,602	0,752	1700	1980	1230	238
25	Агром150ТГ	Д-442	116,0	0,629	0,723	1900	2170	1520	237
26	JD 5725		61/8	0,294	0,368	2000	2200	1340	236
27	JD 6920		99.5	0.500	0.625	2100	2300	1407	236
28	JD 7730		138,7	0,683	0,990	2100	2280	1400	240
29	JD 8400		170.2	0,983	1,377	2100	2300	1420	240
30	JD 9320		245,2	1,434	1,979	2100	2280	1400	240

Таблица 2 Значения ε_{No} в зависимости от V_M , обеспечивающие минимальный удельный расход топлива двигателей $g_e \rightarrow \min$

Двигатель	Значения V_M , %		
	10	20	30
	Оптимальные значения ε_{No}		
Д-120	0,921	0,836	0,750
Д-130	0,925 (y)	0,838 (y)	0,760 (y)
Д-144	0,906 (y)	0,837 (y)	0,756 (y)
Д-65	0,920 (y)	0,824 (y)	0,730 (y)
Д-240	0,905	0,811	0,718
Д-243	0,910(y)	0,815(y)	0,726(y)
Д-245	0,906 (y)	0,813 (y)	0,719 (y)
Д-248	0,912	0,814	0,721
Д-260Т	0,907 (y)	0,814 (y)	0,719 (y)
Д-144-32	0,905 (y)	0,822 (y)	0,728 (y)
Д-65М1Л	0,921 (y)	0,823 (y)	0,729 (y)
Д-260	0,911(y)	0,813(y)	0,721(y)
ДТА-530	0,918(y)	0,807	0,730
БТМ-3413	0,910(y)	0,811	0,731
СМД-62	0,927	0,838	0,755
ЯМЗ-236	0,912(y)	0,817	0,728
ЯМЗ-238НБ	0,904(y)	0,805	0,698
ЯМЗ-240БМ	0,923(y)	0,837	0,752
ЯМЗ-8423.10	0,924 (y)	0,837 (y)	0,753 (y)
А-41	0,920 (y)	0,828 (y)	0,740 (y)

№ вар.	Трактор	Колесная формула	Мощн, кВт	Экспл. Масса, кг	Тяг. Класс, кН	Энего.нас, кВт/т
1.	Беларус -80	4К2	60	3345	14	18.0
2.	Беларус-82	4К4	66	3780	14	17.5
3.	Беларус- 1025	4К2	77	4200	20	18.3
4.	Беларус-1025	4К4	77	4345	20	17.7
5.	Беларус -1221	4К4	96	5700	20	16.8
6.	Беларус -1523	4К4	114	6000	20	19.0
7.	Беларус -2102	4К4	156	10800	40	14.4
8.	JD-6620	4К4	65	4650	20	14.0
9.	JD-6920SE	4К4	81.5	5900	20	13.8
10.	JD-6920	4К4	99,5	6300	30	15.8
11.	JD-77300	4К4	138	7770	30	17.7
12.	JD-8400	4К4	170.2	8705	40	19.4
13.	JD-8520	4К4	199	12080	50	16.5
14.	JD-9320	4К4	245	15000	50	16.3
15.	ХТЗ-150.05	4К4	121.5	8092	30	15.0
16.	Т-4А.01	гусеничный	99.3	9010	40	11.0
17.	ДТ-175С	гусеничный	116	7622	30	15.3
18.	ЛТЗ-55А	4К4	39	3157	9	12.3
19.	К-701М	4К4	246	12900	50	19.1
20.	ДТ-75Д	гусеничный	66.3	6420	30	10.4
21.	Т-150	гусеничный	117.6	7460	30	15.8
22.	ЛТЗ-60АВ	4К4	42.3	3490	14	12.1
23.	ВТЗ- 2032	4К2	18.4	1885	6	9.7
24.	ВТЗ-2038	4К2	33	2370	6	13.9
25.	Т-30А-80	4К4	33	2430	6	13.8
26.	Т-40МС	4К2	36.4	2620	9	13.9
27.	К-701М	4К4	221.0	13800	50	16.0
28.	ЛТЗ-155	4К4	110	5610	20	19.6
29.	К-700М	4К4	246	12200	50	20.2

Таблица 2

Тяговый класс трактора	Диапазоны номинальных тяговых усилий $P_{крн}$, кН	Тяговый класс трактора	Диапазоны номинальных тяговых усилий $P_{крн}$, кН
2	1,8...5,4	30	27...36
6	5,4...8,1	40	36...45
9	8,1...12,6	50	45...54
14	12,6...18	60	57...72
20	18...27	80	72...108

