

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ – МСХА
ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

На правах рукописи

Хуссейн Ибрагим Адил Хуссейн

**«Повышение эффективности механизированной уборки пшеницы в
условиях Ирака с применением прицепа перегрузчика и
полиэтиленовых рукавов»**

Специальность 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для
агропромышленного комплекса

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, профессор,
Левшин Александр Григорьевич

Москва, 2026 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Состояние и основные характеристики сельского хозяйства в Республике Ирак..	9
1.2. Урожайность зерновых в Республике Ирака	12
1.3 Механизация сельского хозяйства в Ираке.....	16
1.4. Анализ технологии выращивания зерновых в Ираке	25
1.5. Методы и средства хранения зерна пшеницы в Ираке.....	31
1.6. Современные методы хранения, используемые для хранения зерна во всем мире.	35
1.7. Анализ автономной и поточной уборки пшеницы.....	41
1.8. Процент потерь зерна в Ираке.....	45
1.9. Цели и задачи исследования.....	47
ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИЯ СБОРА УРОЖАЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	47
2.1. Общая схема исследования технологий уборки в условиях Ирака.	49
2.2. Производительность комбайна.....	50
2.3. Оптимизации процесса уборки зерна.....	52
2.4 Оптимизация состава уборочно-транспортного комплекса	54
2.5 Технико-экономический анализ технологических схем уборки	59
2.5.1 Эксплуатационные затраты для традиционной схемы уборки.....	60
2.5.2 Поточная схема уборки.....	62
2.5.3 Поточная технология уборки в сочетании с временным складом из полиэтиленовых рукавов	63
ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ..	65
3.1. Технология возделывания пшеницы.....	65
3.2. Определение потерь при сборе урожая	67
3.3. Выбор техники и оборудования для непрерывной уборки урожая.	68
3.4. Методика хронометражных наблюдений.....	74
ГЛАВА 4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	79
4.1. Анализ производительности комбайна	79

4.2. Анализ затрат на автомобильные перевозки зерна.....	81
4.3 Оптимальная организация процесса уборки пшеницы.....	86
4.4. Результаты оптимизации состава уборочно-транспортного комплекса.....	89
4.5. Обоснование комплекса машин для технологии уборки и хранения зерна в полиэтиленовых рукавах.....	93
4.6.Результаты оптимизации состава уборочно-транспортного комплекса при хранении в полиэтиленовых рукавах.....	96
4.7. Сравнительный анализ технологических схем уборки.....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	108
НАПРАВЛЕНИЕ ПРОДОЛЖЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	110
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.	111

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Сезон сбора урожая в Ираке сопряжен с рядом серьезных проблем, которые существенно влияют на сельскохозяйственный сектор в целом и на продовольственную безопасность в частности. Поскольку зерновые считаются стратегической культурой, они являются основным продуктом питания населения. Основными проблемами механизированной уборки зерна являются короткий сезон сбора урожая, который не превышает 4-5 дней. В условиях засухи и высоких температур темп созревания пшеницы достигают более 6000 га за сутки. Из-за недостаточного парка зерноуборочных комбайнов (нагрузка 600 га на комбайн) и низкой эффективности использования автономного использования комбайнов реализуются низкие темпы уборки, что приводит к увеличению сроков уборки и большим биологическим потерям.

В Ираке обеспеченность современным оборудованием для хранения зерна составляет 30-40 % от собранного урожая, поэтому велики потери при хранении зерна. В связи с этим разработка рекомендаций по повышению эффективности уборочных работ и использованию полиэтиленовых рукавов в качестве временных складов для хранения зерна является важной и актуальной задачей.

Степень разработанности темы. Повышению эффективности уборки пшеницы посвящены научно-исследовательские и научные работы известных ученых Киртбая Ю.К., Рунчева М.С., Кленина Н.И., Жалнина Э.В, Зангиева А. А., Скороходова А.Н., Дидманидзе О.Н., Смелика В.А., Ряднова А.И., Лебедева А.Т., Плешакова В.Н., Арютова Б.А., Костенко М.Ю., Тронев С.В., Mohamed M. El-Kholu and Reham M. Kamel и других ученых.

На кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка разработаны принципы операционной технологии и методики оптимизации производственных процессов, изложенные в работах Киртбая Ю.К., Шарова Н.М., Зангиева А.А, Скороходова А.Н., Дидманидзе О.Н., Левшин А.Г., и других

ученых.

Объект исследования – технологии уборки, транспортировки и хранения зерна в условиях Республики Ирак.

Предмет исследования – оптимизация производственных процессов поточной уборки пшеницы в условиях Ирака и хранение урожая в полиэтиленовых рукавах.

Цель и задачи исследования.

Цель исследования - повышение эффективности механизированной уборки пшеницы за счет поточной организации уборочного процесса и хранения урожая в полиэтиленовых рукавах.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие **задачи:**

1. Провести анализ природно-климатических характеристик, технологий производства пшеницы, состава парка тракторов и комбайнов, технологий уборки и хранения пшеницы, используемые в Ираке, и обосновать рекомендации по повышению эффективности технологических процессов.

2. Определить темп наступления наиболее благоприятного момента для уборки и коэффициенты интенсивности биологических потерь и оптимизировать процесс уборки пшеницы в условиях провинции Эс-Сувайра по минимуму потерь: момент начала уборки, суточный темп и продолжительность уборки.

3. Провести хронометражные наблюдения за автономной работой зерноуборочных комбайнов и провести расчетные исследования производительности при групповой работе.

4. Обосновать оптимальный состав уборочно-транспортного комплекса при поточной уборке пшеницы по минимуму эксплуатационных затрат с учетом вероятностных характеристик процесса и снизить простои при загрузке автомобилей во время перевозки зерна на элеваторы в городах: Васит (расстояние перевозки 38,6 км) и Ди Кар (расстояние 72 км) по сравнению с традиционной технологией уборки.

5. Обосновать количество точек размещения временных складов и оптимальный состав уборочно-транспортного комплекса при поточной уборке пшеницы и хранении зерна в полиэтиленовых рукавах и сравнить с традиционной технологией уборки и автомобильными перевозками зерна на элеватор в городе Ди Кар (расстояние 72 км).

6. Провести технико-экономическую оценку сравниваемых технологий уборки пшеницы в Ираке.

Научная новизна исследования заключается в научном обосновании: оптимальных темпов уборочных работ, обеспечивающих минимум суммарных биологических потерь зерна; рекомендаций по повышению эффективности поточной технологии уборки в условиях Ирака; состава уборочно-транспортного комплекса машин для уборки, загрузки и хранения зерна в полиэтиленовых рукавах.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Теоретическая значимость работ заключается в методике обоснования оптимального состава уборочно-транспортного комплекса для поточной технологии уборки урожая на небольших и средних по размеру полях в Республике Ирак с учетом вероятностных характеристик процесса и обосновании поточной технологии уборки и хранения зерна в полиэтиленовых рукавах.

Практическую значимость работы составляют полученные значения коэффициентов интенсивности потерь зерна; темпов наступления оптимальных сроков уборки; рекомендации по обеспечению допустимого уровня биологических потерь за счет организации уборочного процесса; практические рекомендации по составу уборочно-транспортного комплекса машин для уборки, транспортировки и хранения зерна в полиэтиленовых рукавах; в передачи российского научного опыта по поточной уборке зерновых культур Министерству сельского хозяйства Ирака для его использования при обучении фермеров, что позволит повысить эффективность использования техники и снизить затраты на производство пшеницы.

Методология и методы научного исследования.

Методология включает анализ природно-климатических факторов производства пшеницы, имитационное моделирование технологических процессов уборки и транспортировки зерна, хронометражные наблюдения за процессом уборки зерна в местных условиях Ирака, статистическое моделирование состава уборочно-транспортного комплекса; моделирование процесса поточной уборки и хранения зерна в полиэтиленовых рукавах.

Методы исследования: системный анализ, статистическая оценка данных о процессах уборки урожая, природных и климатических характеристиках, хронометраж за работой основных агрегатов; анализ процессов потерь при уборке урожая традиционными методами на комбайне и TC New Holland 5040.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты анализа природно-климатических характеристик, технологий производства пшеницы, состава парка тракторов и комбайнов, технологий уборки и хранения пшеницы, используемые в Ираке;
2. Результаты оптимальной организации процесса сбора урожая в Ираке по минимуму биологических потерь: момент начала уборки, темп и продолжительность уборки;
3. Результаты хронометражных наблюдений при автономной и групповой работе зерноуборочных комбайнов и анализа эффективности автомобильной перевозки зерна на элеваторы.
4. Оптимальный состав уборочно-транспортного комплекса при поточной уборке пшеницы по минимуму эксплуатационных затрат с учетом вероятностных характеристик процесса;
5. Оптимальный состав уборочно-транспортного комплекса при поточной уборке пшеницы для уборки и хранения части убранного зерна в полиэтиленовых рукавах в климатических условиях Ирака ;
6. Результаты технико-экономической оценки новых технологий уборки

пшеницы в условиях Ирака.

Степень достоверности и апробация результатов работы.

Достоверность результатов исследования подтверждается использованием методов экспериментальных научных исследований, адекватностью математических моделей аппроксимации экспериментальных данных; использованием материалов государственной статистики и методов статистического анализа с помощью программ Microsoft Excel и Mathcad.

По результатам исследования опубликовано 9 научных работ в изданиях (РИНЦ), в том числе 3 в изданиях ВАК.

Апробация результатов исследований.

Результаты исследований доложены на следующих конференциях: Международная научно-практическая конференция и школа молодых ученых по эколого-генетическим основам растениеводства, Краснодар, 24–27 мая 2022 г.; Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция, Ростов-на-Дону, 16–18 марта 2022 г.; «Опора России» Всероссийская научная конференция использование и управление сельскохозяйственной техникой и специальным оборудованием на небольших сельскохозяйственных землях, Санкт-Петербург, 2022 г.; Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-Летию Со Дня Рождения К.А. Тимирязева, Москва, РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 05–07 июня 2023 г.; Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 150-летию со дня рождения А.Я. Миловича : Москва, РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева , 03–05 июня 2024 г.;

Структура и объем диссертации диссертация состоит из введения, четыре глав, выводов, списка литературы и приложений. Общий объём диссертации 133 страниц, основного текста 133 страниц, имеется 37 рисунков, 50 таблиц, список литературы из 152 наименований.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЫРАЩИВАНИЯ И УБОРКИ ПШЕНИЦЫ В РЕСПУБЛИКЕ ИРАК

1.1. Состояние и основные характеристики сельского хозяйства в Республике Ирак

Общая площадь Ирака составляет 435,052 км² (43,5 миллиона гектаров). Значительная территория Ирака считается непригодной для сельского хозяйства из-за засоления и высыхания почв. Площадь территории оценивается в 9,45 млн га [1], из которых почти 4 млн га считаются пастбищами для скота. Таким образом, можно сказать, что только 12,5% общей площади земель Ирака используется для выращивания различных культур [2,3].

Ирак и Египет считаются одними из древнейших цивилизаций, где человечество использовало сельскохозяйственные орудия для обработки почвы в течение многих поколений. Первый человек использовал куски камня для рытья земли и это открытие датируется 3000 годом до нашей эры. После того, как он посеяв семена, начал подготавливать почву с помощью топора и нескольких камней [3,4,5,6] – началась механизация.

Сельское хозяйство зависело от энергии человека. Затем он использовал животных для обработки почвы, тянул плуги, используя энергию животных, начал работать с оросительными канавами – зародилась мелиорация (рис. 1.1). Чтобы уменьшить мышечные усилия земледельца и повысить продуктивность сельскохозяйственных угодий, начали использовать колеса в движущейся сельскохозяйственной технике, запряженной животными, такая как плуги и другое оборудование. Как показано на рисунке 1.2. Открывают ирригационные машины, что привело к уменьшению усилий животных, увеличению скорости машин и повышению производительности фермеров [7,8,9]. Среди факторов, приведших к расширению и прогрессу сельскохозяйственного производства, была разработка двигателей внутреннего сгорания в Германии в 1877 году, что привело к быстрому

развитию использования полевой техники и инвентаря для сельского хозяйства [10, 11].



Рисунок 1.1 Картины и зарисовки в пещерах Ирака

Происходит замена животных на сельскохозяйственных работах сельскохозяйственными тракторами. Затем они стали движущей силой всех сельскохозяйственных операций в сельскохозяйственном секторе, как показано на рисунке 1.2 [12, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

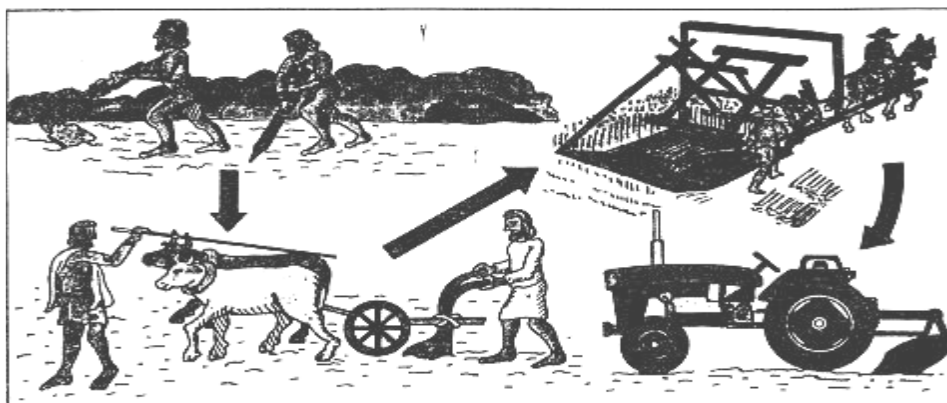


Рисунок 1.2 показано развитие методов ведения сельского хозяйства с течением времени

Исторически в Ираке выращивается множество стратегических культур, наиболее важными из которых была и остается пшеница, кукуруза и ячмень. В 2023 году на выращивание пшеницы пришлось 54,6% от общего объема посевов сельскохозяйственной продукции, в то время как площадь возделывания ячменя составила 1,3% [14, 15, 16] (Таблица 1.1). Более 16% площадей занято на возделывании овощей

Таблица 1.1 Наиболее важные стратегические культуры в Ираке (2023 г)

Культура	Посевная площади, тыс. га	Валовый сбор, тыс. т	Доля производства продукции, %
Пшеница	2193,1	4248,5	54,6
Ячмень	590,3	106,5	1,3
Рис	127,7	574,7	7,7
Кукуруза	75,0	350,0	4,5
Масличные	15,5	10,6	0,3
Овощи	107,0	1271,7	16,3
Корнеплоды и	14,0	392,3	5,0
Сахарная свекла	19,5	38,0	0,5

Площадь посевов озимой пшеницы в 2023 году увеличилась на 53% по сравнению с 2022 годом. Сбор пшеницы достиг лишь 2750 тыс. тонн из-за нехватки воды. Предполагаемая потребность Ирака составляет 4200 тыс. тонн [17, 18].

По природно-климатическим характеристикам Ирак делится на три климатические зоны по количеству осадков.

Первая зона стабильности- количество осадков колеблется в пределах 800-2600 мм в год, лето в регионе мягкое, а температура не превышает 28 градусов, что характерно для северных районов Ирака с горной природой.

Вторая зона стабильности - годовое количество осадков колеблется в пределах 500-834 мм. Этого количества достаточно для сезонных пастбищных нужд, а температура не превышает 42 градусов и представлена в холмистой местности Ирака.

Третья зона стабильности - она включает в себя 70% территории Ирака, годовое количество осадков колеблется в пределах 350-512 мм, а температура превышает 50 градусов.[19].

Продуктивность сельскохозяйственных провинций Ирака варьируется в зависимости от многих факторов, включая такие природные факторы, как обилие воды, географический характер региона, климат и распространение современных

технологий. Существенно влияют и другие социальные факторы, такие как раздел земли, единица производства, культура крестьянства и государственная поддержка.

Раздел сельскохозяйственных земель в Ираке, отличается от одного города к другому. Средняя площадь в Ниневии, которая орошается слабо больше чем средняя площадь в Кербеле, которая использует речную воду для орошения. То же самое относится ко всем городам, включая Васит. Земля разделена на 4 группы (рис.1.3).

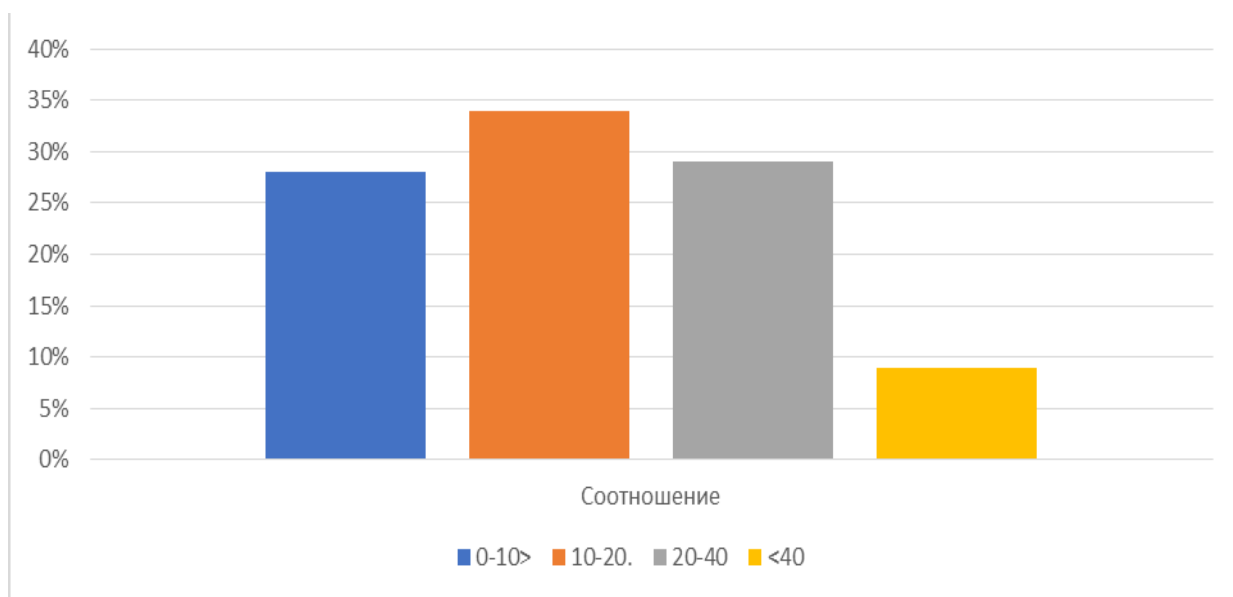


Рисунок 1.3 Средняя площадь полей в Васите

Площадь земельных участков меньше 10 гектаров составляют 28% от общей площади [1, 18]. Наибольшую долю составляют поля с площадью 10-20 га – 34%, доля земель площадью от 20 до 40 гектаров составляет 29%, и поля площадью более 40 га составляют всего 9%. Средняя общая площадь земельных участков сельскохозяйственных предприятий в Васите, составляет 9,7 гектара .

1.2. Урожайность зерновых в Республике Ирака

Производство пшеницы зимой 2023 года оценивалось в 4248 тысяч тонн [18], что на 37,8% превышает производство предыдущего года. Производство зерна в Ираке в 2024 году достигло 5234 тыс. тонн, увеличилось на 23,2% по сравнению с 2023 годом. Анализ данных министерства сельского хозяйства показывает значительное колебание объемов производства пшеницы в Ираке (рис. 1.4) [16, 17].

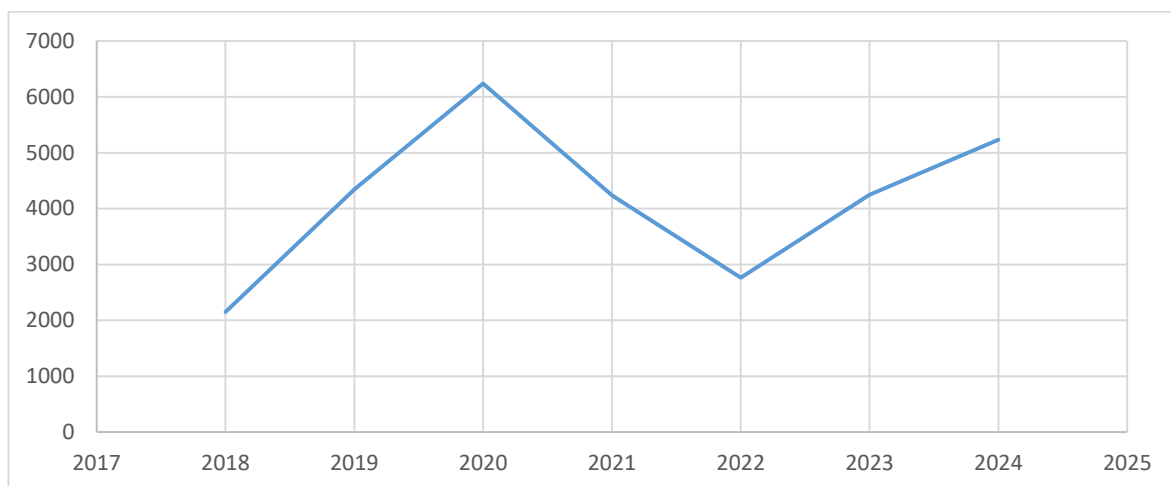


Рисунок 1.4 Объем производства пшеницы в тоннах за разные годы (2018-2024)

В 2024 году сбор зерна достиг максимума 5234 тыс тонн, а в 2018 году не превышал 2150 тыс тонн. Причиной такого колебания производства является зависимость Ирака от годового количества осадков и погодных условий. Разница в стратегическом запасе воды в водохранилищах зависят от стока рек Тигр и Евфрат.