Таблица 3

Тип трактора	Стерня			Поле, подготовленное под посев		
	a	b	f	a	b	f
4К2 с колесами разного размера	0,14	0,62	0,09	0,25	0,71	0,18
4К4 с колесами разного размера	0,19	0,92	0,09	0,21	0,88	0,18
4К4 с колесами одинакового размера	0,11	0,77	0,09	0,08	0,61	0,18
Гусеничные	0,009	0,78	0,07	0,044	0,87	0,10

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица 1 - Удельные тяговые сопротивления и массы с.-х. машин

Вид операции	K_{01} , кН/м ²	K , кН/м	ΔK	$m_{ш}$, кг/м	$m_{сш}$, кг/м
Вспашка целины, залежи, пласта многолетних трав и стерни озимых на тяжелых почвах	63	-	0,216	616	-
Вспашка средних почв	52	-	0,180	616	-
Вспашка легких почв	42	-	0,108	616	-
Противозрозонная обработка почвы плоскорезами	-	5,00	0,144	258	-
Обработка почвы дискаторами	-	3,20	0,100	-	-
Лушение стерни и дискование	-	1,60	0,108	254	-
Боронование зуб. боронами	-	0,60	0,072	40	60
Сплошная культивация	-	2,30	0,144	202	110
Междурядная культивация	-	1,80	0,108	234	-
Прикатывание	-	0,70	0,072	243	50
Посев зерновых	-	1,60	0,100	500	89

Таблица 2 Значения коэффициента вариации тягового сопротивления с.-х. машин

Наименование операций	Коэффициент вариации тягового сопротивления ν_s
Вспашка легких почв	0,08
Вспашка средних почв	0,11
Вспашка тяжелых почв	0,15
Боронование (зубовыми боронами)	0,03
Лушение и дискование	0,02
Сплошная культивация	0,07
Плоскорезная обработка	0,09
Прикатывание	0,04
Мотыжение	0,06
Посев зерновых	0,05

	24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4К4(РР)	8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	12	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
4К2	8	0,89 7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	12	0,96 7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	16	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	20	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	24	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Гусеничны е	8	0,70 0	0,85 6	0,98 4	1,0	1,0	1,0
	12	0,77 8	0,97 6	1,0	1,0	1,0	1,0
	16	0,85 6	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	20	0,92 0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	24	0,98 4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

а) на каменность,

Вид работы	Степень каменности			
	Отсутствует	Слабая	Средняя	Сильная
Пахотные	1,00	0,98	0,92	0,85
Непахотные	1,00	0,99	0,93	0,82
Кошение трав	1,00	0,90	0,85	-

б) на высоту над уровнем моря,

Высота над уровнем моря, м	Длина гона и вид работы					
	менее 200 м		200 – 600 м		более 600 м	
	пахот.	непахот.	пахот.	непахот.	пахот.	непахот.
До 500	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
500 – 1000	0,95	0,98	0,94	0,97	0,93	0,96
1000 – 1500	0,91	0,96	0,89	0,95	0,8	0,94
1500 - 2000	0,88	0,94	0,85	0,93	0,82	0,92

в) на сложность конфигурационных полей,

Группа конфигура	Длина гона и вид работы									
	менее 200 м		200 – 400 м		400 – 600 м		600 – 1000 м		более 1000 м	
	пахот	неп	пахот	неп	пахот	неп	пахот	неп	пахот	неп
I	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
II	0,97	0,96	0,98	0,97	0,99	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00
III	0,91	0,92	0,95	0,94	0,97	0,96	1,00	1,00	1,00	1,00
IV	0,81	0,83	0,87	0,89	0,93	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00
V	0,75	0,79	0,84	0,86	0,88	0,92	0,96	0,98	1,00	1,00

г) на изрезанность полей препятствиями,

Вид работы	Площадь, занимаемая препятствиями, %							
	0 до 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 35	
Пахотные	1	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81	0,77	0,74
Непахотные	1	0,96	0,93	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77

д) на рельеф: при угле склона 1...3 град.: $K_s = 0,97$ – на пахотные работы; $K_s = 0,95$ – на непахотные работы.