В 2023 году, Ниневия заняла первое место по объему производства, который оценивался в 773,4 тыс. тонн, или 18,2% от общего объема производства (Рис. 1.5). За ней следует Васит, который произвел, по оценкам, 580,7 тыс. тонн, или 13,3% от общего объема производства, Салах-ад-Дин и Киркук, их производство оценивалось в 558 и 480 единиц соответственно [20,21].

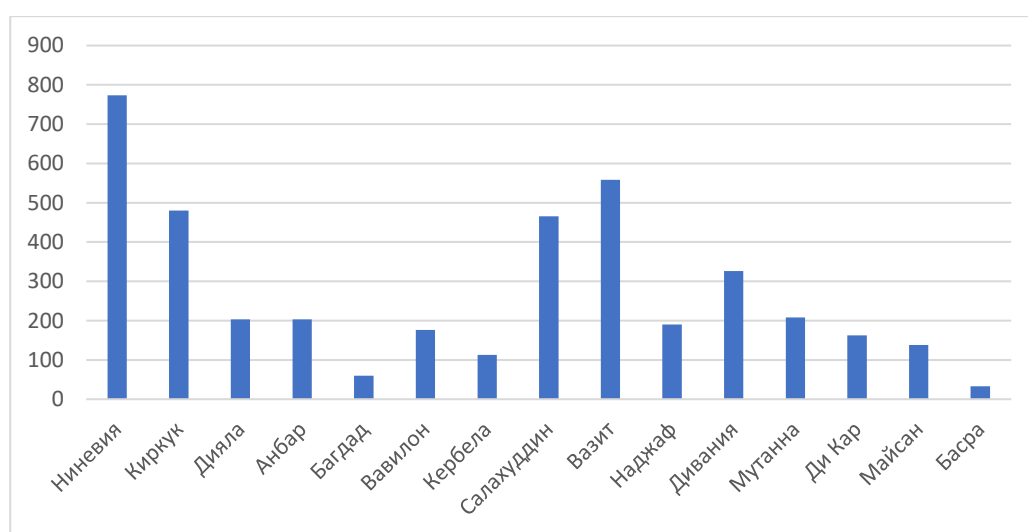


Рисунок 1.5 Объем производства пшеницы (тыс. тонн) по провинциям (2023г.)

Средняя урожайность пшеницы с учетом общей посевной площади, зимой 2023 года получен – 3,15 т/га, что на 16,7% больше, чем в прошлом сезоне 2,62 тонны [17,22, 23] (таблица 1.2).

Таблица 1.2 Производство пшеницы в Ираке с разбивкой по провинциям (2024 год)

Провинции	Посевная площадь урожая пшеницы, тыс. га			Объем производства, тыс. тонн	Доля урожая, %	Средняя урожайность, т/га
	Общая площадь	Убранная площадь	Пораженная площадь от засухи			
Ниневия	883	876,2	6,6	1393,7	26,6	1,57
Киркук	132	132	0	439,5	8,4	3,3
Дияла	84,1	84,1	0	248,1	4,7	2,95
Анбар	108,3	108,3	0	373	7,1	3,4
Багдад	8,7	8,95	0,05	31,1	0,7	3,57
Бабиль	35,9	33,7	2,2	138,4	2,6	3,57
Кербела	45,7	45,54	0,16	165,4	3,2	3,85
Васит	171,4	171,4	0	580,7	11,1	3,39
Салахаддин	239,2	238,5	0,7	854,2	16,3	3,57
Альнаджаф	54,8	54,8	0	174,9	3,3	3,19
Альдивания	110,4	110,4	0	355,2	6,8	3,21
Альмутанна	83,5	79,1	4,4	231,5	4,4	2,77
Ди Кар	32,1	31,7	0,37	90	1,7	2,8
Майсан	41,2	41,2	0	127,5	2,4	3,09
Басра	9,9	9,9	0	30,2	0,6	3,05
Всего	2044,2	2029,8	14,4	5234	100,0	
Среднее значение	--	--	--	--	--	3,15

Что касается объема производства, то самым высоким была Ниневия - 1393,7 тыс.т, за ней следовал Салахаддин - 854,2 тыс. т, а затем Васит -580,7тыс. т. (таблица 1.2).

На рисунке 1.6 показана классификация иракских провинций в соответствии с площадью посева пшеницы в гектарах. В Ниневии расположено 883 тыс. га (показана красным цветом). Это наибольший размеров посевных площадей [24, 25, 26]. Провинция Кербела использует современные технологии при возделывании пшеницы, поэтому там достигнута максимальная урожайность – 3,85 т/га [27, 28, 29]. По сравнению с остальными провинциями, Басра имеет наименьшую долю в объеме производства, а провинции Сулеймания, Эрбиль и Дахук расположены в горной местности и были исключены из классификации [30].

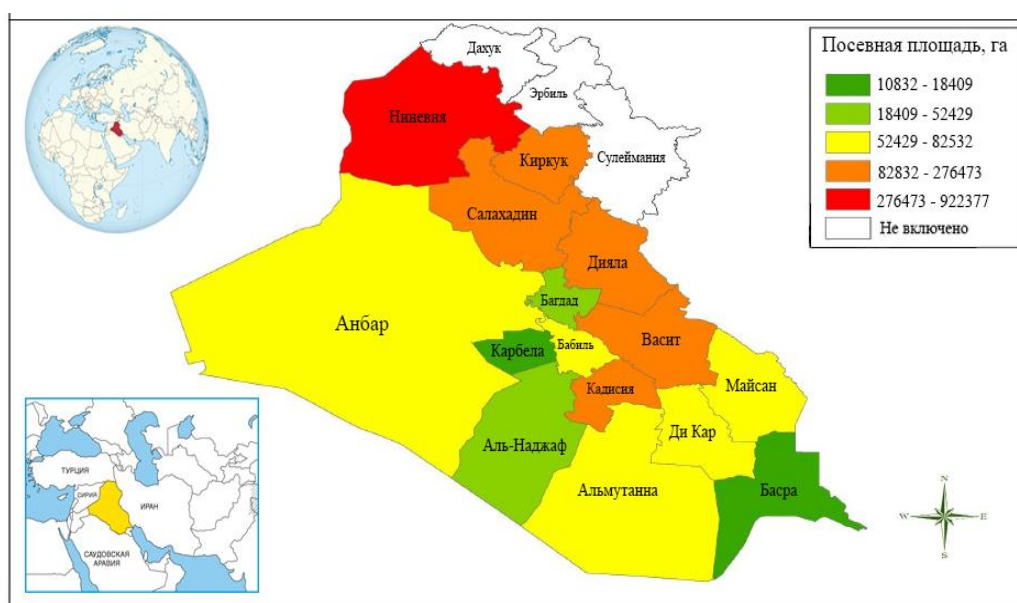


Рисунок 1.6 Классификация провинций по посевным площадям пшеницы.

Результаты окончательных оценок производства пшеницы показали значительные колебания производства и средней урожайности за последние годы (2018-2024гг.) из-за ущерба, нанесенного засухой. В зонах использующих орошение (мухафаза Васит) наблюдается устойчивое производство пшеницы средняя урожайность - 3,39 т/га (рис. 1.7), в то же время в Ниневии получена самая низкая урожайности - 1,57 т/га, потому, что отсутствует вода для полива [17, 18, 31].

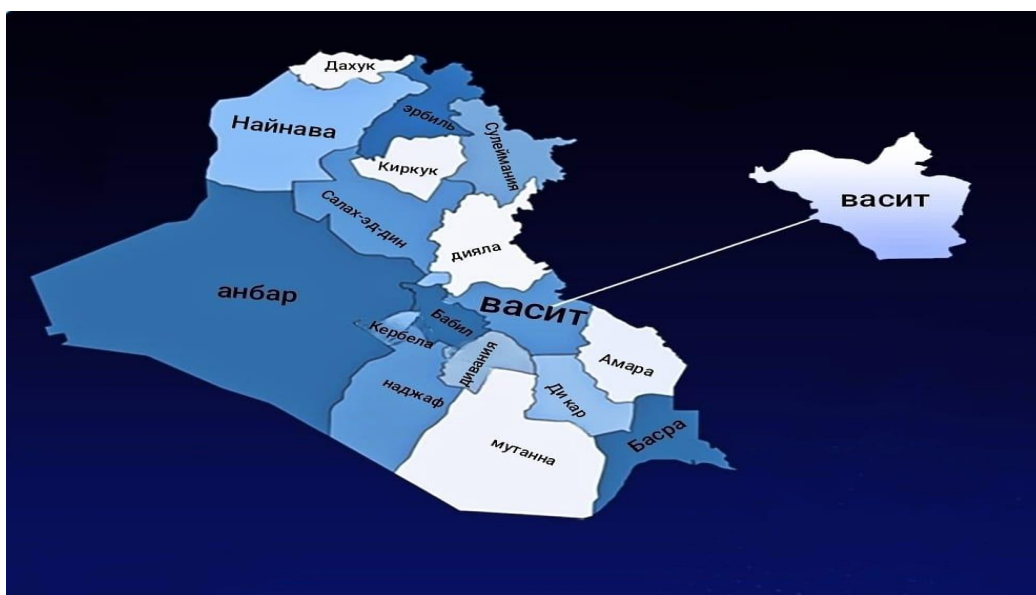


Рисунок 1.7 Расположение провинции Васит по отношению к Ираку

Информация получена с помощью обследований на местах. Урожайность пшеницы оценивается с использованием многоступенчатого метода случайной стратифицированной выборки в сочетании с объективными методами, основанными на фактическом измерении площади и проведении необходимого количества экспериментов по сбору урожая на полях фермеров. В выборке дата сбора урожая начинается в начале мая в южных регионах, таких как Басра, сбор урожая продолжается до конца июня, а в северных провинциях, таких как Ниневия и Салах-эд-Дин, сбор урожая продолжается до конца июля [32,33,34,35].

1.3 Механизация сельского хозяйства в Ираке

Европейские страны являются одними из наиболее развитых в области механизации сельского хозяйства, количество тракторов достигает примерно 41,4% от общего количества тракторов в мире. За ними следуют: азиатские страны с 27,3% ; североамериканские страны с 22,5% (из них на Соединенные Штаты приходится 18%); страны южной Америки - 5%; страны Африки - около 2,3% и Австралия - около 1,5% [36,37].

Использование механизации в различных процессах сельскохозяйственного производства приводит к значительным изменениям в

сельском хозяйстве, таким как увеличение количества и качества сельскохозяйственной продукции, снижение издержек производства и увеличение площадей [38,39]. Развитие механизации сельского хозяйства в Ираке значительно улучшалась с 1960 года, и это во многом можно объяснить рост сельскохозяйственного производства и производительности труда по всей стране [40 ,41, 42].

Среди четырех основных видов техники для механизации сельского хозяйства в Ираке (сельскохозяйственные водяные насосы, тракторы, комбайны и системы для капельного орошения) могут быть разделены в процентах с точки зрения государственной поддержки: сельскохозяйственные водяные насосы занимают первое место с показателем поддержки до 34%, за ними следуют сельскохозяйственные тракторы (30%), сельскохозяйственные комбайны - 28% и системы для капельного орошения - 8% [42,43, 44].

Исследования показали, что приобретение сельскохозяйственной техники и оборудования делится на два типа: у личного владельца (30%) и через лизинг у специализированных частных компаний (70%).

Текущая статистика показывает, что 33% крестьян и фермерских хозяйств приобрели оборудование у национальных организаций и правительственных министерств, занимающихся этой сферой и 67% - на местных рынках. Службы механизации сельского хозяйства являются активным и очень важным звеном в сельском хозяйстве, их количество и использование еще не достигли необходимого уровня с точки зрения повышения эффективности растениеводства в целом и зерновых культур в частности [40].

Результаты исследования показывают, что несмотря на использование услуг механизации сельского хозяйства в Ираке в течение длительного времени в качестве основного фактора увеличения сельскохозяйственного производства - количество работающей сельскохозяйственной техники. Парк тракторов и зерноуборочных комбайнов по-прежнему невелик по сравнению с развитыми странами и не способствует увеличению посевных площадей и росту

урожайности .

Препятствия, ограничивающие распространение механизации в Ираке:

- высокие цены на сельскохозяйственную технику, тракторы и комбайны;
- низкая эффективность эксплуатации сельскохозяйственной техники из-за различных размеров сельскохозяйственных площадей [40];
- высокие цены на запасные части и высокие затраты на техническое обслуживание;
- отсутствие специализированных учебных центров для подготовки высококвалифицированного технического персонала во всех областях сельского хозяйства.

Сельское хозяйство в Ираке является одним из основных секторов национальной экономики, главным образом благодаря его ведущей роли в качестве основного источника ВВП Ирака. В аграрном секторе занята значительная часть всей рабочей силы иракской экономики - около 28%. Сельское хозяйство также является источником дохода для значительной части иракского общества. В сельской местности проживает 35% населения Ирака [16, 17, 45].

Иракское правительство импортировало сельскохозяйственную технику (тракторы и зерноуборочные комбайны) в основном из многих стран, включая Германию, Беларусь, Алжир и Египет. Затем сельскохозяйственная техника продается с сети государственных складов по субсидируемым ценам фермерам, выращивающим зерновые культуры (пшеницу, ячмень, рис), которые ранее продавали свой урожай государству по фиксированным ценам [17, 18].

Постепенное вложение средств на приобретении техники аграрный сектор рос и стал технически доминирующим в сельскохозяйственной деятельности. Кроме того, иракское правительство не преуспело в своих инвестициях в механизацию сельского хозяйства и в поддержке фермеров, выращивающих зерно, особенно с точки зрения увеличения их производства и продуктивности. Последние два десятилетия также были отмечены рядом

препятствий, которые сдерживали широкое использование услуг по механизации сельского хозяйства и привели к тому, что они не смогли выполнить свою роль в увеличении площадей и повышении производства и продуктивности [19].

Таблица 1.3 Количество тракторов и комбайнов в провинции Эс-Сувайра (2018-2024 гг.).

Год	Кол-во тракторов, шт	Кол-во комбайнов, шт.	Площадь, тыс. га	Коэффициенты использования тракторов, га*	Коэффициенты использования комбайнов, га*
2018	531	46	22,3	42	484,8
2019	485	42	28,1	58	669,7
2020	624	54	34,9	56	647,1
2021	600	52	28,8	48	553,8
2022	600	52	27,6	46	530,7
2023	589	51	31,1	53	612
2024	612	53	37,2	61	703,3
Сред	577	50	30,0	52	601

* Коэффициент использования (трактор или комбайн) = Посевная площадь под зерновыми культурами (га) / Количество тракторов или комбайнов [4].

Кроме того, результаты исследования показали, что, хотя услуги по механизации сельского хозяйства уже давно используются в Ираке в качестве основного фактора увеличения сельскохозяйственного производства, количество работающей сельскохозяйственной техники (тракторов, комбайнов) по-прежнему невелико по сравнению с развитыми странами и не способствовало увеличению площадей и среднего производства на душу населения [17]. На рисунке 1.8 показано количество комбайнов и тракторов по годам с 2006 по 2023 год

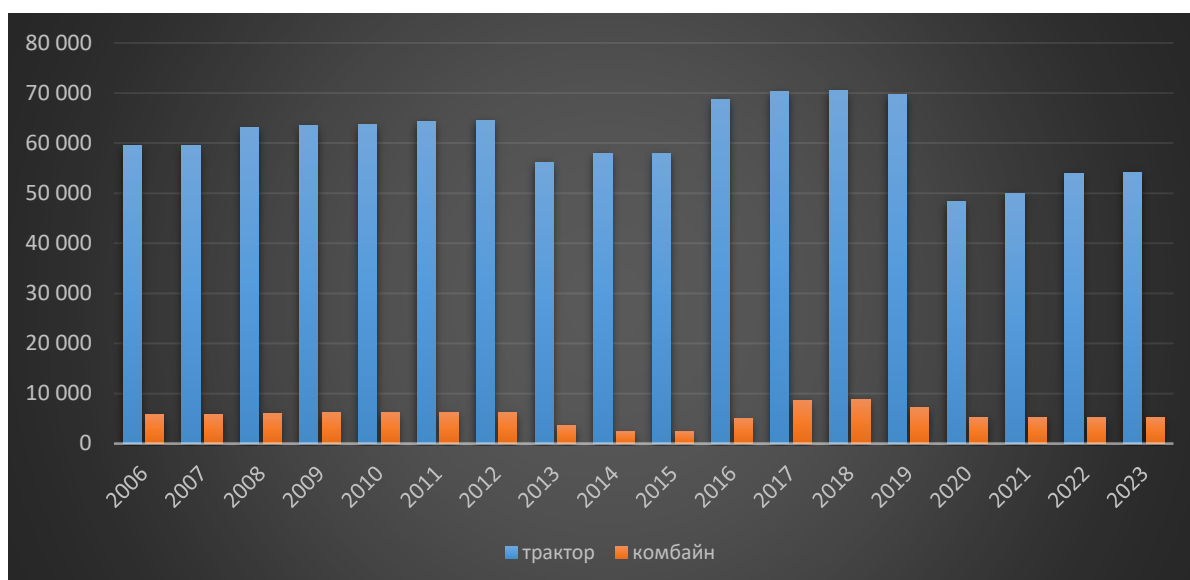


Рисунок 1.8 Количество работающих тракторов и комбайнов (2006–2023 гг.)

Ирак включает в себя три основные части: северную, центральную и южную. В настоящее время услуги техники для сельскохозяйственного сектора можно разделить на:

Тракторный парк

Трактор является основным энергетическим средством для использования сопутствующей техники и оборудования при выполнении механизированных работ [42]. Количество тракторов быстро увеличилось на провинциальном уровне. Около 80% действующих тракторов сосредоточено в Ниневии, Киркуке, Салахаддине, Дияле, Анбаре, Багдаде и Бабиле (Таблица 1.4).

По состоянию на 2023 год общее количество сельскохозяйственных тракторов в 15 провинциях Ирака составляло 57 087 единиц. Как показано на рисунке 1.9. Из этого числа 88% (50 018 тракторов) были в рабочем состоянии, а остальные 12% (7 069 тракторов) не работали [19].

Наибольшее количество тракторов было в Салахаддине с 8 400 тракторами 14,7%, тогда как Басра заняла самое низкое место с 145 тракторами 0,25%. В таблице 1.4 и на рисунке 1.9 представлены доли тракторов в каждой провинции по состоянию на 2023 год [19].

Таблица 1.4 Количество тракторов в провинциях Ирака
(Министерство сельского хозяйства Ирака, 2023 г.)

No.	Иракская провинция	Количество тракторов, шт.		Всего тракторов, шт.	Процент, %
		Работающие	Нерабочие		
1.	Ниневия	7579	716	8295	14,53
2.	Киркук	5194	435	5629	9,86
3.	Дияла	6118	1377	7495	13,13
4.	Салахаддин	7148	1252	8400	14,71
5.	Анбар	3485	1000	4485	7,86
6.	Багдад	5119	545	5664	9,92
7.	Васит	2968	200	3168	5,55
8.	Бабиль	4952	720	5672	9,94
9.	Кербела	322	43	365	0,64
10.	Аль-Наджаф	3108	70	3178	5,57
11.	Альдивания	2073	164	2237	3,92
12.	Альмутанна	264	59	323	0,57
13.	Ди Кар	493	171	664	1,16
14.	Майсан	1094	273	1367	2,39
15.	Басра	101	44	145	0,25
Всего		50018	7069	57087	100%
Процент (%)		(88%)	(12%)	(100%)	

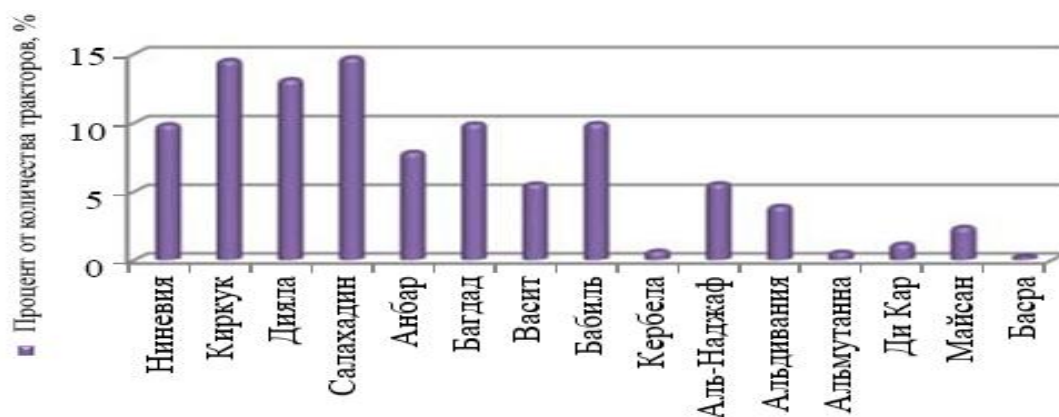


Рисунок 1.9 Схема процент тракторов по провинциям (2023 г.)

Таблица 1.5 поясняет количество предоставленных сельскохозяйственных тракторов в зависимости от источника снабжения в стране. Общее количество тракторов, предоставленных правительством Ирака, составляет 7809 с

соотношением 14%, а общее количество тракторов, предоставленных на местных рынках, составляет 49278 с соотношением 86% Как показано на рисунке 1.10 [17].

Таблица 1.5 Количество тракторов по источникам предоставления
по провинциям (2023 г.)

№	Иракская провинция	Всего тракторов, шт	Кол- тракторов, предоставленных правительством, шт	Кол- тракторов, представленных на рынке, шт
1.	Ниневия	8295	1663	6632
2.	Киркук	5629	955	4674
3.	Дияла	7495	2026	5469
4.	Салахаддин	8400	887	7513
5.	Анбар	4485	198	4287
6.	Багдад	5664	413	5251
7.	Васит	3168	452	2716
8.	Бабиль	5672	425	5247
9.	Кербела	365	89	276
10.	Аль-Наджаф	3178	331	2847
11.	Альдивания	2237	177	2060
12.	Альмутанна	323	48	275
13.	Ди Кар	664	60	604
14.	Майсан	1367	56	1311
15.	Басра	145	29	116
Всего, (%)		57087	7809	49278
			14%	86%

Парк комбайнов

Внедрение зерноуборочных комбайнов в Ираке стало технической революцией для сельских респондентов. Зерноуборочные комбайны обеспечивают значительную экономию времени и менее обременительны в использовании по сравнению с традиционными примитивными методами уборки урожая, обмолота, веяния и упаковки Как показано в таблице 1.6 [17, 44].

По состоянию на 2023 год общее количество комбайнов в 15 мухафазах Ирака составляло 5666, но только 93% (5270 комбайнов) находились в рабочем состоянии,

Таблица 1.6 Количество комбайнов в каждой провинции (2023)

No.	Иракская провинция	Количество комбайнов, шт		Всего комбайнов, шт	Процент, %
		Работающий	Нерабочий		
1.	Ниневия	1691	101	1792	31,63
2.	Киркук	563	49	612	10,80
3.	Дияла	433	29	462	8,15
4.	Салахаддин	587	86	673	11,88
5.	Анбар	155	18	173	3,05
6.	Багдад	151	15	166	2,93
7.	Васит	400	16	416	7,34
8.	Бабиль	215	-	215	3,79
9.	Кербела	4	2	6	0,11
10.	Аль-Наджаф	450	20	470	8,30
11.	Альдивания	300	7	307	5,42
12.	Альмутанна	17	4	21	0,37
13.	Ди Кар	84	12	96	1,69
14.	Майсан	212	32	244	4,31
15.	Басра	8	5	13	0,23
Всего		5270	396	5666	100%
(%)		(93%)	(7%)	(100%)	

в то время как остальные 7% (396 комбайнов) не эксплуатировались. Как показано в таблице 1.7 [20].

Наибольшее количество комбайнов было в Ниневии с 1792 комбайнами 31,63%, тогда как Басра заняла самое низкое место с 13 комбайнами 0,23%. В таблице 1.6 и на рисунке 1.10 представлены доли комбайнов в каждой провинции по состоянию на 2023 год [42].

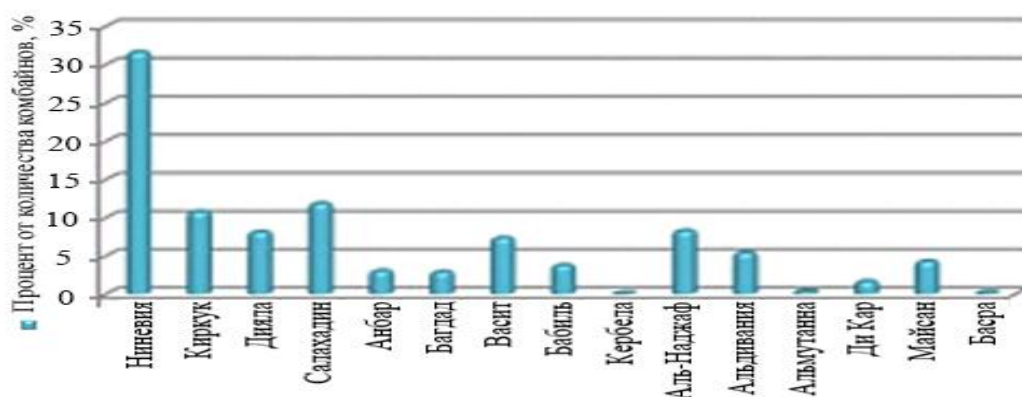


Рисунок 1.10 Процент комбайнов на провинцию (2023 г.).

В таблице 1.7 указано количество предоставленных комбайнов в соответствии с источником предоставления в стране. Общее количество комбайнов, предоставленных иракским правительством, составляет 1025 единиц, что составляет 18%, в то время как общее количество комбайнов, предоставленных местными рынками, составляет 4641 (82%) [47].

Таблица 1.7 Распределение количества комбайнов по провинциям (2023).

№.	Иракская провинция	Всего комбайнов, шт	Количество комбайнов, предоставленных государством, шт	Количество комбайнов, представленных рынком, шт
1.	Ниневия	1792	358	1434
2.	Киркук	612	156	456
3.	Дияла	462	118	344
4.	Салахаддин	673	115	558
5.	Анбар	173	14	159
6.	Багдад	166	32	134
7.	Васит	416	58	358
8.	Бабиль	215	52	163
9.	Кербела	6	2	4
10.	Аль-Наджаф	470	34	436
11.	Альдивания	307	37	270
12.	Альмутанна	21	-	21
13.	Ди Кар	96	12	84
14.	Майсан	244	31	213
15.	Басра	13	6	7
	Всего	5666	1025	4641
	(%)	100	18	82

Что касается сельскохозяйственных услуг, то большинство мелких фермеров, занимающихся выращиванием зерновых культур и обрабатывающие менее трех гектаров земли, не могли использовать сельскохозяйственную технику, импортированную правительством Ирака, по следующим причинам [16, 18]:

а) небольшой размер фермы: машины экономичны и эффективны при использовании на крупных фермах. При использовании на небольших фермерских участках стоимость эксплуатации этих машин относительно высока [38];

б) недостаток запчастей: небольшие фермы в Ираке часто страдают от нехватки запчастей к машинам, проблем с машинами, непригодными для

сельскохозяйственных условий работы и нехватки электроэнергии. Большинство сельскохозяйственных машин импортировалось из других стран по высокой цене, как и в случае с запчастями [41];

с) ограниченные знания фермеров и местных поставщиков услуг не готовых в конечном итоге к проведению сервисных работ. Эксплуатация и ремонт импортной сельскохозяйственной техники требуют специальных знаний, Апрель 2003 года ознаменовался важной датой, когда частный сектор начал обслуживать фермеров из Южного и центрального Ирака исключительно на платной основе после окончания экономической блокады, введенной против Ирака [45].

1.4. Анализ технологии выращивания зерновых в Ираке

Зерно считается стратегической культурой в Ираке, и к 2023 году его площадь достигла 54% от общей площади сельскохозяйственных угодий, и оно считается основным продуктом питания для большей части населения, и фермеры стремятся использовать новейшие технологии для достижения наивысшего процента производства и наименьшего процента потерь, несмотря на такой интерес к этому продукту. область[9,46, 47], но она по-прежнему страдает от серьезных проблем, которые приводят к значительным потерям зерна из-за геополитической ситуации и пренебрежения правительства в течение длительного времени, и технологию выращивания зерна можно проанализировать (Рис 1.11).

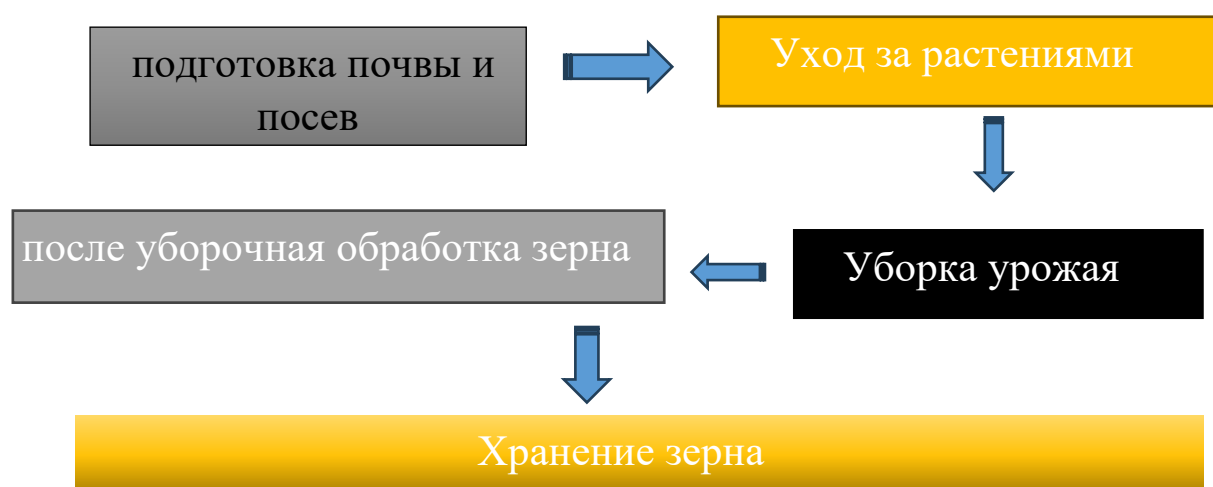


Рисунок 1.11 Технологии выращивания зерновых в Ираке

Этапы технологии выращивания зерновых в Ираке, начиная с основной подготовки почвы, посева и заканчивая хранением зерна после завершения уборочных работ будут подробно рассмотрены в данном разделе.

Подготовка почвы и посев:

После завершения основных этапов основной подготовки почвы (таких как внесение удобрений, вспашка) начинается предпосевная подготовка почвы и посев. Качественное выполнение указанных операций являются неотъемлемой частью обеспечения успеха процесса при возделывании пшеницы [48]:

1. Выравнивание: после вспашки поверхность земли необходимо очистить и выровнять, чтобы убедиться в отсутствии комков или больших ям в почве. Для измельчения крупных комков почвы можно использовать дисковые бороны или комбинированные почвообрабатывающие агрегаты.

Выравнивание: важно хорошо выровнять почву, чтобы обеспечить равномерное распределение влаги при поливе и избежать скопления воды на определенных участках. Этот шаг способствует созданию оптимальных условий для роста семян. С этой целью используется планировщик.

2. Предпосевная обработка почвы:

В некоторых случаях может потребоваться добавление некоторых веществ для регулирования кислотности почвы (например, извести для снижения кислотности) или органических удобрений для улучшения структурного строения почвы[49].

Если почва тяжелая или глинистая, можно добавить песок, чтобы увеличить проницаемость и предотвратить чрезмерное сцепление, что поможет обеспечить достаточное пространство для свободного роста корней.

3. Проверьте всхожесть семян перед посадкой :

Можно проверить процент всхожести семян, чтобы убедиться, что они смогут прорасти с хорошей скоростью. Это можно проверить, поместив небольшое количество семян во влажную и умеренно теплую среду, чтобы увидеть, насколько

хорошо они прорастут. На практике проверяют наличие сертификата качества семян [50].

4. Обработка семян (химически обработанные семена):

Семена можно обработать фунгицидами (например, противогрибковыми препаратами), чтобы снизить риск таких заболеваний, как ржавчина или фузариоз. Также можно использовать стимуляторы роста, которые помогут семенам прорасти быстрее и эффективнее [51]. Это выполняет поставщик семян по заказу.

5. Посев семян - это процесс распределение семян в соответствии со схемой посева (между строчками 15 см) и на заданную глубину (3-5 см). Используют рядовые сеялки с 18 или 24 высевальными аппаратами катушечного типа. Норма высева 140 кг на 1 га, обеспечивая плотность посева 44 штук/м², что обеспечивает оптимальную освещенность [52]. Типовые сеялки, используемых в Ираке показана на рис. 1.12.



Рисунок 1.12 Типовые сеялки, используемые в Ираке

Семена не должны располагаться слишком близко к поверхности земли, так как жара и засуха могут повлиять на их всхожесть, но в то же время следует избегать заделки их слишком глубоко, чем это необходимо [53, 54].

После посадки следует тщательно контролировать стадии роста пшеницы. В случае возникновения каких-либо проблем с растением, таких как распространение болезней или вредителей, необходимо своевременно принимать меры с

использованием соответствующих пестицидов. Также следует обратить внимание на сорняки, которые могут повлиять на рост пшеницы. Для этого можно использовать подходящие прополочные машины или химические пестициды .

Уход за растениями: Что касается ухода за растением после посадки, то он включает в себя следующие операции: :

1. Полив: Пшеница - довольно засухоустойчивое растение, но ей необходим регулярный полив, Полив проводится поэтапно с учетом фаз развития. Для прорастания семян нужна влага. Если дождей не будет более 20 дней с момента посева, проводится полив

Полив после появления всходов, примерно через 21 день после посадки, необходимо поддерживать начало роста корневой системы и кущение.

Орошение на стадии кущение: на этом этапе потребность растений в воде возрастает, и для поддержания продуктивности необходимо избегать острой нехватки воды.

Орошение в фазу цветения: потребность пшеницы в воде достигает своего пика в этот период, и это считается очень важным этапом.

Орошение в фазу формирования зерна: это последнее орошение очень важно для повышения твердости и массы зерна, что приводит к увеличению урожая.

В засушливых районах лучше использовать современные методы орошения, такие как капельное орошение, чтобы сократить потери воды и повысить эффективность орошения

2. Внесение удобрений: Потребность в удобрениях для пшеницы в Ираке зависит от региона выращивания и сорта, поскольку количество и дозировка удобрений различаются. Суперфосфат вносился во время выращивания, а азот вносился порциями в разные периоды вегетации.

Виды и количество удобрений:

- суперфосфат (фосфор) вносили при посеве;
- сульфат аммония (азот) вносили порциями на разных стадиях роста: первая порция при посадке; вторая порция добавлена примерно через месяц после

прорастания, на стадии цветения; третья (последняя) порция добавлена в начале формирования колосков.

3. Борьба с вредителями и болезнями. Основной вид грибкового заболевания – септориоз. Симптомы проявляются в виде отдельных пустул желтого цвета, которые имеют порошкообразный вид, расположенных продольными рядами вдоль оси листа и параллельно друг другу, и инфекция появилась на листьях, влагалищах и шишках на шипах, а в конце сезона и при повышении температуры желтая окраска переходит в желтую. черновато-коричневый цвет.

Это заболевание может привести к полной потере урожая, если не провести правильную обработку.

Были использованы лечебные фунгициды, которые относятся к семейству триазолов или стробилуриновых, и грибок был уничтожен.

-Уборка урожая: Уборка пшеницы требует определенной подготовки и тщательного ухода, чтобы обеспечить хороший и высококачественный урожай. Вот наиболее важные этапы уборки пшеницы:

1. Идеальное время сбора урожая: Правильное время - самый важный фактор для получения хорошего урожая. Сбор урожая следует производить, когда зерна полностью созреют, чтобы колосья стали сухими, а зерна - твердыми. Если сбор урожая провести рано, зерна могут оказаться незрелыми и не полностью созревшими, что приведет к снижению урожайности и качества зерна. Уборка начинается при достижении влажности зерна менее 14%, чтобы избежать повреждения или гниения при хранении[57].

2. Проверка зерна перед сбором урожая: Перед сбором урожая зерно необходимо проверить на полную спелость. Это можно проверить, зажав крупинку зерна между ногтями; если зернышко твердое и с трудом поддается отжиму, это означает, что зерно созрело и должна начинаться уборка[58]

3. Способы сбора урожая. Традиционная технология уборки с использованием комбайнов типа NewHolland начинался в конце мая. Работа проводится индивидуально на каждом поле. При заполнении бункера комбайн

перемещался к краю поля для разгрузки в кузов автомобиля, а затем возвращался на поле). После завершения сбора урожая комбайн переезжает на соседние поля(рис. 1.13).



Рисунок 1.13 Комбайн типа New Holland, используемый для уборки урожая.

Послеуборочная обработка зерна. После сбора урожая пшеницы начинается важный этап послеуборочной обработки зерна (или то, что известно как "послеуборочная обработка"). Этот процесс направлен на сохранение качества зерна, увеличение срока хранения, повышение качества хранения и последующего использования. Ниже перечислены основные этапы такой обработки. Зерно необходимо очистить от таких примесей, как сорняки, камни, пыль или насекомые [59, 60, 61]. Это можно сделать с помощью некоторых современных зерноочистительных установок, расположенных в Ираке (рис. 1.14).



Рисунок 1.14 Завод по очистке зерна в Васите

Хранение зерна. Хранение зерна пшеницы после сбора урожая является важной частью процесса сельскохозяйственного производства, поскольку это помогает надолго сохранить качество зерна и предотвращает его порчу, воздействие вредителей или влаги. Зерно хранится в металлических силосах общей вместимостью 50 000 тонн в городе, который находится в 38,6 км от места уборки. Другая часть урожая перевозится автомобилями на элеватор, который находится в 72 км.

1.5. Методы и средства хранения зерна пшеницы в Ираке

Хранение зерна - это одно из направлений деятельности центральной инфраструктуры, которое тесно связано с продовольственной безопасностью, особенно в отношении зерновых культур, поскольку включает в себя силосы и зернохранилища (пшеница, ячмень, рис) На рисунке 1.15 показан действующий в настоящее время рабочий механизм в Ираке. Цель плана состоит в том, чтобы обеспечить стратегическое хранение зерна в объеме, достаточном как минимум на шесть месяцев, при анализе реальной ситуации в секторе хранения в течение срока действия сельскохозяйственного плана, возможностей хранения зерна местного производства в больших количествах, поскольку количество элеваторов и зернохранилищ в провинциях В Ираке находится 87 государственных

силосохранилищ, общая вместимость которых составляет (1684000) тонн, а также количество подвесных силосохранилищ[17], из которых 15 силосохранилищ общей вместимостью 694000 тонн.

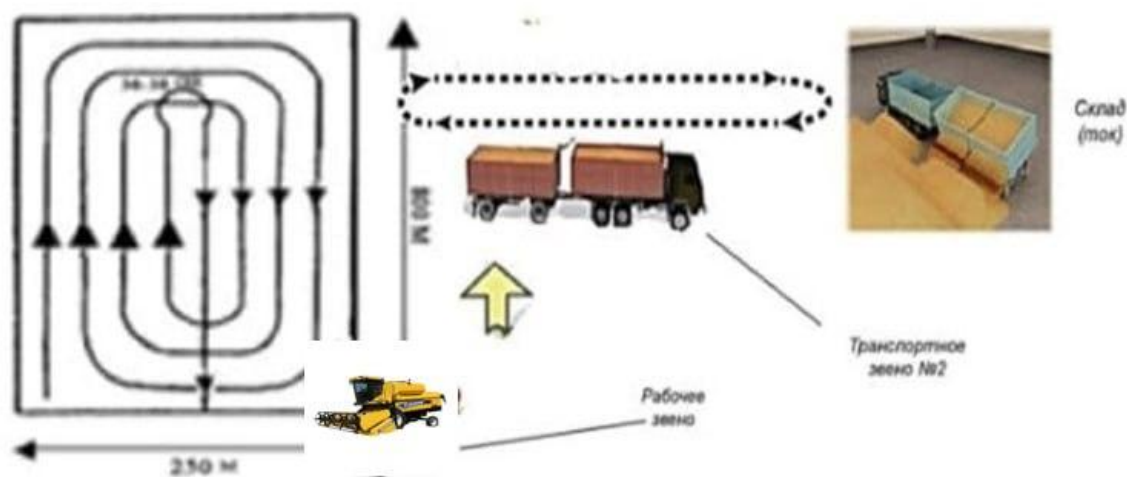


Рисунок 1.15 Традиционный метод сбора урожая и его приемка на элеваторе

Как показано в таблице 1.8, дефицит мощностей для обеспечения стратегического хранения в течение шести месяцев составляет 54%, а в течение маркетингового сезона 2023 года дефицит достиг 119%. Это вынудило крестьян хранить зерно в частных элеваторах и платить большие суммы за хранение зерна в течение определенного срока хранения[17].

Таблица 1.8 Объемы складских помещений в провинциях Ирака(2023 г.)

Провинции	Посевная площадь урожая пшеницы, тыс. га			Объем производства, тыс тонн	Вместимость силоса для хранения, тыс. тонн	Нехватка складских мощностей, тыс. тонн
	Общая площадь	Убранная площадь	Пораженная площадь от засухи			
Ниневия	922,4	239,8	682,6	707,3	190	517,3
Киркук	170,3	111,2	59,1	327,1	120	207,1
Дияла	154,3	151,2	3,1	405,5	60	345,5
Анбар	70,2	65,8	4,3	198,9	100	98,9
Багдад	38,6	38,6	0	207,7	60	147,7

Бабиль	75,8	75,7	0,01	238,7	140	98,7
Кербела	18,4	18,2	0,16	61,8	30	31,8
Васит	171,4	170,8	0,57	579,1	150	429,1
Салахаддин	184,7	166,8	17,9	425,5	104	321,5
Альнаджаф	52,4	52,0	0,4	110,5	60	50,5
Альдивания	110,4	110,4	0	296,1	90	206,1
Альмутанна	65,2	59,4	5,7	128,2	60	68,2
Ди Кар	82,5	82,5	0	282,9	282,9	0
Майсан	65,8	65,6	0,19	269,6	150	119,6
Басра	10,8	10,8	0	181,2	30	151,2
Всео	2193,2	1418,8	773,9	4420,7	1684	2736,7

Чтобы компенсировать острую нехватку элеваторов для хранения, урожай перевозится в соседние провинции, например, излишки в провинции Васит передаются на элеваторы в провинции Ди-Кар, которая находится в 72 км, а остальной урожай хранится на открытых складах, которые временно подготовлены для этой цели (1.16).



Рисунок 1.16 Хранение зерна на открытых площадках в Ираке.