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Часть технологической карты возделывания пшеницы (площадь 100 га, планируемая урожайность 30 ц/га)																			
№	Наименование операции	объем работы	Единица измерения	календарные сроки, число, месяц, Dk	число рабочих дней, Dp	количество рабочих часов, Трч	марка трактора	марка сцепки	марка машины	число машин в агрегате	кол-во обслуж. перс., тоб	Производ. за смену, Wсм	Производ. за час, Wч	Расход топлива на ед. раб. Кг	Расход топлива на весь объем раб. кг	Затраты труда,	Требуемое число агрегатов	Требуемое число персонала	Требуемое колво нормосмен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.1	Вспашка	100	га	15.09-13.10	28	11	Нойхолланд TD100D		ALPLER SP 12	1	1	4,54	0,41	10,64	1064,40	190,45	0,79	0,79	22,02
1.2	Планирование (выравнивание) поверхности поля	100	га	16.10-05.11	20	11	Нойхолланд TD100D. TM120		TARGET 7	1	1	13,64	1,24	9,89	989,10	29,544928	0,37	0,37	7,33
1.3	Транспортировка и внесение минеральных удобрений	20	т	09.11-13.11	4	7	Нойхолланд TD100D. TM120		AGROSE	1	1	5,15	1,05	9,56	191,11	26,39	0,97	0,97	3,88
1.4	Обработка комбинированным агрегатом	100	га	06.11-16.11	10	11	Нойхолланд TD100D. TM120		Домашнего приготовления	1	1	17,17	1,56	10,38	1037,90	37,32	0,58	0,58	5,82
1.5	Транспортировка семян	20	т	16.11-31.12	3	7	Трактор Антар 80		Самосвалный прицеп	1	1	6,73	1,37	9,56	191,11	20,60	0,99	0,99	2,97
1.6	Транспортировка удобрений	20	т	29.11-02.12	3	7	Трактор Антар 80		Самосвалный прицеп	1	1	6,73	1,37	9,56	191,11	20,60	0,99	0,99	2,97
1.7	Посев с внесением удобрений	100	га	16.11-31.12	15	11	Нойхолланд TD100D. TM120		efenur-24 zduman-24	1	1	13,61	1,24	8,26	826,10	39,59	0,49	0,49	7,35
1.8	Каналы для почвы	100	га	22.12-30.12	8	11				1	1	92,82	8,44	10,43	1042,90	1,60	0,13	0,13	1,08
1.9	Опрыскивание посевов: подвоз к месту приготовления химикатов, приготовление рабочего раствора или баковых смесей и их внесение	100	га	15.01-27.02	45	11	Нойхолланд TD100D. TM120		MATTERHORN	1	1	51,63	4,69	10,38	1037,90	0,92	0,04	0,04	1,94
1.10	Прямое комбинирование	100	га	07.05-29.05	22	11				1	1	26,14	2,38	7,40	739,80	7,32	0,17	0,17	3,83
1.11	Транспортировка зерна	20	т	07.05-29.05	22	7				1	1	40,99	5,86	9,56	191,11	0,08	0,02	0,02	0,49
1.12	Уборка соломы	100		07.05-29.05	22	11				1	1	5,44	0,49	6,99	699,40	168,71	0,83	0,83	18,37
1.13	Транспортировка соломы	20	т	07.05-29.05	22	7	Нойхолланд TD100D. TM120		Massey Ferguson 18	1	1	28,98	4,14	9,56	191,11	0,15	0,03	0,03	0,69

ПРИЛОЖЕНИЕ К

Сертификаты участия в конференциях



СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

Международной научной конференции
молодых ученых и специалистов,
посвященной 135-летию
со дня рождения А.Н. Костякова

Выдан

Алшабеби Аль-хаттаб Нихад Муса
за доклад на тему:

ВЫБОР ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ ИРАК

на секции

Инновационная техника и технологии в АПК



Москва, 6-8 июня 2022 г.



/ В.И. Трухачев
Ректор,
Академик РАН,
профессор

СЕРТИФИКАТ УЧАСТНИКА

Международная научная конференция
молодых учёных и специалистов, посвящённая
180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева

Выдан

Алшабеби Аль-хаттаб Нихад Муса

за доклад на тему:

Studying the costs of transportation, storage and the loss of wheat crop during harvesting operations in Iraq

на секции

Инновационная техника и технологии в АПК



Москва, 5-7 июня 2023 г.



/ В.И. Трухачев
Ректор,
Академик РАН,
профессор

Ассоциация
«Технологическая платформа
«Технологии пищевой и
перерабатывающей промышленности
АПК – продукты здорового питания»
(Ассоциация «ТНПП АПК»)
пр. Революции 19, 394036
г. Воронеж, Россия
Тел./факс (473) 255-55-57
e-mail: platforma-apk@mail.ru
<http://платформа-апк.рф>



Association
«Technology platform
«Technologies of Food and Processing
Industries of Agro-industrial Complex
– Healthy Food»
(Association «TFPI AIC»)
19 Revolution Avenue, 394036,
Voronezh, Russia
Тел./факс (473) 255-55-57
e-mail: platforma-apk@mail.ru
<http://платформа-апк.рф>

РЕДАКЦИЯ

№ 33-52/1 от «06» 02 2024 г.

Справка о публикации статьи

Редакция журнала «Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания» рассмотрела статью следующих авторов:

1. Алшабеби аль-Хаттаб Нихад Муса, Левшина А.Г., Хуссейн Ибрагим Адил (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева) «О состоянии производства пшеницы в условиях мелкоконтурного земледелия республики Ирак»

Вышеуказанная статья будет включена в выпуск № 1, 2024 года, выпуск которого будет до 12.04.2024 г.

Заместитель директора по развитию



И.А. Сухарева