Из-за колебаний объемов производства в Ираке существует реальная проблема с местами хранения зерна, что вынуждает правительство прибегать к

временным местам хранения, но эти временные места не считаются радикальным решением проблемы хранения зерна, поскольку они вызывают множество проблем, в том числе :

1. Подверженность загрязнению: открытые силосы подвержены загрязнению окружающей среды, такому как пыль, дождь и насекомые, которые могут загрязнять хранящиеся материалы. Особенно, если силосы предназначены для хранения зерновых или продуктов питания [62,63].

2. Климатические колебания: открытые силосы не обеспечивают надлежащей защиты от климатических изменений, таких как проливные дожди или сильные ветры, которые могут привести к повреждению хранящихся материалов, например, к гниению или порче.

3. Отходы и утечки: из-за отсутствия герметичной крыши или барьеров для защиты от протечек может произойти утечка влаги или воды, что увеличивает вероятность повреждения хранящихся материалов [64].

4. Вредители и животные: в открытые бункеры могут проникать животные, такие как грызуны или птицы, что может привести к повреждению или загрязнению хранящихся материалов.

5. Нерациональное использование пространства: из-за отсутствия хорошей организации или стабильной внутренней структуры может быть трудно эффективно управлять пространством, что приводит к нерациональному использованию имеющегося пространства.

6. Безопасность: открытые бункеры более подвержены кражам или несанкционированному вскрытию по сравнению с закрытыми [65].

7. Сохранение качества: в случае хранения таких материалов, как зерно или пищевые продукты, открытые силосы могут не обеспечивать идеальных условий для поддержания их качества, что приводит к изменению вкуса или питательной ценности [66, 67, 68].

По этим причинам правительство стремится создать множество современных элеваторов вместимостью до 60 тысяч тонн с целью восполнения нехватки мест для

хранения, но стоимость их строительства очень высока, достигая миллионов долларов, в дополнение к длительному времени, необходимому для их возведения, поскольку оно занимает несколько лет назад именно это побудило нас задуматься о современных международных методах хранения, используемых в России, Китае и Аргентине – хранение в полиэтиленовых рукавах на выбранных площадках [69, 70, 71, 72].

1.6. Современные методы хранения зерна

В странах мира используется несколько методов хранения зерна, в том числе метод хранения в больших обычных цементных элеваторах, с вентиляционным оборудованием, механической загрузкой и разгрузкой, а также для снижения потерь при хранении, поскольку степень влажности зерна регулярно контролируется как один из важнейших факторов, влияющих на качество зерна. свойства зерна после хранения [73, 74, 75]. Элеваторы обладают многими преимуществами, включая бесперебойную работу: внутренняя поверхность имеет геометрическую форму, позволяющую зерну легко проникать внутрь, возможность вентиляции и испарения конденсата, длительный срок службы, теплоизоляцию, которая помогает сохранить зерно в хорошем состоянии в течение длительного времени, огнестойкость [76, 77]. Но его недостатками являются высокая стоимость и длительное время строительства, высокие нагрузки на опалубку, кроме того, достаточно высоки затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание [78, 79].

Полиэтиленовые рукава - это система хранения зерна, изготовленная из пластиковых гранул в виде трубки переменной длины и диаметра, обычно белой снаружи и черной внутри, для хранения различных зерен и их остатков в течение длительного периода времени - от нескольких недель до нескольких месяцев, вплоть до полутора лет. как срок хранения [80, 81, 82, 83]. Использование силосных мешков для хранения сухого зерна основано на практике их использования для анаэробного хранения измельченных кормов. Работа над этой технологией началась в середине девяностых годов прошлого века. Эта технология использовалась при

фасовке и разгрузке зерна простыми методами, пока не получила развитие и не стала одним из наиболее важных методов хранения во всем мире. Эта система состоит из нескольких технологических элементов: мобильные бункеры-перегрузчики зерна, специальные машины для загрузки и разгрузки зерна (рис.1.17).



Рис. 1.17 Машина для загрузки зерна в полиэтиленовые рукава

Многие компании, специализирующиеся в сельскохозяйственном машиностроении разработали и производят широкую гамму моделей прицепов-перегрузчиков зерна номинальной грузоподъемностью от 7,2 до 45,2 т (объемом от 9 до 54,3 м³). Линейка загрузочных машин представлена 5 моделями производительностью от 100 до 700 т/час, разгрузочные машины представлены 6 моделями производительностью от 160 до 300 т/час. В приведенных работах рассмотрены вопросы сохранности зерна, режимы и сроки хранения [84, 85, 86].

Следует отметить, что отсутствуют публикации по оптимизации поточной уборки зерна при хранении в полиэтиленовых рукавах в Ираке, но есть некоторые исследования этой технологии в соседних с Ираком странах, таких как Египет, где погода похожа на погоду в Ираке. В проведенном исследовании десять горизонтальных пластиковых бункеров вместимостью 200 тонн были установлены на складе пшеницы на севере Египта (31°22"Северной широты –31°34"Восточной долготы), как показано на рисунке. Диаметр рукава - 2,74 м, и длина 60 м.Толщина

полиамидной пленки составляла 230 микрон. Внешний слой тестируемых бункеров был белого цвета, чтобы отражать ультрафиолетовое излучение, вызывающее нагрев зерна, а внутренний слой был черного цвета, чтобы предотвратить попадание света на хранящееся зерно.

Период хранения начался с июня 2020 года по январь 2021 года. В процессе тестирования ежемесячно отбирались три образца в разных местах по длине каждого бункера (спереди, посередине и в конце бункера). Также были взяты три подвыборки из каждого места на разной глубине (А-верхняя часть = глубина 0,2 м, В-средняя часть = глубина 1,37 м и С-нижняя часть = глубина 2,54 м). Для измерения содержания влаги и веса отбирали тысячу зерен (таблица 1.9).

Таблица 1.9 Содержание влаги (%) и масса тысячи зерен (г) в течение срока хранения (2020-2021)

Срок хранения, месяц	Содержание влаги в зерне, %			Масса 1000 зерен, г		
	А*	Б	В	А	Б	В
Июнь	11:86 ± 0:43	11:91 ± 0:43	11:90 ± 0:43	40:51 ± 0:93	40:65 ± 0:94	40:66 ± 0:91
Июль	11:83 ± 0:41	11:89 ± 0:43	11:86 ± 0:42	40:39 ± 0:79	40:64 ± 0:93	40:52 ± 0:79
Август.	11:85 ± 0:42	11:86 ± 0:44	11:90 ± 0:43	40:50 ± 0:94	40:65 ± 0:92	40:67 ± 0:91
сентябрь.	11:96 ± 0:46	11:88 ± 0:42	11:88 ± 0:41	40:48 ± 0:85	40:65 ± 0:93	40:64 ± 0:89
октябрь.	11:96 ± 0:47	11:89 ± 0:42	11:89 ± 0:43	40:51 ± 0:92	40:65 ± 0:96	40:65 ± 0:89
Ноябрь.	11:87 ± 0:43	11:92 ± 0:42	11:90 ± 0:43	40:54 ± 0:94	40:67 ± 0:96	40:66 ± 0:89
декабрь.	12:02 ± 0:43	12:02 ± 0:42	12:00 ± 0:44	40:80 ± 0:89	40:91 ± 0:93	40:81 ± 0:89
Январь.	12:08 ± 0:43	12:13 ± 0:44	12:09 ± 0:44	40:92 ± 0:92	41:00 ± 0:94	40:93 ± 0:92

* А - Образцы отбираются на глубине 20 см; Б - Образцы на глубине 152 см, и В - Образцы на глубине 254 см.

Результаты показали, что качество хранимой пшеницы сохранялось без каких-либо существенных различий в течение срока хранения с точки зрения массы 1000 зерен, влажности зерна и количества осыпающихся зерен, в то время как содержание белка и твердость зерен незначительно изменились, снизившись на 5,5% и 4,6% в конце срока хранения точка. Статистически значимых различий в местах отбора проб по всей длине силосов для хранения обнаружено не было, что подтверждает однородность внутренних условий исследуемого силоса[87,88,89].

Эксперимент был проведен в Египте специализированными исследователями из Научно-исследовательского института сельскохозяйственной инженерии, Центра сельскохозяйственных исследований, г. Гиза, Египет, оценки результатов использования десяти горизонтальных пластиковых силосов. производительность одного силоса составляет 200 тонн, что считается одним из важных и вдохновляющих результатов для исследователей, стремящихся внедрить технологию хранения в полиэтиленовых рукавах в Ираке., из-за сходства уровней температуры и влажности, а также даты посева пшеницы и сбора урожая в двух странах (рис. 1.18) из-за сходства уровней температуры и влажности, а также даты посева пшеницы и сбора урожая в двух странах, что считается одним из важных и вдохновляющих результатов для исследователей, стремящихся внедрить технологию хранения в полиэтиленовых рукавах в Ираке. Аналогичные эксперименты также проводились в странах с относительно отличающимися от погоды в Ираке температурами, такими как Россия, которые достигают -30, где хранилась пшеница, а также для хранения кормов, измерялся уровень газов и влажности, вес 1000 зерен (их уровни были в норме), заключаем мы что технология хранения зерна в полиэтиленовых рукавах подходит для разных условий в разных странах [90,91,92,93,94].



Рис. 1.18 Один из экспериментов, проведенных в Египте.

Нормы естественной убыли, утвержденные МСХ РФ от 23.01.04 г. №55, предусматривают предельно допустимые потери при хранении зерна пшеницы в

течение шести месяцев в элеваторах, в складах насыпью и в таре соответственно: 0,055; 0,09 и 0,06%. На приспособленных для хранения площадках потери не должны превышать 0,16%. Способ хранения продовольственного и семенного зерна озимой пшеницы без доступа воздуха в полиэтиленовых рукавах испытывали в ОАО «Урожайное» Новоалександровского района Ставропольского края. Испытания были завершены в марте 2006 г. Изучается зерно, хранящееся в 40 полиэтиленовых рукавах общим весом 7840 тонн.

При погрузке в полиэтиленовые рукава и в период хранения определяют влажность, температуру, натуру зерна, стекловидность, количество и качество сырой клейковины, изменение качественного и количественного состава внутренней микрофлоры зерна. Выемки зерна из рукавов для анализов производят с помощью пробоотборника, затем тщательно заклеивают отверстия специальным скотчем. В начале периода хранения контроль за качеством зерна осуществляли через 10...15 дней со дня упаковки контейнера, убедившись в прохождении нормального процесса хранения, отбор проб сократили до одного раза в месяц. Площадку для размещения рукавов подготавливают на поле, расположенном рядом с током и асфальтированной дорогой.

Поле после уборки озимой пшеницы лушат, обрабатывают гербицидами сплошного действия, выравнивают грейдером и прикатывают водоналивными катками. Расстояние между рукавами соответствует ширине одного прохода трактора МТЗ-80 с бункером-накопителем ДОН-20. На площадке хранят 81 контейнер, средняя масса одного рукава с зерном - 196 тонн. Загрузку зерна в контейнеры осуществляют с помощью специальной машины. После загрузки зерна конец рукава сворачивают так, чтобы воздух и атмосферные осадки не могли проникнуть внутрь и потом его засыпают землей. Рукава изготавливают из многослойной полиэтиленовой пленки толщиной 250 микрон. Длина рукава - 60 м, ширина днища при заполнении зерном - 4 м, высота в верхней точке заполненного контейнера - 1,6 м. Вместимость - до 200 т зерна пшеницы.

Известно, что одним из важных факторов сохранности зерна является его влажность. Ощутимое повышение интенсивности дыхания зерна пшеницы проявляется при влажности 14,6%. Исходя из этого при закладке зерна В полиэтиленовых рукавов преследуют цель, чтобы влажность зерна была не более 14%. Климатические условия во время уборки озимой пшеницы в 2005 году способствовали получению зерна с влажностью 10-14%, тем самым это позволило избежать процесса досушивания (таб1.10).

Таблица 1.10 Влажность зерна озимой пшеницы при закладке в полиэтиленовые рукава на хранение

Влажность зерна, %	10,4-11,0	11,2-12,0	12,1-13,0	13,1-13,7
Масса, т	588	3528	3332	392
В % к общей массе	7,5	45,0	42,5	5,0

Таким образом, все зерно пшеницы, помещенное на хранение В полиэтиленовых рукавов, имело влажность ниже стандартной - 14%, что явилось надежным основанием его сохранности.

Таблица1.11 Температура зерна озимой пшеницы при закладке на хранение в полиэтиленовые контейнеры

Температура зерна, С°	27,0-28,0	28,1-29,0	29,1-30,0	30,1-33,0
Влажность зерна в среднем, %	12,0	12,1	12,2	11,9
Масса зерна, т	1764	2352	1764	1960
В % к общей массе	22,5	30,0	22,5	25,0

Второй важный фактор при хранении зерна - его температура. Ввиду высокой температуры воздуха при уборке пшеницы (до 40°С) [95,96], температура закладываемого зерна также была очень высокой (таб1.11).

1.7. Анализ автономной и поточной уборки пшеницы

Пшеница — одна из древнейших зерновых культур, которая была одомашнена человеком более десяти тысяч лет назад в регионе Плодородного Полумесяца (территория между Месопотамией и рекой Нил), а затем распространилась и стала основным продуктом питания для более чем половины населения земного шара. Сегодня её выращивание занимает более 220 миллионов гектаров по всему миру, а годовое производство составляет около 780 миллионов тонн. поскольку ошибки в сроках или методах могут привести к значительным потерям — до 15–20% урожая[97,98,99]. В Ираке пшеницу сеют только один раз, озимую, поскольку ее сеют в конце ноября, а сезон сбора урожая начинается в начале мая, поскольку разница в температурах и рельефе от Северного до южного Ирака влияет на дату начала и окончания сельскохозяйственного сезона, что касается фазы развития пшеницы (Рис. 1.19), мы обнаружили, что стадия созревания в лучшем случае не превышает 15 дней, что приводит к высокому уровню потерь при использовании традиционных методов сбора урожая [100].

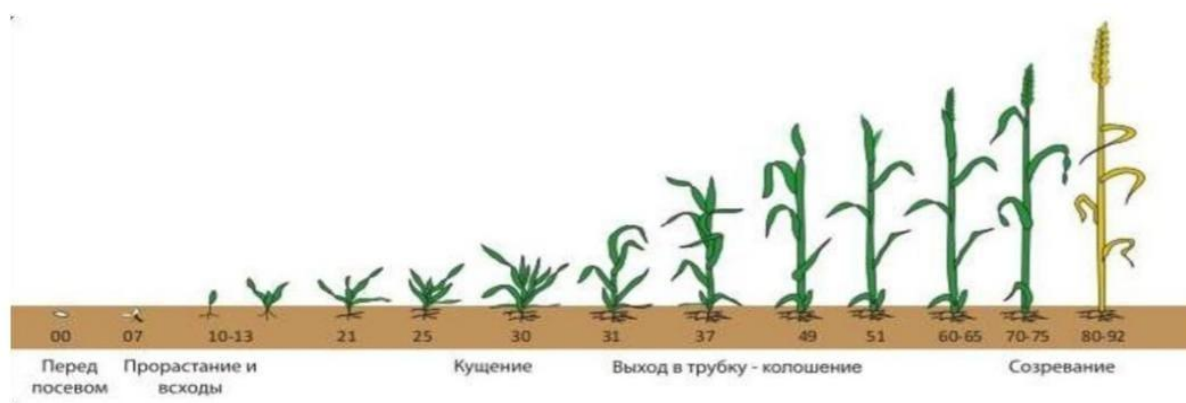


Рис. 1.19 Фазы развития пшеницы В Ираке

Оптимизация производительности комбайнов при сжатых сроках достигается за счет увеличения время чистой работы , оптимизации маршрутов и синхронизации работы с другими машинами, а также за счет выбора комбайна с высокой пропускной способностью.

Время чистой работы: Одним из способов повышения эффективности уборки урожая является организация чистого рабочего времени путем определения количества водителей, работающих поочередно на одном комбайне, поскольку работа в Ираке в основном зависит только от одного водителя с комбайном, а работа начинается ранним утром и чередуется с отдыхом, и продолжается до вечера мы отмечаем, что в утренние часы производительность наиболее высока, в то время как днем она снижается из-за высоких температур и расхода энергии водителем, что приводит к высоким потерям в период сбора урожая, Хотя мы отмечаем, что в некоторых странах водители, работающие в качестве помощников на одном и том же комбайне, регулярно поддерживают высокую производительность в течение всего рабочего времени, чтобы снизить процент потерь в период сбора урожая[101].

Синхронизация с другими машинами: Взаимодействие комбайнов с другими машинами, такими как транспортные средства для вывоза урожая, может обеспечить непрерывную работу[102].

Своевременная техническая готовность: Поддержание комбайнов в исправном техническом состоянии и обеспечение наличия запасных частей и квалифицированного персонала позволяют избежать простоев.

Здесь выделяется концепция поточного сбора урожая, основанная на совместной и эффективной организации человеческих и механических усилий с целью минимизации потерь и достижения максимальной экономической и социальной отдачи[104].

Подбор культивируемых сортов: Одним из других способов, помогающих повысить эффективность сбора урожая, является использование различных сортов, выращенных в пределах одной географической зоны, поскольку эти сорта характеризуются разницей во времени посева, созревания и цветения, а также во времени созревания, что дает фермерам достаточно времени для сбора урожая зерно поступает с полей с высокой скоростью созревания, а затем начинает созревать на других полях и перемещается на них для завершения процесса уборки

урожая, но одной из проблем, связанных с такой работой в Ираке, является неопытность фермеров, а также их зависимость от определенных сортов, что делает сезон сбора урожая единым в одном географическом районе, что усугубляет проблему потерь.

Уборка урожая является завершающим и одним из наиболее ответственных этапов возделывания сельскохозяйственных культур. От своевременности и эффективности уборочных операций зависит не только величина валового сбора, но и качество зерна, а также экономическая рентабельность хозяйства. Несвоевременная уборка приводит к значительным потерям зерна вследствие осыпания, повреждения птицами, вредителями, а также из-за неблагоприятных погодных условий.

В современных условиях аграрии используют два подхода к организации работы зерноуборочных комбайнов:

- автономная уборка – эксплуатация одного комбайна на каждом поле;
- поточная уборка – организация работы одновременно группы машин, что характерно для крупных хозяйств, сельскохозяйственных кооперативов и сервисных центров.

Автономная уборка обеспечивает персонализацию владельца земли и гибкость в планировании, но ведёт к затягиванию сроков из-за больших потерь времени на переезды и низкой производительности комбайна. Групповая работа комбайнов в сочетании с бункерами-перегрузчиками зерна обеспечивают максимальную производительность за счет простоев и технологических перездов, что позволяет сократить сроки и существенно уменьшить потери, но требует дополнительных координационных усилий и совместного планирования.

Результаты исследования показывают, что поточная уборка позволяет сократить сроки завершения уборочной кампании на 60–70%, снизить потери с 6–8% до 2–3%, а также увеличить чистый доход на гектар на 20–30% [98]. Вместе с тем индивидуальная уборка остаётся предпочтительной для малых хозяйств ввиду меньших организационных и координационных издержек.

Сравнительный анализ проводился для двух сценариев уборки (индивидуальная и групповая работа 3-5 комбайнов) на одном массиве. Анализ выполнялся для трёх категорий хозяйств по размеру посевных площадей: малые (10–20 га); средние (50–100 га) и крупные (>200 га).

Для оценки эффективности индивидуальной и коллективной уборки использовались следующие показатели:

- продолжительность уборки (сутки– рассчитана исходя из пропускной способности комбайнов (га/сут);
- производительность (га/час– фактическая площадь, убранная одной машиной в единицу времени ;
- потери урожая (%) – определялись методом поддонов (подставки позади комбайна для подсчёта осыпавшихся зёрен).

Продолжительность сбора и потери урожая. Сравнительный анализ показал, что при индивидуальной уборке (один комбайн) сроки уборки значительно возрастают. На площади в 200 га один комбайн потребует около 40 суток для завершения кампании, что приводит к потерям зерна на уровне 70% [105]. Использование четырёх комбайнов одновременно позволило сократить сроки до 10 суток и снизить потери до 30% (Рис 1.20).

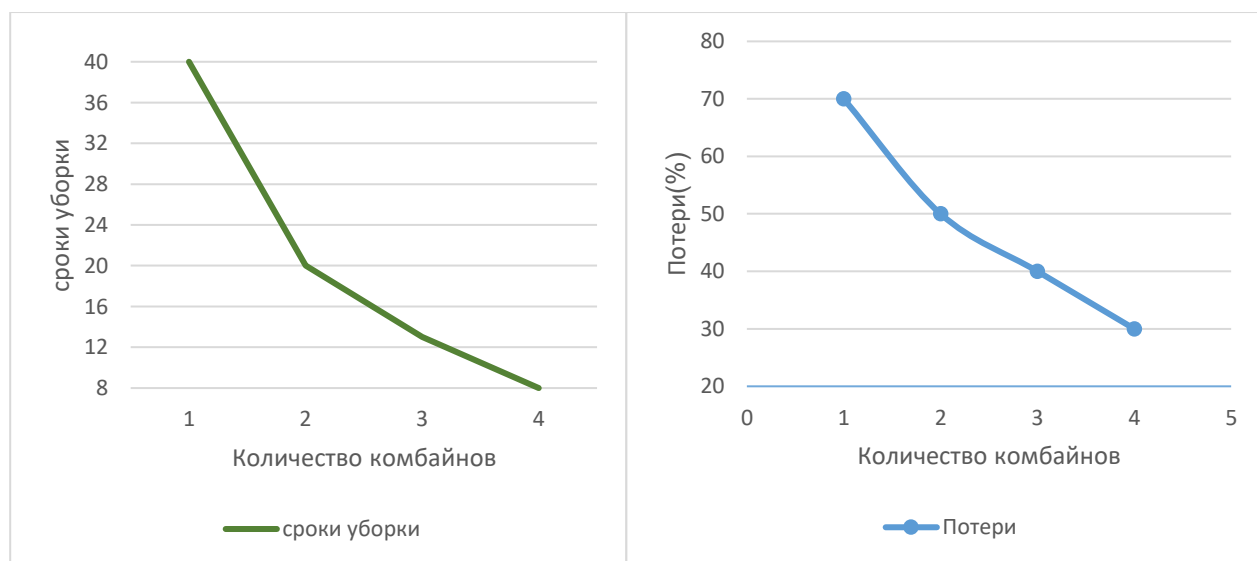


Рисунок 1.20 Связь между количеством комбайнов, сроками уборки и величиной потерь зерна (200 га)

Эксплуатационных затраты. Результаты анализа эксплуатационных расходов показали, что прямая очистка снижает удельные затраты на топливо, рабочую силу и техническое обслуживание. Прямая очистка сократила общие затраты почти на 26%, что особенно важно в условиях высоких цен на топливо и нехватки рабочей силы. Принимая во внимание изменчивость условий сбора урожая и их различия в разных странах [105].

1.8. Процент потерь зерна в Ираке.

Причины потерь пшеницы в Ираке связаны с различными факторами на этапах выращивания, сбора урожая, хранения и сбыта. Основные причины включают[17]:

1. Пожары: Полевые пожары являются одной из главных причин потерь урожая. Они часто происходят из-за небрежности, несчастных случаев или умышленных действий. Проблема усугубляется слабой пожарной инфраструктурой в некоторых регионах.

2. Климатические изменения: Засуха и недостаток осадков приводят к снижению урожайности. Экстремальная жара негативно сказывается на качестве и объеме урожая.

3. Проблемы при сборе урожая: использование устаревшей или неэффективной техники приводит к потерям зерна во время сбора урожая.

Ручной сбор урожая в некоторых районах увеличивает вероятность потерь.

4. Плохое хранение: отсутствие или слабая инфраструктура для хранения зерна приводит к большим потерям. Склады подвержены воздействию влаги или вредителей, что влияет на большие объемы пшеницы.

5. Слабое планирование и управление: недостаточная государственная поддержка сельскохозяйственного сектора. нерациональная организация маркетинга и транспортировки урожая приводит к значительным потерям.

6. Вредители и болезни: распространение насекомых и вредителей, которые поражают урожай до и после сбора. отсутствие своевременных и эффективных мер борьбы с ними.

7. Контрабанда и коррупция: утечка пшеницы на внешние рынки или потери из-за подозрительных сделок административная коррупция в процессах распределения и сбыта.

8. Проблемы с орошением и нехватка воды: снижение уровня рек и сокращение объема воды, выделяемой на орошение. отсутствие современных технологий для рационального использования воды.

9. Безопасность: конфликты в некоторых регионах влияют на поля и фермеров. нестабильная ситуация в сфере безопасности мешает сельскохозяйственным работам.

10. Недостаток технической поддержки: низкий уровень осведомленности фермеров о современных методах выращивания, сбора и хранения отсутствие образовательных программ по улучшению производства и снижению потерь как показано в таблице 1.12.

Для решения этих проблем необходима стратегическая программа, включающая поддержку фермеров, улучшение инфраструктуры и развитие современных методов ведения сельского хозяйства и хранения урожая.

Таблица 1.12 Потери урожая пшеницы в Районе Эс-Сувайра за шесть лет [17].

Год	Климатические причины %,	Плохой урожай, %	Пожары, %	Плохое хранение, %	Вредители и насекомые, %	Плохое планирование %,	Общая потеря, %
2018	3,2	4,8	2,6	3,9	1,4	0,5	16,4
2019	1,6	5,9	2,4	3,4	1,1	0,7	15,1
2020	2,2	4,2	3,1	3,7	2,3	1,9	17,4
2021	3,8	5,3	3,4	4,1	1,8	2,2	20,6
2022	2,9	3,8	2,4	5,3	1,6	1,2	17,2
2023	1,7	4,2	3,7	5,6	1,5	2	18,7

Мы отмечаем, что процент потерь очень высок, до 20% от общего объема производства, а иногда и превышает этот показатель, поэтому мы будем работать

над предоставлением решений, позволяющих снизить потери до минимального процента потерь, как это имеет место в развитых странах, который не превышает 5-6%. в общей сложности пока процент потерь при сборе урожая не превышает 1,5% от общего объема производств [17] .

1.9. Цели и задачи исследования

Цель исследования - повышение эффективности механизированной уборки пшеницы за счет поточной организации уборочного процесса и хранения урожая в полиэтиленовых рукавах.

Для достижения поставленных целей необходимо решить следующие **задачи:**

1. Провести анализ природно-климатических характеристик, технологий производства пшеницы, состава парка тракторов и комбайнов, технологий уборки и хранения пшеницы, используемые в Ираке, и обосновать рекомендации по повышению эффективности технологических процессов.

2. Определить темп наступления наиболее благоприятного момента для уборки и коэффициенты интенсивности биологических потерь и оптимизировать процесс уборки пшеницы в условиях провинции Эс-Сувайра по минимуму потерь: момент начала уборки, суточный темп и продолжительность уборки.

3. Провести хронометражные наблюдения за автономной работой зерноуборочных комбайнов и провести расчетные исследования производительности при групповой работе.

4. Обосновать оптимальный состав уборочно-транспортного комплекса при поточной уборке пшеницы по минимуму эксплуатационных затрат с учетом вероятностных характеристик процесса и снизить простои при загрузке автомобилей во время перевозки зерна на элеваторы в городах: Васит (расстояние перевозки 38,6 км) и Ди Кар (расстояние 72 км) по сравнению с традиционной технологией уборки.

5. Обосновать количество точек размещения временных складов и оптимальный состав уборочно-транспортного комплекса при поточной уборке

пшеницы и хранении зерна в полиэтиленовых рукавах и сравнить с традиционной технологией уборки и автомобильными перевозками зерна на элеватор в городе Ди Кар (расстояние 72 км).

6. Провести технико-экономическую оценку сравниваемых технологий уборки пшеницы в Ираке.

ГЛАВА 2. ОПТИМИЗАЦИЯ СБОРА УРОЖАЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

2.1. Общая схема исследования технологий уборки в условиях Ирака.

На первом этапе проводились расчетно-аналитические исследования по определению организации проведения уборочных работ с целью минимизации суммарных биологических потерь урожая в период до наступления наиболее благоприятного момента для уборки (потери от уборки недозревшего зерна Q_1) и после его наступления (потери отосыпания Q_2) (рис 2.1 [106]).

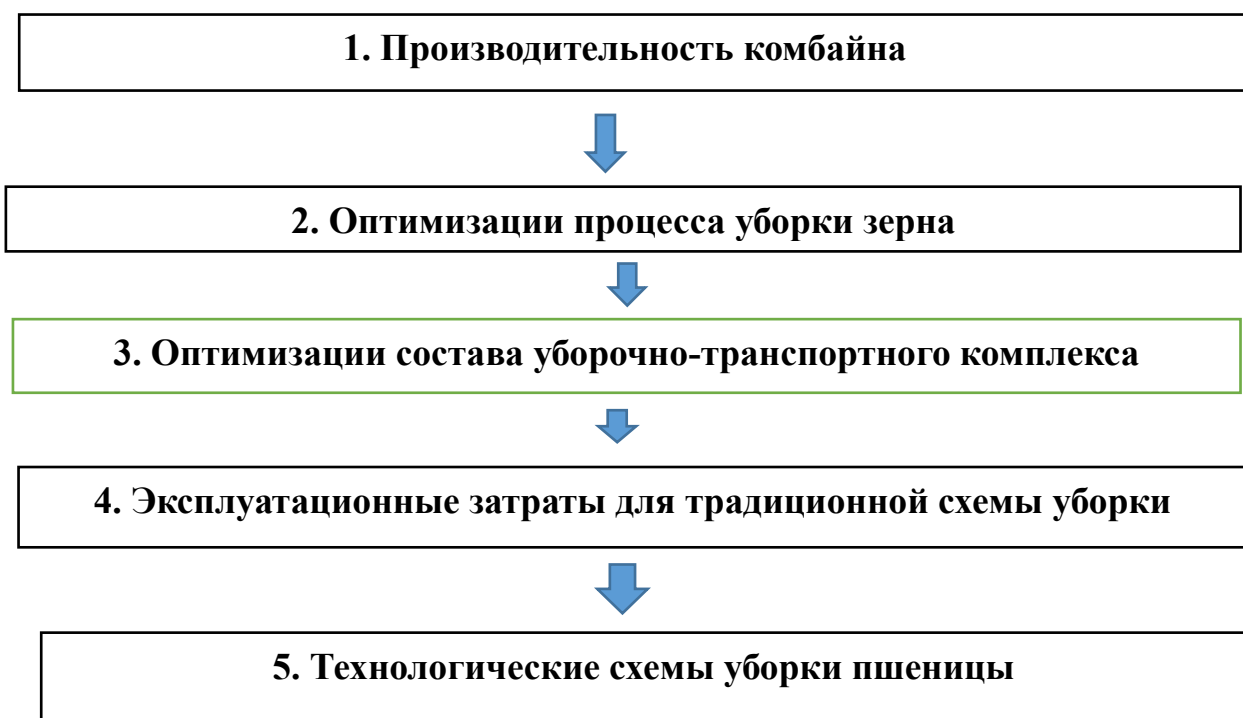


Рисунок 2.1 Схема исследовани технологий уборки

Для этой оптимизационной модели важными характеристиками являются: темп созревания P (га в сутки); интенсивность потерь, продолжительность уборки и суточные темпы механизированной уборки W , который зависит от производительности комбайна, количества комбайнов и времени работы в сутки .

2.2. Производительность комбайна.

Фактическая производительность комбайна: Производительность комбайна в тоннах зерна за 1 ч основного времени, определенная при нормативных характеристиках агрофона, в характерных для зоны условиях уборки по урожайности, соломистости, влажности и отношения зерна к соломе [107].

Расчетную потенциальную производительность комбайна $W_{\text{ч}}$ (га/час) и $W_{\text{ч}}$, (т/час) за час основного времени определим по формуле

$$W_{\text{ч}} = 0,1 B_p \cdot v_p; \quad (2.1) \quad W_U = W_{\text{ч}} \cdot H, \quad (2.2)$$

где:- B_p -рабочая ширина захвата жатки, м ; V_p - рабочая скорость движения уборочной машины (км/час); H - урожайность убираемой сельхозкультуры, т/га.

Рабочая ширина захвата B_p уборочной машины :

$$B_p = B_k \cdot \beta, \quad (2.2)$$

где -: B_k - конструкционная ширина захвата уборочной машины, м; β - коэффициент использования ширины захвата (0,95) [108],

Рабочая скорость зависит от номинальной пропускной способности комбайна, рабочей ширины захвата, урожайности и соломистости убираемой культуры. Рабочую скорость V_p уборочной машины (км/час) [109] определяем по формуле

$$V_p = \frac{36 \cdot q \cdot K_{\text{п}}}{B_p \cdot H (1 + \delta_c)}, \quad (2.3)$$

где q – номинальная пропускная способность уборочной машины, кг/с; $K_{\text{п}}$ - коэффициент уменьшения пропускной способности ($K_{\text{п}} = 0,8$); H - урожайность убираемой сельхозкультуры, т/га; δ_c - выход побочной продукции по отношению к основной.

Время заполнения бункера комбайна $t_{\text{бунк}}$ [110], определяем по формуле

$$t_{\text{бунк}} = \frac{Q_{\text{бунк}} \cdot P_{\text{мат}} \cdot \lambda}{W_{\text{ч}}}, \quad (2.4)$$

где:- $Q_{\text{бунк}}$ - объем бункера комбайна, м^3 ; $P_{\text{мат}}$:-плотность материала, $\text{т}/\text{м}^3$ ($P_{\text{мат}} = 0,78 \text{ т}/\text{м}^3$) [111], λ :-коэффициент использования объема бункера, $\lambda = 0,9$ [110],

Время выгрузки бункера комбайна $t_{\text{загр}}$ (ч) рассчитываем по формуле

$$t_{\text{выгр}} = \frac{Q_{\text{бунк}}}{V_{\text{выгр}}}, T_{\text{выгр}} = t_{\text{выгр}} \cdot n_{\text{бунк}}, \quad (2.5)$$

где: $V_{\text{выгр}}$ - скорость выгрузки зерна, $\text{м}^3/\text{ч}$; $n_{\text{бунк}}$ — количество намолоченных бункеров.

Время на холостые повороты $T_{\text{х}}$ в течении смены найдем по формуле

$$T_{\text{поворот}} = t_{\text{хц}} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.6)$$

где — $n_{\text{ц}}$ число поворотов; $t_{\text{хц}}$ — среднее время холостого, ч;

Баланс времени смены $T_{\text{см}}$

$$T_{\text{см}} = T_{\text{раб}} + T_{\text{ожид}} + T_{\text{поворот}} + T_{\text{у тех о}} + T_{\text{Физ}} + T_{\text{выгр}} + T_{\text{преезда}}, \quad (2.7)$$

где: $T_{\text{выгр}}$ - время выгрузки сборного бункера, ч; $T_{\text{раб}}$ - время рабочее, ч; $T_{\text{ожид}}$ -время ожидания, ч; $T_{\text{у тех о}}$ - время устранение технических отказ, ч; $T_{\text{Физ}}$ - время физической надобности и отдыха, ч; $T_{\text{преезда}}$ -время переезда в начале и окончании смены и с одного поля на другое,ч;

Чтобы определить $T_{\text{раб}}$ рабочее время смены используется следующая формула: $T_{\text{раб}} = T_{\text{см}} - (T_{\text{ожид}} + T_{\text{у тех о}} + T_{\text{загр}} + T_{\text{Физ}} + T_{\text{поворот}} + T_{\text{преезда}})$, (2.8)

Коэффициент использования времени сменны τ [110]:

$$\tau = \frac{T_{\text{раб}}}{T_{\text{см}}}, \quad (2.9)$$

Производительность комбайн $W_{\text{чсм}}$ (га/час) и $W_{\text{Усм}}$ (т/час) [109] определим по формуле:

$$W_{\text{чсм}} = W_{\text{ч}} \cdot \tau. \quad ; \quad W_{\text{Усм}} = W_{\text{чУ}} \cdot \tau. \quad (2.10)$$

Производительность комбайна за 1 час сменного времени (т/ч) необходима для оптимизации процесса уборки и оптимизации схем уборки.

С помощью приведенных формул будет рассчитана производительность комбайнов, используемых в Ираке, при использовании традиционных методов сбора урожая и современных технологий.

2.3. Оптимизации процесса уборки зерна.

Уборка пшеницы начинается при наступлении полной спелости при влажности менее 14%. Этот период в условиях Ирака составляет 4-5 дней. Уложиться в эти сроки возможно при большой численности комбайнового парка. Увеличение сроков уборки приведет к увеличению биологических потерь [112].

Цель исследования на этом этапе оценить условия для снижения биологических потерь до установленного уровня.

Методика оптимизации процесса уборки зерновых культур по минимуму потерь разработана на кафедре эксплуатации машинно-тракторного парка [113]. Для снижения биологических потерь целесообразно начинать уборку за определенное количество дней до полной спелости и завершить уборку полностью созревшего урожая. При этом общие биологические потери разделятся на две группы: потери недозревшего зерна (щуплое зерно) Q_1 и потери созревшего зерна от самовымолота (осыпания) Q_2 . Эти потери зависят от сроков и интенсивности потерь: K_1 и K_2 . Их значение зависит от убираемой культуры, сорта и конкретных погодных-климатических условий. Расчет их значений определяли для условий Ирака экспериментально.

Полная спелость зерна наступает не одновременно по всему полю. Для наиболее благоприятных условий спелость зерна наступает раньше. В целом поле считают готовым для уборки при достижении спелости на 75% площади поля. Общая динамика созревания представляет собой логисту [114].

Для упрощения расчетов динамику наступления наиболее благоприятного момента (НБМ) аппроксимируем прямой линией с наклоном P (га/сутки) и срок созревания поля на всей площади можем определить как отношение F/P , где F убираемая площадь [111].

Суточная производительность (темп уборки) уборочных агрегатов определяется по формуле:

$$W_c = W_{\text{смч}} T_c n, \quad (2.11)$$

Где:- $W_{\text{смч}}$ – часовая сменная производительность комбайна, га/ч; n – количество агрегатов; T_c – число часов работы агрегатов в сутки; $ч$,

Продолжительность убоки определим как отношение общей площади к суточному темпу уборки

$$T_y = F/W_c, \quad (2.12)$$

Потери зерна первого вида определим по формуле [111]

$$Q_1 = 0,5U_{\text{max}}K_1\left(\frac{1}{W_c} - \frac{1}{P}\right)F_c^2, \quad (2.13)$$

где U_{max} максимум урожайности, ц/га; F_c – площадь, на которой убирается пшеница до наступления максимальной урожайности.

Потери урожая на оставшейся площади $F - F_c$ после наступления НБМ определим из выражения :

$$Q_2 = 0,5U_{\text{max}}K_2\left(\frac{1}{W_c} - \frac{1}{P}\right)(F - F_c)^2, \quad (2.14)$$

Общие потери при оптимальной схеме уборки прямым комбайнированием на всей площади будут равны

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (2.15)$$

Площади F_c , зависит от темпа созревания P , смещения начала уборки t_m , и суточной производительности W_c

$$F_c = \frac{PW_c t_m}{P - W_c}, \quad (2.16)$$

Величину смещения начала уборки t_m , определим по формуле [116],:

$$t_m = \frac{K_2(P - W_c)F}{PW_c(K_1 + K_2)}. \quad (2.17)$$

Количество комбайнов для обеспечения уборки урожая с допустимыми потерями $[Q]$ определим по формуле

$$n = \frac{pk_2FC}{W_4T_C(2[Q]P+K_2F_C)}, \quad (2.18)$$

Значения параметров: K_1 , K_2 , и P определяются экспериментально для условий Ирака.

Производительность комбайна на этом этапе возможно повысить за счет группового использования в сочетании с применением мобильной компенсирующей емкости в виде прицепа – перегрузчика зерна. Организационная форма – уборочно-транспортный комплекс. Для его формирования важно обосновать параметры бункера-перегрузчика. и обосновать количественный состав уборочно-транспортного комплекса с учетом вероятностных характеристик процесса и стоимостного соотношения обслуживаемого и обслуживающего звеньев как первого этапа реинжиниринга уборочного процесса.

2.4 Оптимизация состава уборочно-транспортного комплекса

Использование передвижных бункерных накопителей позволяет сократить холостые переезды комбайнов. Их использование приводит к повышению урожайности и снижению потерь из-за короткого сезона сбора урожая и высоких температур в Ираке. Но при этом будет увеличение эксплуатационных затрат на дополнительный технологический модуль .[117,118] (Рисунок 2.2).

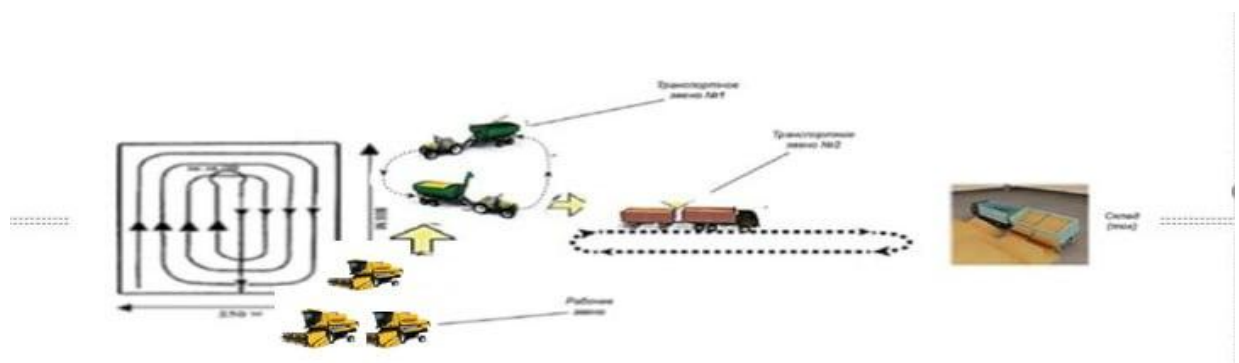


Рисунок 2.2 Использование бункера-накопителя в процессе уборки и транспортировки зерна

Для получения положительного эффекта необходимо уменьшить холостые переезды и простои комбайна, увеличить темпы уборки за счет групповой работы, включить в состав комплекса мобильный бункер-перегрузчик и оптимизировать количественный состав уборочно-транспортного комплекса (УТК). Параметры мобильного бункера накопителя необходимо согласовать с параметрами бункера зерноуборочного комбайна.[119].

Производительность $w_{\text{Бункер}}$ рассчитывается по следующим формулам:

$$w_{\text{Бункер}} = \frac{Q_n \cdot \alpha_r}{\sum t} \quad , \quad (2.19)$$

где: Q_n -номинальная грузоподъемность бункер; α_r -степень использования грузоподъемности; $\sum t$ - Общее время цикла работы бункера перегрузчика.

Составляющие баланса времени цикла работы бункера перегрузчика определяют хронометражом и группируют по составляющим:

$$\sum t = t_{\text{Погрузка}} + t_{\text{транспор}} + T_{\text{Ожид}} + t_{\text{разгрузка}} + t_{\text{перезды}} \quad , \quad (2.20)$$

где: -время погрузки $t_{\text{Погрузки}} = n_6 \cdot t_{\text{выгрузки}}$; ($t_{\text{выгрузки}}$ – время выгрузки зерна из бункера комбайна, час.; n_6 – количество разгрузок бункеров комбайна. Время ожидания $T_{\text{ожидания}}$ и переездов $t_{\text{перезды}}$ – вероятностные величины, определяемые в ходе хронометражных наблюдений или в процессе контрольных опытов. Время разгрузки $t_{\text{разгрузка}}$ зависит от производительности выгрузного шнека и емкости бункера.[120].

При выборе бункера-накопителя необходимо обеспечить согласование емкости бункера зерноуборочного комбайна и бункера. Количество бункеров комбайна, которое может войти в кузов бункера-перегрузчика можем определить, по формуле

$$n_6 = \frac{Q_n}{V_{\text{ком}} \cdot P_{\text{мат}}} \quad , \quad (2.21)$$

Где: Q_n – номинальная грузоподъемность бункера накопителя, т; $V_{\text{ком}}$ - объём бункера комбайна, м^3 ; $P_{\text{мат}}$:-плотность материала, $\text{т}/\text{м}^3$. Значение округляется до целого меньшего числа.

Оптимальное соотношение комбайнов и прицепов-перегрузчиков позволит представить процесс уборки урожая как поточный процесс. Условием непрерывности потока является равенство производительности по всем звеньям комплексов [121]:

$$n_1 W_1 = n_2 W_2 = \dots = n_i W_i = \dots = n_k W_k, \quad (2.22)$$

где n_1, n_2, n_i, n_k – количество технологических модулей; W_1, W_2, W_i, W_k – производительность технологических модулей.

Это равенство справедливо для постоянного значения производительностей. На практике по различным причинам значения производительности являются случайными величинами. В этом случае совместную работу m ЗУК и n бункеров накопителей рассматриваем как систему массового обслуживания.

При заполнении бункера комбайна возникает необходимость его разгрузки (появляется заявка на обслуживание). Состояние системы характеризуется числом заявок k , поступающих на обслуживание, временем их обслуживания и размером очереди. Для рассматриваемой замкнутой системы, очевидно $k = 0, 1, 2, \dots, m$. При появлении заявки на обслуживание в системе $k=1$ один бункер-накопитель приступает к обслуживанию, при этом число простаивающих транспортных средств будет равно $(n - k)$. При $k = n$ в системе не будет простаивающих прицепов и комбайнов; при $k \geq n$ в системе будут простаивать зерноуборочные комбайны.

Уборочно-транспортный комплекс представляет собой модель замкнутой системы массового обслуживания. Поток заявок на обслуживание оценивается интенсивностью λ , который зависит от состояния системы, при чем источник требований является внутренним и генерирует ограниченный поток заявок,

Уборочное звено комбайнов, состоящее из m комбайнов и n транспортных агрегатов ($m > n$), причем каждый комбайн может обслуживаться только с одним бункером-накопителем. Транспортный агрегат может обслуживать несколько комбайнов. Здесь комбайны являются источниками заявок на обслуживание, а бункеры накопители – обслуживающими каналами. Комбайн после выгрузки зерна в бункер накопитель продолжает работу и становится потенциальным источником

возникновения требований на выгрузку зерна. Очевидно, что интенсивность λ зависит от того, сколько комбайнов в данный момент находится в работе ($m - k$), на выгрузке или ждет выгрузки (k).

В рассматриваемой модели источник требований следует считать ограниченным числом эксплуатируемых комбайнов ($m - k$), которые в случайные моменты времени требуют выгрузки зерна, при этом каждый комбайн из ($m - k$) находящихся в работе, генерирует Пуассоновский поток требований с интенсивностью λ независимо от других объектов, общий (суммарный) входящий поток имеет интенсивность $(m-k) \cdot \lambda$. Требование, поступившее в систему в момент, когда свободен хотя бы один канал обслуживания переходит в режим обслуживания (на выгрузку зерна). Если требование застаёт все каналы (бункеры) занятыми обслуживанием других требований, то оно не покидает систему, а становится в очередь и ждет, пока один из каналов не станет свободным. Потоки, обладающие этими тремя свойствами, называются простейшими или «пуассоновскими». Для такого потока число требований, попадающих на любой фиксированный интервал времени, будет распределено по закону Пуассона [122,123]

$$P_K(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (2.23)$$

где $P_K(t)$ - вероятность поступления точно k требований за t время; t - величина фиксированного интервала времени; λ (ед./час) - параметр потока представляет собой среднее число требований, поступивших в единицу времени; λt - параметр закона Пуассона. Если интенсивность потока требований в расчете λ на одну машину, то:

$$\lambda = 1/t_{1cp}, \quad (2.24)$$

где: t_{1cp} – среднее время заполнения бункера комбайна, ч.

Интенсивность обслуживания параметр закона μ (ед./час);

$$\mu = n_6 / \sum t, \quad (2.25)$$

где: $\sum t$ – среднее время транспортного цикла бункера-перегрузчика, ч.

Для каждой заявки определяют вероятность события и определяют характеристики СМО:

- средняя длина очереди L_1 (ед.) и коэффициент простоя обслуживаемых агрегатов:

$$L_1 = \sum_{k=n+1}^m (k - n) p_k; \quad (2.26) \quad K_{np1} = \frac{L_1}{m} = \frac{1}{m} \sum_{k=n+1}^m (k - n) p_k \quad (2.27)$$

Где: m - число агрегатов в обслуживаемых звеньях, штук; n - число обслуживающих агрегатов, штук;

- математическое ожидание числа агрегатов, находящихся в зоне обслуживания:

$$L_2 = \sum_{k=1}^m k p_k; \quad (2.28)$$

математическое ожидание числа свободных обслуживающих агрегатов и коэффициент простоя обслуживающих агрегатов:

$$L_3 = \sum_{k=0}^{n-1} (n - k) p_k; \quad (2.29) \quad k_{np3} = \frac{L_3}{n} = \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} (n - k) p_k; \quad (2.30)$$

Для анализа функционирующей системы необходимо определить вероятность ее пребывания в каждом из возможных состояний :

При известных значениях коэффициентов простоя, обслуживаемых (k_{np1}) и обслуживающих (k_{np2}) агрегатов определяется по формули:

$$W_i m (1 - k_{np1}) = w_j n (1 - k_{np2}), \quad (2.31)$$

где: W_i и w_j - соответственно производительность обслуживаемого и обслуживающего звена комплекса при их автономной работе.

С учетом коэффициентов простоя и числа машин суммарные эксплуатационные затраты работы уборочно-транспортного комплекса определим по формулам

$$C = \frac{m C_m + n C_n}{w_j m (1 - k_{np1})} \quad (2.32)$$

где C_m , C_n – эксплуатационные затраты руб. за час работы соответственно обслуживаемых (зерноуборочные комбайны) и обслуживающих агрегатов (бункеры-накопители), W_F – производительность зерноуборочного комбайна (т/час).

2.5 Техничко-экономический анализ технологических схем уборки

На четвертом этапе проведен сравнительный техникоэкономический анализ характеристики технологических схем уборочного процесса (Таблица 2.1). Для этого определялись для каждой технологической схемы эксплуатационные затраты технологических систем определялись по типовым методикам.

Перевозка зерна с поля на элеваторы осуществляются внешними перевозчиками для всех технологических схем.. Тарифы на оплату состоят из двух частей: оплата простоя на поле в процессе загрузки и оплата за выполнени транспортной работы ($t \cdot \text{км}$).

Таблица 2.1 Технологические схемы уборки

1. Традиционная схема		
1.1 Автономная работа комбайнов	Автомобильные перевозки 38,6 км	Хранение в элеваторе 1
1.2 Автономная работа комбайнов	Автомобильные перевозки 72 км	Хранение в элеваторе 2
2. Поточная схема уборки		
2.1. Групповая работа комбайнов с бункером-перегрузчиком	Автомобильные перевозки 38.6 км	Хранение в элеваторе 1
2.2. Групповая работа комбайнов с бункером-перегрузчиком	Автомобильные перевозки 72 км	Хранение в элеватор 2
3. Поточная схема уборки и хранение зерна в Элеваторе 1 и в полиэтиленовых рукавах		
3.1 Затраты на уборку урожая с использованием бункера 1	Автомобильные перевозки 38.6) км	Хранение в элеваторе 1
3.2 Затраты на уборку урожая с использованием бункера 1	Бункер-перегрузчик Расстояние 4,8 км	Полиэтил рукава 8 точек размещения (охрана, стоимость рукавов, загрузка и выгрузка)

В третьей технологической схеме вместо автомобильной перевозки зерна на расстояние 72 км. (на 2-ой элеватор) предлагается организовать временные склады из полиэтиленовых рукавов, перевозка зерна прицепами-перегрузчиками. Для этой

схемы (Табл 2.1) оптимизировали количество точек расположения временных складов. Состав уборочно-транспортного комплекса оптимизировался по минимуму суммарных эксплуатационных затрат.

Затраты на хранение определяются Правительством Ирака. Традиционную технологию уборки будем сравнивать с поточной схемой уборки и транспортировка зерна элеваторы и с поточной схемой уборки и хранением зерна в полиэтиленовых рукавах.

Традиционная схема уборки урожая, используемая в Ираке (Рис. 1.15), считается очень примитивным и заключается в том, что комбайн работает в одиночку, и когда бункер комбайна заполняется зерном, оно переезжает на разгрузку к грузовику, расположенному на краю поля, и выгружает бункер в кузов. Затем возвращается на поле и продолжает уборку. Автомобиль грузоподъемностью 32 тонны ожидает пока кузов не будет заполнен. При заполнении кузова автомобиль транспортирует зерно на элеваторы: г. Васит, вместимость 50 000 т., расстояние перевозки – 38,6 км и в г. Де Кар вместимость 49 000 т, расстояние перевозки 72 км.

Грузовик, предназначенный для перевозки зерна, долго ожидает, пока его заполнят, так как это занимает 10 рабочих циклов комбайна, и может занять и целый рабочий день. После загрузки автомобиль отправляется на элеватор, а в элеваторе будет еще один длительный период ожидания с целью проверки образцов.

Длительные простои в ожидании погрузки, большие расстояния перевозки и длительные ожидания на элеваторах разгрузки существенно увеличивает эксплуатационные затраты на автомобильные перевозки.

2.5.1 Эксплуатационные затраты для традиционной схемы уборки.

Эффективность каждой схемы уборки можем оценить по суммарным эксплуатационным затратам. Эксплуатационные затраты для i -ого агрегата $C_{Эi}$ руб. за 1 час работы определим по формуле:

$$C_{Эi} = \{C_{ТСМ} + C_{аморт} + C_{страховки} + C_{Зтро} + C_{труда}\}, \quad (2.33)$$

где: составляющие затрат (руб./ч): на амортизацию $C_{\text{аморт}}$; на техническое обслуживание и ремонт $C_{\text{тор}}$; на топливо и смазочные масла $C_{\text{тсм}}$; страхование $C_{\text{страх}}$ (для тракторов и зерноуборочных комбайнов) и оплату труда $C_{\text{труд}}$.

Расчет расхода топлива агрегата ($Q_{\text{ТСМ}}$, кг/ч) при осуществлении сельскохозяйственного процесса, со следующим математическим уравнением: [124]

$$Q_{\text{ТСМ}} = \frac{N_{\text{H}} \cdot \varepsilon_{\text{N}} \cdot g_{\text{e}} \cdot V_{\theta}}{10^3}; \quad (2.34) \quad C_{\text{ТСМ}} = Q_{\text{ТСМ}} \cdot \text{Ц}_{\text{ТСМ}} \quad (2.35)$$

где: ε_{N} – значение коэффициента загрузки двигателя трактора при сельскохозяйственной работе, g_{e} – значение удельного расхода топлива двигателя г/кВт .ч.; N_{H} – номинальная мощность двигателя, кВт; $\text{Ц}_{\text{ТСМ}}$ – комплексная цена на топливо и смазочные масла, руб./кг.

Затраты на амортизацию, техническое обслуживание и ремонт находим и страховку определяем по формулам (2.36), (2.37) и (2.38)

$$C_{\text{аморт}} = \frac{B}{T_{\text{лет}} \cdot T_{\text{Г}}}; \quad (2.36) \quad \text{Зто} = \frac{B \cdot N_{\text{то}}}{100 T_{\text{Г}}}; \quad (2.37) \quad C_{\text{страховки}} = \frac{B \cdot C_{\text{с}}}{100 T_{\text{Г}}}, \quad (2.38)$$

где: $T_{\text{Г}}$ – годовая загрузка, час; $T_{\text{лет}}$ – срок службы, лет ; B – балансовая цена агрегата, руб; $N_{\text{то}}$ - норматив затрат на техническое обслуживание и ремонт; $C_{\text{с}}$ - страховая стоимость, % от балансовой стоимости.

Часовая ставка работника (руб/ч) устанавливается центральным правительством [125].

Эксплуатационные затраты на 1 т убранных зерна (руб./т) определим по формуле:

$$C_{\text{зук}} = \frac{C_{\Sigma i}}{W_{\text{У}}}; \quad (2.39)$$

где: $C_{\Sigma i}$ – суммарные эксплуатационные для каждого i – ого агрегата, руб./час; $W_{\text{У}}$ – производительность комбайна , т/час.

Эффективность традиционной технологической схемы уборки и хранения зерна оценим по суммарным эксплуатационным затратам. Общие затраты на процесс уборки $\sum C_{\text{техн}}$ по традиционной схеме состоят из эксплуатационных затрат зерноуборочного комбайна $C_{\text{зук}}$, затрат на автомобильные перевозки $C_{\text{авб}}$ на

элеватор 1 и 2 и затраты на хранение зерна на элеваторах $C_{\text{хран}}$, которые устанавливаются централизованно минэкономикой для каждого элеватора

$$\sum C_{\text{техн}} = \{C_{\text{зук}} + C_{\text{авт}} + C_{\text{хран}}\}. \quad (2.40)$$

Транспортные расходы $C_{\text{авт}}$ (руб./т) делятся на две части: затраты на ожидание погрузки на поле t_1 (час) и ожидание разгрузки на элеваторе t_2 (час); затраты на выполнение транспортной работы Q (т·км). Тарифа на простой автомобиля g (руб./час) и тариф на перевозку груза p (руб/т·км). Общие затраты на транспортировку зерна (руб./т) автомобилями определим по формуле:

$$C_{\text{авт}} = \{(t_1 + t_2) \cdot g + p \cdot Q_T\} / Q_H \cdot \alpha, \quad (2.41)$$

где Q_H – номинальная грузоподъемность автомобиля, т; α – коэффициент использования грузоподъемности (для зерна $\alpha=1$).

2.5.2 Поточная схема уборки.

Поточная схема уборки (2.1; 2.2 и 3.1) (Табл. 2.1) включает групповую работу УТК и автомобильную перевозку зерна для хранения в Элеваторе 1 (38,6 км). Эксплуатационные затраты на эту часть уборки рассчитаем по формуле (2.42).

Для уборки второй части урожая 49 тысяч тонн вместо хранения на 2 элеваторе Ди-Кар с транспортировкой на расстояние 72 км, предлагаем использовать поточную схему уборки с использованием полиэтиленовых рукавов для хранения. С целью внедрения этой технологии в Ираке будут рассчитаны затраты.

Включает оптимальную организацию групповой работы комбайнов с бункером-перегрузчиком, автомобильные перевозки зерна на элеваторы. Эта схема предполагает использовать оптимальную по срокам схему уборки для минимизации биологических потерь. Для этой схемы предлагаем использовать цифровые сервисы для управления уборочным процессом. При заполнении бункера комбайна на 75% комбайнер подает сигнал и бункер перегрузчик подъезжает к комбайну для выгрузки зерна на ходу, сопровождает его до полной разгрузки и будет ожидать следующей заявки [126]. При заполнении бункера накопителя он подъезжает к автомобилю для разгрузки. За счет высокопроизводительной системы время

разгрузки 150 т/час время выгрузки займет 6,6 мин. Кузов автомобиля вмещает 2 бункера перегрузчика, что существенно сократит время ожидания автомобиля на поле.

Для этой схемы суммарные эксплуатационные затраты рассчитываются по следующей формуле:

$$\Sigma C_{\text{техн}} = \{C_{\text{утк}} + C_{\text{авб}} + C_{\text{хран}}\}, \quad (2.42)$$

где: $C_{\text{утк}}$ - затраты на уборку урожая с использование бункера с комбайном, руб/тонна.

При $n=2$ для минимума функции $C=f(m)$ определим оптимальное количество комбайнов $m_{\text{опт}}$, которое может обслужить 2 бункера-перегрузчика и минимальные эксплуатационные затраты уборочно-транспортного комплекса.[111].

2.5.3 Поточная технология уборки в сочетании с временным складом из полиэтиленовых рукавов

Полиэтиленовые рукава - одна из важнейших современных технологий, используемых во всем мире для хранения зерна после сбора урожая, рис. 2.3 .

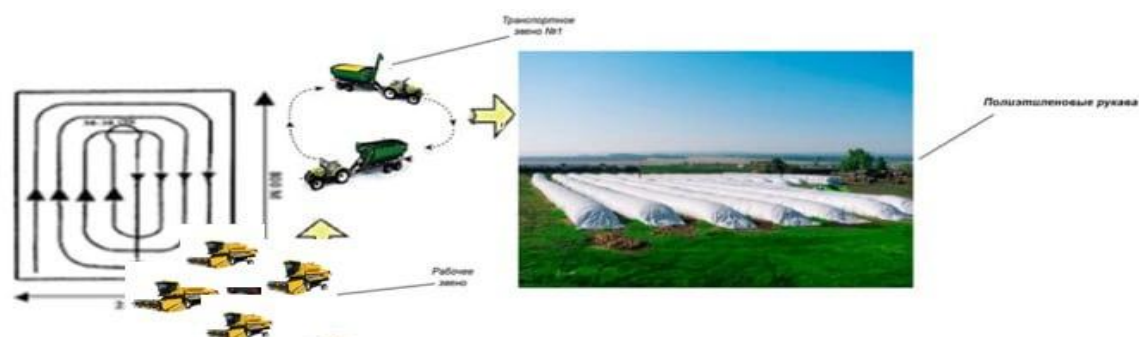


Рисунок 2.3 Показана схема транспортировки и хранения зерна на месте с использованием полиэтиленовых рукавов

Эта технология начала применяться в Аргентине для хранения кормов для животных и силоса, затем ее стали применять в зернохранилищах, где процент хранящихся в них материалов достигал более 40 миллион тонн, и он также используется во многих странах, включая Российскую Федерацию, Китай и Египет (с климатическими особенностями, сходными с Ираком), где имеются исследования, свидетельствующие об успешности его применения. Общая площадь

сельскохозяйственных полей, засеянных пшеницей, составляет 14 848,4 га (доля дорог и жилых зданий составляет 9,7% от общей площади сельскохозяйственных угодий)[35] .

Чтобы узнать, сколько точек необходимо для хранения 94 000 тонн, стоимость сбора урожая, транспортировки и хранения будет рассчитана для 10 вариантов, начиная с одной точки хранения и заканчивая 10 точками хранения, чтобы выбрать наиболее подходящий вариант, поскольку стоимость варьируется в зависимости от расстояния (уменьшается с увеличением объема хранения очки) затраты(руб/т) можно рассчитать по формуле :

$$\sum C_{\text{техн}} = \{C_{\text{утк}} + C_{\text{охран}} + C_{\text{загр}} + C_{\text{разгр}} + C_{\text{рукав}}\} \quad (2.43)$$

где: $C_{\text{утк}}$ - Затраты на уборку урожая Использование бункера с комбайном, руб./тонна; $C_{\text{разгр}}$ -Затраты на разгрузку зерна, руб/ час; $C_{\text{рукав}}$ - Затраты полиэтиленовых рукавов; руб/ час, $C_{\text{рукав}}$ - Затраты полиэтиленовых рукавов, руб/ час; $C_{\text{охран}}$ -затраты охраны; $C_{\text{загр}}$ -Расходы на загрузку.

С помощью этой формулы затраты на сбор урожая и хранение будут рассчитываться в рублях за тонну, а затем сравниваться с затратами на сбор урожая, транспортировку и хранение на той же площади и в том же количестве традиционными методами в Ираке.

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

3.1. Технология возделывания пшеницы

Эксперимент по сбору урожая проводился на одном из сельскохозяйственных полей в округе Васит, регион Эс-Сувайра, где средняя температура на экспериментальном участке во время эксперимента составляла около 42 градусов по Цельсию, а среднее годовое количество осадков в этом районе часто составляло менее 150 мм[127]. Распределение земель было получено с помощью Google Earth [128] (рис 3.1).

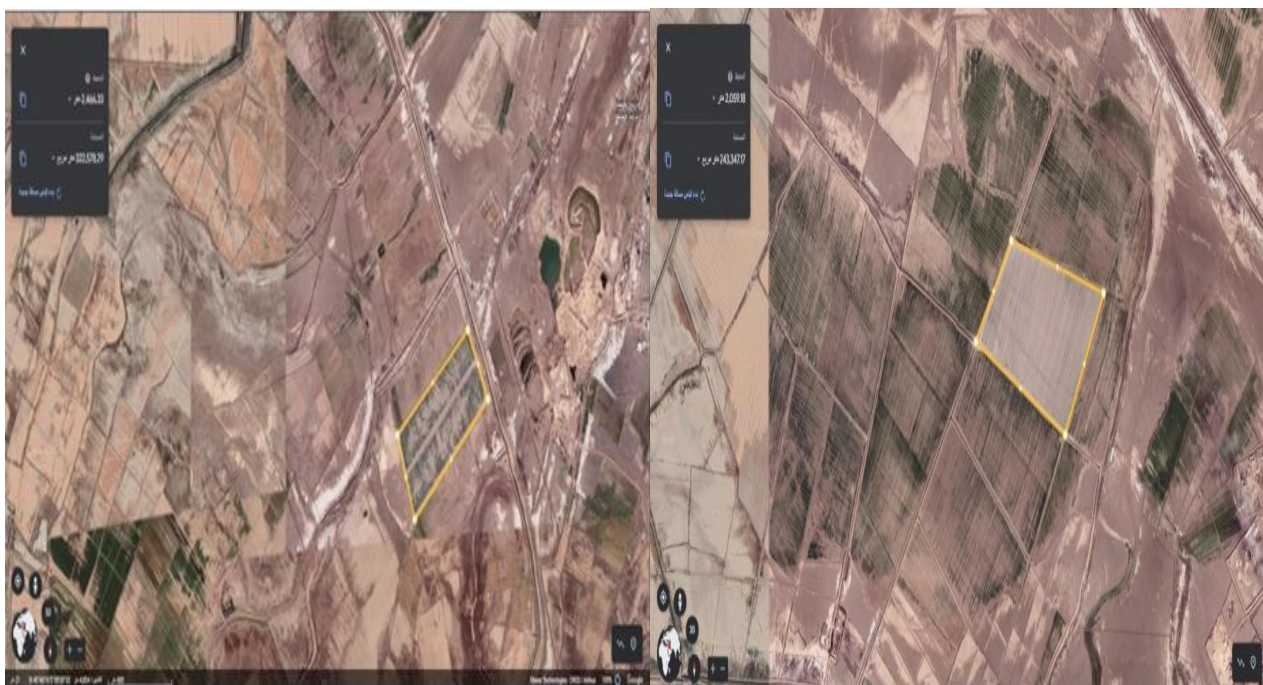


Рисунок 3.1 – Расположение экспериментальных полей

Общая площадь Васита оценивается в 1 773 100 гектаров, разделенных на 9 районов. Эксперимент проводился в районе Эс-Сувейра, который занимает площадь в 177 700 гектаров[129]. Регион считается одним из крупнейших сельскохозяйственных районов провинции, где общий объем производства в городе за 2023 год составил 579,1 тыс. тонн пшеницы, что является вторым по величине показателем производства в Ираке. Наиболее важным из которых является Эс-Сувайра, где пшеница выращивается на площади 30115 га, с урожайностью 3,4 тонны с гектара, а общий урожай составляет 99 тысяч тонн, из которых 50 000 тонн

доставляются на элеватор в ЭС-Сувайра на расстояние в среднем 38,6 км. Остальная часть продукции, составляющая 49 тысяч тонн, отправляется на элеватор в Де-Каре, расстояние до которого составляет в среднем 72 км. Площадь поля, на котором проводился эксперимент, разделенна на небольшие участки площадью не более 28 гектаров.

Поле было подготовлено путем вспашки с использованием компактного трехкорпусного плуга с рабочей шириной захвата 1,2 метра турецкого производства типа *Albler* (Рис. 3.2) Рабочая ширина каждого корпуса равна 0,4 метра [130,131], общий вес плуга составляет 800 килограммов, агрегатировался с трактором типа *New holland TD 80*[132]. Предпосевная обработка почвы была проведена 22-дисковым культиватором *Okzacr* рабочей шириной захвата 2,30 метра , диаметр диска 0,43 метра, весом 525 килограммов типа.



Рисунок 3.2 Субтрактивный треугольный плуг (*Albler*)

Для посева использовали местный сорт засухоустойчивой пшеницы (*iba 99*, произведенной национальным центром семеноводства в Ираке и заранее подготовленной одним из сельскохозяйственных центров) [133]. Посев был проведен 07.11.2022 г. турецкой узкорядной 18 рядной сеялкой типа *Ozlem* шириной захвата 2,7 м, весом 850 кг в агрегате с трактором типа *New holland TD 80*[134]. Через 3 дня после посева начинается регулярный полив. Что касается подкормок, то через 8 дней были внесены азотные удобрения (N), которые местные называют мочевиной, через 20 дней - фосфорные удобрения (P), которые называются тройным

суперфосфатом, а за 45 дней до сбора урожая были внесены калийные удобрения (K) [135,136,137,138].

25.05.2023 г. после проверки того, что зерна достигли физиологической спелости и содержание влаги в зернах снизилось до 14%. После уборки урожая пожнивные остатки собиралось прессподборщиком в рулоны и продавалось заводчикам телят и коров для использования в кормовых целях.

3.2. Определение потерь при сборе урожая

Чтобы выяснения возможности использования раннего сбора урожая с целью снижения общих потерь, надо определить коэффициент интенсивности потерь K_1 по формуле:

$$K_1 = (Q - Q_1)/Q(t_{\text{опт}} - t_1) \quad , \quad (3.1)$$

Где: Q – абсолютный вес зерна в момент полной спелости хлебов;

Q_1 – абсолютный вес зерна за t_1 дней до наступления НБМ.

Значение интенсивности потерь K_2 при запаздывании со сроками уборки учитывает уменьшение урожая за счет осыпания зерна при механическом воздействии рабочих органов комбайна и может быть определена по формуле:

$$K_2 = (\Delta U - \Delta U_1)/U_{\text{max}}(t_2 - t_{\text{опт}}) \quad , \quad (3.2)$$

Для получения потерь Q_1 и Q_2 требуется определить темпы созревания зерна P . Зависимость наступления наиболее благоприятного момента представляет собой логисту, но для первого представления примем линейную зависимость

$$P = F/(t_2 - t_1) \quad . \quad (3.3)$$

Между странами существуют значительные различия в температурном режиме, и есть некоторые жаркие страны, такие как Ирак, где температура достигает 50 градусов по Цельсию, что делает сезон сбора урожая очень ограниченным и не превышает 4-5 дней, что приводит к очень высокому уровню потерь - до 15-20% в то время как в развитых странах этот показатель не превышает 5%, благодаря использованию современных методов сбора урожая, транспортировки и хранения.

3.3. Выбор техники и оборудования для непрерывной уборки урожая.

Комбайн типа New Holland TC 5040 был выбран потому, что в Ираке их большое количество, особенно с рабочей шириной захвата 5,77 м. Этот комбайн отличались эффективностью во время работы, что позволяет выдерживать условия труда (рис 3.3).



Рисунок 3.3- Комбайн New Holland на одном из полей Ирака

Выбор комбайна по двум причинам: первая - из-за их наличия в большого количества, а вторая - из-за трудности переезда между полями и сложной конфигурации полей в Ираке (большинство полей имеют неправильную форму). Техническая характеристика приведена в таблице 3.1

Таблица 3.1 Техническая характеристика New Holland TC 5040[139].

Показатели	Значение показателя
Оптовая цена комбайна, тыс. руб.	6100
Ёмкость зернового бункера, м ³	5,2
Скорость выгрузки, кг/с	72
Масса с жаткой, кг	8100
Ширина захвата жатки, м	5,77
объем двигателя, л	6,3
Объем топливного бака, л	300

Для сокращения переездов и простоев комбайна рекомендуется использовать в качестве мобильной накопительной емкости прицеп-перегрузчик (раздел 2.4). Для

согласования работы группы зерноуборочных комбайнов предлагается использовать прицеп-перегрузчик грузоподъемностью 16 т, вмещающий 4 бункера зерна от комбайна. Согласование работы позволит обеспечить поточную уборку в режиме непрерывной уборки без остановки работы, (рис 3.4)



Рисунок 3.4 Бункер тип *АГРЕСТО* (БПЗ-20) [140]

Выбор бункера перегрузчика для сбора урожая. Бункеры-перегрузчики представленные на рынке представлены в таблице 3.2. Прежде всего выбирается прицеп исходя из его вместимости и кратности емкости зернового бункера комбайна для сбора зерна, равной $5,2 \text{ м}^3$. После этого рассчитывается количество комбайнов, которые могут быть использованы с одним бункером.

После расчета фактической вместимости каждого бункера выбирается оптимальный бункер путем сравнения общей вместимости каждого бункера с вместимостью используемого бункера комбайна. Чтобы получить оптимальный бункер для непрерывной и безостановочной работы, необходимо завершить сбор урожая с наименьшим процентом потерь зерна.

Подбор оборудования для загрузки и выгрузки зерна. Выбор оборудования для загрузки и выгрузки зерна из полиэтиленовых рукавов проводили с учетом стоимости, производительности и массы.

Таблица 3.2 Технические характеристики бункеров накопителей[128].

Марка	Грузоподъемность/ т	Объем,/ м³	Производительность выгрузного, т/ч	Стоимость, тыс. руб	Производитель
ПБН-9	7,2	9	108	1062,3	Кобзаренко
ПБН-16	12	16	180	1182,2	
ПБН-20	16	20	216	2864,6	
ПБН-30	20,4	30	720	3680,4	
ПБН-40	30	40	720	3840,7	
ПБН-50	38	50	720	4604,1	
БПЗ-20	16	20	150	2655,3	Агристо
БПЗ-26	20	26	150	3107,8	
БПЗ-30	30	38	150	3785	
БП-16	16	20	450-600	4100	liliani
БП-22	22	28	450-600	4600	
БП-25	25	31	450-600	4775	
БП-33	33	42	450-600	5420	
БП-40	40	50	450-600	7435	
БТ-1	29	36	300	49400	тонар
БТ-5	17,6	22	200	1995	
БТ-11	22,5	30	300	3050	
БТ-15	39	50	500	5488	
Gpp-23	20	23	240	5340	omega
Gpp-27L	27	34	240	7840	
Titan34uw	26,5	34	1000	7640	Hirsch
1051	30	37	1020	6450,5	Kinze
1500	42,5	54,5	1100	9840	

Перечень и технические машины для заполнения рукавов приведены в таблице 3.3. Машины различаются по своим размерам и производительности, т/ч . С целью выбора подходящих машин для работы в условиях Ирака с точки зрения скорости и соответствующей производительности, а также общих затрат на эксплуатацию.

Таблица 3.3 Технические характеристики машин для загрузки и выгрузки зерна из полиэтиленовых рукавов [141]

Марка	Производительность выгрузного шнека, т/ч	Стоимость, тыс. руб	Вес машины, Кг	Мощность двигателя, л.с.	Производительность
Загрузочные машины					
Мзу-01к	100/350	1 782	1510	80	liliani
Мзу - 01.02	100	2100	1850	80	
Зпм-180	350	2640	1300	80	Кобзаренко
E 9700 D	500	1850	1640	70	Akron
Gtt 4010	700	2150	1800	90	
Разгрузочные машины					
МЗР	300	2337	2200	120	liliani
ЗРМ-180	180	2830	2900	80	Кобзаренко
EXG 300	280	2320	2100	90	AKRON
EXG 400	280	2680	2350	90	
EX 3600	280	2850	2640	120	
Rp- 1	160	2450	2350	150	AGRIPAK

Компания "Лилани" - российский разработчик и производитель сельскохозяйственной техники, специализирующийся в области агротехники. Основанная в 2000 году, компания предлагает инновационные решения для сборки, транспортировки, хранения и смешивания зерновых культур, а также полиэтиленовые шланги. Моделирование будет проводиться с использованием оборудования компании и знаний о его возможном будущем использовании в Ираке. Компания производит широкий ассортимент различных моделей машин для погрузки и разгрузки зерна. В нашем исследовании выбираем загрузочную машину **МЗУ-01К (рис. 3.5)** рабочая ширина составляет 2,74 м (рабочая ширина варьируется от машины к машине, но 2,74 м - это идеальная рабочая ширина для широкого распространения во многих странах). Что касается полиэтиленовых рукавов, то существует множество типов с различной грузоподъемностью, в том числе 60, 150, 200, 250 и 300 тонн.



Рисунок 3.5 – Машина для загрузки зерна из бункера-перегрузчика в полиэтиленовые рукава

- Машина зернозагрузочная МЗУ-01К:

Это специализированное оборудование, предназначенное для механизированной загрузки зерна в транспортные средства или силосы. Она используется в сельском хозяйстве для ускорения и улучшения процесса транспортировки зерна с поля на склад или в хранилище. Где он обладает отличительными техническими характеристиками и высокой производительностью (Таблицы 3.4) .

Таблицы 3.4 технические характеристики зернозагрузочной машины МЗУ-01К[141]

Параметр	Значение
Производительность, тонн/час	100/350
Мощность двигателя, кВт	4-7
Высота выгрузки, мм	4.5
Вес машины, Кг	1510
Ширина конвейерной ленты, мм	410
Тип транспортировки,	шнековый
Скорость транспортировки,	Регулируемая
Материал изготовления	Высококачественная сталь, устойчивая к износу

Эта машина является одной из самых современных машин, используемых в России, и помогает снизить потери при уборке урожая, и она широко

распространена на юге России. Он буксируется трактором предполагаемой мощностью 120 лошадиных сил.

-Машина зерноразгрузочная МЗР:

Машина зерноразгрузочная МЗР предназначена для механизированной разгрузки зерновых культур и других сыпучих материалов из транспортных средств, складских помещений или для подачи на переработку ,(Рис 3.6).



Рисунок 3.6 – Машина зерноразгрузочная МЗР

Это оборудование широко применяется на сельскохозяйственных предприятиях, зернохранилищах и перерабатывающих заводах . Он характеризуется техническими характеристиками,(таблице 3.5)

таблица 3.5 приведены технические характеристики разгрузочной машины[141]

Параметр	Значение
Производительность, тонн/час	300
Мощность двигателя, кВт	3-5
Высота выгрузки, мм	4
Вес машины, Кг	2200
Приводной механизм	гидравлический привод

"Лилиани"отличается производством множества видов и моделей, но этот вид считается самым популярным и распространенным в России благодаря скорости

исполнения, скорость разгрузки достигает 300 тонн/час, а также отсутствию технологии обслуживания и простоте управления сотрудниками в этой сфере.

3.4. Методика хронометражных наблюдений

Эксперимент проводился на полях Эс-Сувайры, принадлежащих городу Васит. Характеристика условий хронометражных наблюдений приведена в таблице (3.6). Учитывались: площадь и размеры поля, количество полей, урожайность пшеницы, расстояние поля от элеватора.

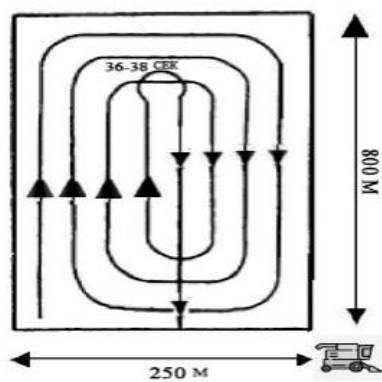
Таблица 3.6 Параметры полей

№ пп	Параметры и показатели	Значение параметров и показателей
1	Уборочная площадь, га	40
2	Количество полей	2
3	Размеры поля(длина, ширина), м	250,800
4	Расстояние поля от элеваторов, км	38.6
5	продолжительность уборки урожая, дн.	3
6	Потребное количество комбайнов, шт.	1
8	Урожайность зерна, т/га	3.4

Хронометражные наблюдения проводились в течение 3-х контрольных смен общей продолжительностью 36 часов. Отдельные показатели определялись в виде контрольных опытов: время переезда с поля на поле, время заполнения и выгрузки зерна из бункера. Общий намолот составил – 128 тон зерна.

Чтобы определить реальную эффективность полевых работ в Ираке (традиционная схема сбора урожая), мы учитывали все составляющие время смены: перехода из гаража в поле, заправку топливом, въезда в поле, начала сбора урожая, перерывов, времени разгрузки, времени технического обслуживания, возвращения в гараж.

Таблица 3.7. Наблюдательный лист хронометражных наблюдений комбайна *New Holland -TC 5040*

<p>Область. район <u>ИРАК</u></p> <p>Наименование хозяйства <u>Васит</u></p> <p>Севооборот _____ поле № _____ участок _____</p> <p>Технологическая операция <u>УБОРКА ПШЕНИЦА</u></p> <p>Культура, сорт <u>ИБА 99</u></p> <p>Режим работы (фактическая ширина захвата, глубина обработки, высота среза, норма высева)</p> <p>Количество обслуживающего персонала : - на агрегате _____ - на сопряженных операциях _____</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 60%;">ширина гона, м</td> <td style="width: 40%;">4,34</td> </tr> <tr> <td>Время, с</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Скорость м/с</td> <td>1,39</td> </tr> <tr> <td>Скорость км/ч</td> <td>5</td> </tr> </table> <p>Условия работы :</p> <p style="margin-left: 40px;">Почва :, средняя, Рельеф: "ровный", Состояние поверхности почвы "глыбистая, среднекомкова комковая" Микрорельеф - "ладкий" Погода: " пасмурно, "ясно" Влажность почвы. "Сухая"</p> <p>Предшествующая культура <u>Пшеница</u></p> <p>Предыдущая обработка вспашка, рыхление, выравнивание _____</p>	ширина гона, м	4,34	Время, с	1	Скорость м/с	1,39	Скорость км/ч	5	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <td style="width: 50%;">Дата 25-5-2023</td> <td style="width: 50%;">Смена</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <th colspan="3">Время наблюдения</th> </tr> <tr> <td style="width: 33%;">начало</td> <td style="width: 33%;">конец</td> <td style="width: 34%;">Продолжительность</td> </tr> <tr> <td>06:02:15</td> <td>20:02:44</td> <td>14,00,29 ЧАСЫ</td> </tr> </table> <p>Расход топлива</p> <p>Долито до полного бака в начале смены ----- <u>ДА</u> да, (нет)</p> <p>Долито до полного бака в конце смены ----- <u>300</u> л</p> <p>Израсходовано за смену <u>230</u> л</p> <p>Израсходовано за смену _____ кг</p> <p>Долито:</p> <p>-масла в картер <u>25</u> л</p> <p>-масла в гидросистему <u>20</u> л</p> <p>-воды в радиатор <u>12</u> л</p> <p>Схема участка, размеры сторон, (указать направление движения агрегата)</p> <p>Обработано за смену <u>15</u> га</p> <p>Длина гона <u>0,8</u> км</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>	Дата 25-5-2023	Смена	Время наблюдения			начало	конец	Продолжительность	06:02:15	20:02:44	14,00,29 ЧАСЫ
ширина гона, м	4,34																			
Время, с	1																			
Скорость м/с	1,39																			
Скорость км/ч	5																			
Дата 25-5-2023	Смена																			
Время наблюдения																				
начало	конец	Продолжительность																		
06:02:15	20:02:44	14,00,29 ЧАСЫ																		

Все экспериментальные показатели были зафиксированы в наблюдательном листе (форма А1 ГОСТ 24055-2016 (таблица 3.7). Также были зафиксированы все тайминги работы грузовых автомобилей для транспортировки зерна с поля на элеваторы (время движения из гаража в поле, время ожидания погрузки, время движения к элеваторам, время отбора проб для экспертизы, время ожидания разгрузки, время возвращения в гараж). Расход топлива за смену определяли методом долива. Результаты контрольных смен обрабатывались в соответствии с Приложением Б ГОСТ 24055.

Для определения затрат на автомобильные перевозки проводили хронометраж времени: ожидание загрузки кузова автомобиля, ожидание результата анализов качества зерна на элеваторах. После выполнения математических расчетов и обработки контрольных смен определялись затраты на сбор урожая, транспортировку и хранение будут полученные при использовании традиционной технологии уборки, а затем сопоставляли с затратами на сбор урожая, транспортировку и хранение при поточной уборке с использованием бункера накопителя и хранении зерна в полиэтиленовых рукавах, с целью выбора оптимального варианта для снижения процента потерь.

3.5 Разница температуры зерна, хранящегося в полиэтиленовых рукавах.

Полиэтиленовые рукава используются для хранения зерна в течение различных периодов времени - от двух месяцев до полутора лет. В некоторых случаях Аргентина является одной из первых стран, которые начали использовать Полиэтиленовые рукава для хранения, а также Россия и Египет. Хранение таким образом влияет на некоторые физические свойства хранимого зерна, включая содержание влаги, процент всхожести, температуру, а также уровень газов внутри гильз (рис. 3.7).

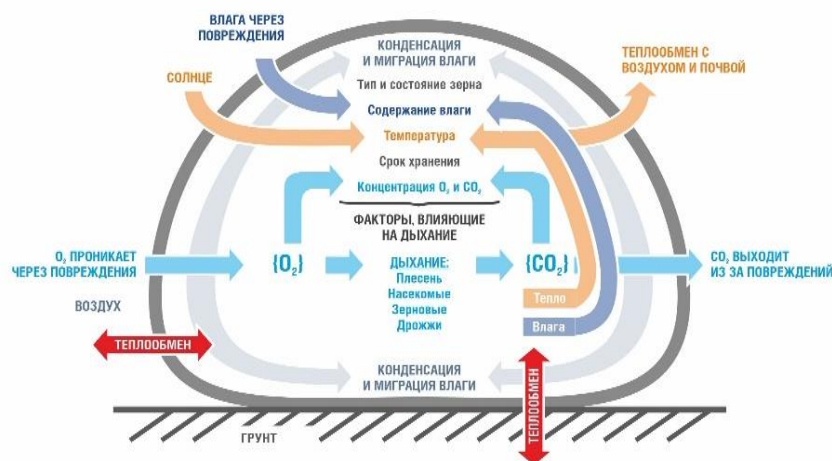


Рисунок 3.7 – Схема физических изменений внутри полиэтиленовых рукавов[141]

Для того чтобы выяснить возможность внедрения этой технологии в условиях Ирака, мы проведем работу по сравнению опыта хранения зерна в полиэтиленовых рукавах в Египте в течение 8 месяцев и сравним его с репрезентативным опытом в течение 6 месяцев в России. В таблице 3.8 мы отмечаем разницу температур внутри и снаружи рукавов в египетском эксперименте

Таблица 3.8 изменение температуры (°C) в течение периода хранения

Срок хранения, месяц	Средний	Максимальный	Минимальный
June, 2020	25:65 ± 0:40	26.33	25.13
Июнь-2020	24:51 ± 0:18	24.73	24.27
Июль-2020	24:62 ± 0:19	24.93	24.33
Август.-2020	22:99 ± 0:13	23.17	22.70
сентябрь.-2020	17:57 ± 0:00	17.57	17.57
октябрь.-2020	15:76 ± 0:41	16.53	15.30
Ноябрь.-2020	14:10 ± 0:43	14.51	13.07
декабрь.-2020	12:43 ± 0:55	13.22	11.75

В рамках российского эксперимента зерна озимой пшеницы, хранившиеся в течение 6 месяцев в пластиковых пакетах и зернохранилище, были протестированы на качество семян. Средняя всхожесть и энергия прорастания зерен пшеницы, хранившихся в обычном зернохранилище, составили 95 и 95% соответственно. После шести месяцев хранения пшеницы энергия прорастания и коэффициент всхожести соответствуют 94 и 95%.

Нормативные требования стандарта ГОСТ 52325-2005 «Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества...» для самых ценных оригинальных и элитных семян предусматривают всхожесть не менее 92%. Таким образом, результаты исследований подтверждают возможность сохранности высоких посевных качеств пшеницы при хранении ее предлагаемым способом. Недостаток кислорода в воздухе межзерновых пространств предупреждал развитие в зерновой массе насекомых-вредителей хлебных запасов, которые не были обнаружены в отбираемых пробах зерна.

Внутренняя микрофлора зерна пшеницы в исходных партиях была равна 58 колоний грибов на 100 зерен, через шесть месяцев хранения зараженность грибами

уменьшилась до 36 колоний. Это свидетельствует о том, что ограниченное присутствие кислорода воздуха в межзерновых пространствах способствовало подавлению развития грибов. Температура зерна в зернохранилищах всегда была ниже температуры окружающего воздуха. Повышенная концентрация углекислого газа в зернохранилищах в период хранения привела к снижению количества грибов и микробов, а также к появлению мертвых насекомых в конце срока хранения.(Таблица3.9)[85].

Таблица 3.9 Зависимость температуры зерна, хранившегося в полиэтиленовых рукавов, от температуры атмосферного воздуха

Месяц	Температура воздуха, °С	Температура пшеницы, ° С
Август	24,8	28,2
Сентябрь	19,4	20,7
Октябрь	11,8	18
Ноябрь	4,9	9,7
Декабрь	4,3	6,1
Январь	-6,6	6,1

Отсутствие перепада температур по слоям насыпи зерна В полиэтиленовых рукавов тормозило образование конденсационной влаги. Температура зерна В полиэтиленовых рукавов в течение трех месяцев хранения август-октябрь оставалась значительно выше атмосферной, что подтверждает его очень низкую теплопроводность . Среднемесячная температура января была -6,6°С, а зерна В полиэтиленовых рукавов 6,1°С. Минимальная непродолжительная температура в январе достигала -28°С и рукавов были полностью покрыты снегом. Ощутимые потери зерна пшеницы, хранившегося в течение шести месяцев В полиэтиленовых рукавов, не обнаружены.

Отсутствие ощутимых потерь, предусмотренных нормами естественной убыли, подтверждается сохранностью и повышением качественных показателей зерна и семян [95, 96].

ГЛАВА 4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Анализ производительности комбайна

Традиционная технология уборки. Расчет рабочей скорости и производительности выполняли для комбайна New Holland TC 5040, который использовался в качестве испытываемого образца для определения эффективности уборки урожая в Ираке. Расчеты рабочей скорости, рабочей ширины захвата и производительности (формулы . (2.1, 2.2, 2.3) приведены в таблице (4.1)

Таблица-4.1 Значения рабочих параметров комбайна
New Holland TC 5040.

Показатели	Обозначение	Значение параметра
Рабочая ширина захвата, м	B_p	5,77
Рабочую скорость движения, км/ч	V_p	6,67
Расчетная производительность комбайна, т/ ч	$W_{\text{ч}}$	10,21
Время заполнения бункера комбайна, ч	$t_{\text{бунк}}$	0,37
Скорость разгрузки бункера, ч	$t_{\text{выг}}$	0.016

Где все регистрации регистрировались в течение трех дней (таблица 4.2), из которой были вычтены среднее чистое рабочее время, время ожидания, время перерыва и все остальное время.

Таблица 4.2 – Результаты хронометражных наблюдений за работой комбайна
(провинция Эс Сувайра, Ираке)

Технологические показатели	Обозначение	Контрольные смены			
		1 - день	2 - день	3-день	Среднее
Время основной работы, час	$T_{\text{раб}}$	4,88	4,52	4,78	14,18
Время переезда к месту работы и обратно, время переезда с поля на поле, час	$T_{\text{переезда}}$	0,94	0,89	0,83	0,88
Время на проведение ежесменного технического обслуживания комбайна , час	$T_{\text{обслуж}}$	0,89	1,02	0,91	0,94
Время на обеденный перерыв, час	$T_{\text{отд}}$	1,00	1,00	1,00	1,00
Время разгрузки бункера, час	$T_{\text{разгр}}$	0,74	0,64	0,66	0,68
Время на отдыха, час	$T_{\text{вхолостую}}$	0,33	0,26	0,34	0,31

Время на проведение наладки и регулирования, час	$T_{\text{проведение}}$	0,73	0,63	0,71	0,69
Время перемещения в пределах поля для выгрузки бункера, час	$T_{\text{перемещения}}$	2,86	2,48	2,38	2,57
Времени на повороты, час	$T_{\text{поворот}}$	0,20	0,24	0,23	0,22
Время смены, час	$T_{\text{см}}$	11,91	12,07	12,08	36,06 ¹
Коэффициент использования времени смены, час	τ	0,409	0,374	0,395	0,393
Производительность комбайн за один час сменного, т/ч	$W_{\text{см}}$	4.01			

1- суммарная продолжительность хронометражных наблюдений.

Эффективность сбора урожая и средняя производительность труда в га/час были рассчитаны по формулам (2.4,2.5,2.6,2.7,2.8,2.9,2.10).

Поточная технология уборки. Что касается сроков выполнения работ при использовании бункера и уборке урожая без остановки, то эффективность отличается из-за отсутствия остановки работы с целью выхода на край поля для выгрузки зерна после загрузки комбайна зерном, поскольку выгрузка будет осуществляться непрерывно во время работы в бункере предназначенный для этой цели. (Таблица 4.3) у нас есть разница в сроках выполнения работ по сравнению с обычной уборкой урожая и, следовательно, разница в эффективности уборки урожая и производительности (тонн/час).

Таблица 4.3 – Результаты хронометражных наблюдений для сбора урожая при использовании бункера-накопителя с комбайном

Технологические показатели	Обозначение	Контрольные смены
Время основной работы, час	$T_{\text{раб}}$	8,63
Время переезда к месту работы и обратно, время переезда с поля на поле, час	$T_{\text{переезда к месту}}$	0,89
Время на проведение ежесменного технического обслуживания комбайна, час	$T_{\text{обслуж}}$	0,94
Время на обеденный перерыв, час	$T_{\text{отд}}$	1,00
Время разгрузки бункера, час	$T_{\text{разгр}}$	0
Время на отдыха, час	$T_{\text{вхолостую}}$	0,31
Время на проведение наладки и регулирования, час	$T_{\text{проведение}}$	0
Время перемещения в пределах поля для выгрузки бункера, час	$T_{\text{перемещения}}$	0
Времени на повороты, час	$T_{\text{поворот}}$	0,22
Время смены, час	$T_{\text{см}}$	12,00
Коэффициент использования времени смены, час	τ	0,716
Производительность комбайн за один час сменного, т/ч	$W_{\text{см}}$	7,31

Потенциальная производительность составляет 10,21 тонны в час, в то время как фактическая производительность комбайна при традиционной уборке урожая составляла 4,01 тонны в час. Что касается использования бункера-накопителя с комбайном и непрерывной уборки урожая, то фактическая производительность достигла 7,31 тонны в час.

Существенная разница в эффективности сбора показана формулой (2.9), где при уборке без использования бункера коэффициент использования рабочего времени смены составил 0,39, что является крайне низким показателем и приводит к увеличению сроков уборки и высокому уровню потерь зерна. При этом эффективность уборки урожая с использованием бункера (непрерывная уборка урожая) коэффициент использования рабочего времени смены составила 0,71, что позволит увеличить производительность в 1.82 раза, что скажется на увеличении темпов уборки и снижении потерь.

4.2. Анализ затрат на автомобильные перевозки зерна.

Автономная работа комбайнов. Расчет стоимости автомобильной перевозки урожая пшеницы проводили применительно к провинции Эс-Сувайры, Площадью посева пшеницы 30 115 га и общий объем собранного урожая составляет 99 тыс. тонн при урожайности 3,4 ц/га. Затраты на транспортировку и хранение урожая варьируют в зависимости от места хранения. Первый элеватор расположен в городе Васит, который находится на расстоянии 38,6 км от места эксперимента, его вместимость составляет 50 тысяч тонн, а второй элеватор расположен в мухафазе Ди-Кар, который находится в 72 км и объем транспортных работ - 49 тысяч тонн.

Организация перевозок зерна в Ираке основана на аренде грузовиков. Что касается метода расчета стоимости, то она делится на две части:

.1. Оплата простоя при ожидании погрузки в поле и времени ожидания при выгрузке зерна на элеваторах, рассчитывается по временному тарифу в рублях за 1 час простоя;

2. Стоимость транспортировки зерна от поля до элеватора рассчитывается в рублях за тонну, умноженную на пройденное расстояние в км..

В таблице 4.4 приведены подробные данные наблюдений и расчетные средние характеристики по 4 грузовым автомобилям, работавшим на транспортировке части урожая на элеватор в районе Эс-Сувайра, который находится в 38,6 км .

В таблице 4.4 также показана загрузка каждого грузовика, время ожидания при загрузке, время ожидания в элеваторе и время, необходимое для переезда с поля до элеватора.

Таблица 4.4- Перевозка урожая на 1 элеваторе (38,6 км)

Номер грузовика	Масса перевозимого зерна, т	Время ожидания	
		в полевых условиях	при выгрузке
Первый грузовик с грузом,	31,5	6,15	2,22
Второй грузовик с грузом,	31,9	6,20	2,24
Третий грузовик с грузом,	32,2	5,90	2,76
Четвертый грузовик с грузом,	32,4	6,24	2,83
Среднее значение	32,0	6,12	2,51

В таблице 4.5 приведены подробные данные и расчетные параметры для четырех грузовых автомобилей, работавших на транспортировке второй части урожая на элеватор в районе Ди Кар, который находится в 72 км.

Таблица 4.5- Перевозка урожая на 2 элеваторе (72 км).

Номер грузовика	Масса перевозимого зерна, т	Время ожидания	
		в полевых условиях	при выгрузке
Первый грузовик с грузом,	31,8	6,72	2,12
Второй грузовик с грузом,	32,7	6,33	2,08
Третий грузовик с грузом,	31,6	6,73	2,01
Четвертый грузовик с грузом,	31,9	5,93	2,23
Среднее значение	32,0	6,42	2,11

Затраты на транспортировку зерна автомобильным транспортом будут рассчитаны по формуле (2.41) для двух элеваторов, расположенных на расстоянии 38,6 и 72 км (таблицы 4.6 и 4.7).

Таблица 4.6 Стоимость простоя при ожидании погрузки и разгрузки зерна на элеваторах для традиционной технологии уборки

Элеватор Эс Сувайра (среднее расстояние 38,6 км)				
Место ожидания	Время, час	Тариф,руб/час	Затраты на ожидание (32 тонны), руб	Затраты на ожидание, руб./тонна
Среднее время ожидания в полевых	6,12	1400	8568	267,7
Среднее время ожидания на элевате	2,51	1400	3514	109,9
Общее время	8,63	1400	12082	377,5
Элеватор Ди Кар (среднее расстояние 72 км)				
Среднее время ожидания в полевых	6,42	1400	8988	280,8
Среднее время ожидания на элевате	2,11	1400	2954	92,3
Общее время	8,53	1400	11942	373,1

В таблице 4.6 были рассчитаны затраты на ожидание на полях и элеваторах для традиционной технологии уборки. Затраты на ожидание в поле при загрузки и на первом элеваторе при ожидании выгрузки составили - 377,5 рублей/тонна, в то время как затраты на ожидание на втором элеваторе составили - 373,1 рубля/тонна.

Снижению затрат на простои будет способствовать внедрение поточной технологии уборки и совершенствование системы качества продукции на элеваторах.

Вторая часть затрат зависит от объема транспортных работ в тонно-километрах (т·км) и тарифа на перевозки 2,5 рубля за 1 т·км. Затраты на транспортировку приведены в таблице 4.7.

**Таблица 4.7 Затраты на транспортировку зерна на элеваторы
при традиционной технологии уборки урожая**

Провинция и среднее расстояние перевозки, км	Объем транспортной работы, т км	Тариф на перевозку зерна, руб./т·км	Общие затраты, руб	Общие транспортные расходы, руб./тонна.
Эс Сувайра (38,6)	1235,2	2.5	3088	96
Ди Кар (72)	2304	2.5	5760	180

Что касается транспортировки зерна на расстояние 38,6 км в г Васит удельные затраты составили 96 рублей за 1 т, а для перевозки в г. Эс Сувайра на расстояние 72 км это удельные затраты составили 180 рублей за 1 т перевезенного груза. Затраты на перевозку зерна на втором элеваторе можно существенно уменьшить за счет размещения временных складов из полиэтиленовых рукавов.

**Таблица 4.8 Общие расходы на ожидание и транспортировку зерна на элеваторе,
(традиционная схема уборки)**

Среднее расстояние, км	Затраты на ожидание руб./тонна	Транспортные расходы, руб./тонна	Общие затраты руб./тонна
Эс Сувайра (38,6)	377,5	96	473,5
Ди Кар (72)	373,1	180	553,1

Суммарные затраты на транспортировку зерна на расстояние 38,6 км составили 473,5 руб./тонну, в то время как стоимость транспортировки на расстояние 72 км составила 553,1 руб./тонну.

Групповая работа комбайнов. Затраты на транспортировку зерна автомобильным транспортом будут рассчитаны по формуле (2.41) для двух элеваторов, расположенных на расстоянии 38,6 и 72 км, при групповой работе комбайнов (таблица 4.9).

Таблица 4.9 Стоимость простоя при ожидании погрузки и разгрузки зерна на элеваторах, при групповой работе комбайнов

Элеватор Эр Сувайра (среднее расстояние 38,6 км)				
Место ожидания	Время ,час	Тариф,руб/час	Затраты на ожидание (32 тонны), руб	Затраты на ожидание руб./тонна
Среднее время ожидания в полевых	1,54	1400	2156	67,3
Среднее время ожидания на элевате	2,51	1400	3514	109,8
Общее время	4.05	1400	5670	177,1
Ди Кар (среднее расстояние 72 км)				
Среднее время ожидания в полевых	1,44	1400	2016	63
Среднее время ожидания на элевате	2,51	1400	3514	109,8
Общее время	3,95	1400	11942	172,8

Затраты на перевозку зерна останутся прежними, а время ожидания загрузки автомобмлей в поле при групповой работе сократится в 3,97...4,45 раза.

Таблица 4.10 Общие расходы на ожидание и транспортировку зерна на элеваторе, (поточная схема уборки)

Элеватор	Среднее расстояние,км	Затраты на ожидание руб./тонна	Транспортные расходы, руб./тонна	Общие затраты, руб./тонна
1. Васит	38,6	177,1	96	273,1
2. Ди Кар	72	172,8	180	352,8

Соответственно общие затраты на автомобильные перевозки зерна до элеватора в г. Васит и снизятся на 2.13, а до элеватора в г. Ди Кар снизятся в 2.17 раза.

4.3 Оптимальная организация процесса уборки пшеницы.

Традиционная схема уборки урожая. Парк зерноуборочных комбайнов в Эс-Сувайре насчитывает 50 единиц, в среднем нагрузка на 1 комбайн более 600 га, что существенно больше по сравнению с передовыми странами. Из-за плохого планирования и организации работ при высокой температуре в период уборки зерновых в Ираке, существенно увеличиваются сроки уборочных работ до 30 дней и более, что приводит к потерям более 15-20% и большой вариации от провинции к провинции.

Сезон сбора урожая в провинции ЭсСувайра начинается в мае и оптимальная продолжительность 4-5 дней. Для определения потерь зерна при механизированной уборке определили коэффициенты интенсивности потерь K_1 и K_2 для условий провинции ЭсСувера (Ирак) (Таблица 4.11).

Таблица 4.11 Коэффициенты интенсивности потерь

Культура	Время, дни		Абсолютный вес зерна, г		Интенсивность потерь, ед/сутки		Темп созревания, га/сутки
	t_1	t_2	Q	Q_1	K_1	K_2	P
Пшеница	5	4	40,3	39,6	0,019	0,012	6023

Общая площадь района составляет 30115 га, а максимальная урожайность - 4,0 т/га. Для приведенных исходных данных выполнены расчеты по формулам (3.1, 3.2 , 3.3). Темп созревания хлебной массы в условиях Ирака составит 6023 гектара за сутки. Темп уборки зависит от производительности комбайна, числа комбайнов и продолжительности уборочных работ (продолжительность смены, коэффициента сменности). Уборка попадает на сухой период, поэтому коэффициент погодности принимаем равным 1.

Для оценки потерь зерна Q_1 и Q_2 для имеющегося комбайнового парка проведены расчеты для оптимальной схемы уборки при автономной схеме

работы комбайнов. Темп уборочных работ изменяли за счет увеличения продолжительности работы в течение суток от 10 до 18 часов используя формулы (2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17 и 2.18). Результаты расчета приведены в таблице 4.12. [114].

Таблица 4.12 Результаты имитационного моделирования процесса уборки (традиционная схема уборки урожая)

Продолжительность смены, час (50 комб.)	W_c , га/сутки	Продолжительность уборки, T_y (дни)	Оптимальные параметры		N^* , шт	Потери, т		
			T_m , дни	F_c , га		Q1	Q2	Суммарные потери
10	590	51	17,8	11642,4	178	7874,8	12521,1	20395,9
12	707	42	14,5	11614,8	149	6399,7	10254,5	16654,1
14	825	36	12,1	11556,8	128	5309,1	8646,7	13955,8
16	943	32	10,4	11627,7	113	4595,2	7336,6	11931,8
18	1061	28,3	9	11590,8	100	3964	6394,6	10358,6

*• - Необходимое количество комбайнов при 5% потерь

Результаты расчета показывают, что при традиционной схеме уборки и наилучшем варианте организации работ общие потери составят 10358,6 т, что соответствует 10% (Рис.4.1). При этом продолжительность уборки составит 28,3 дня. Для обеспечения 5% уровня потерь потребуется 100 комбайнов (потребуется увеличение парка в 2 раза).

При нормированной продолжительности времени смены в 10 часов из-за короткого сезона сбора урожая, который не превышает 4-5 дней, общие потери составят 20395 т (20%).

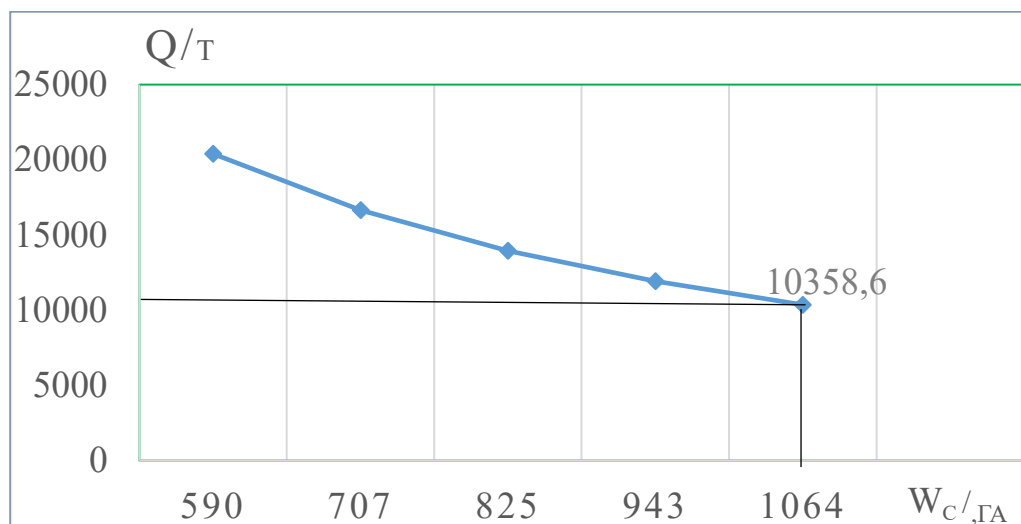


Рисунок 4.1 Зависимость потерь от темпа уборочных работ (формула 2.11)
(традиционная схема уборки)

При традиционной схеме уборки урожая с использованием 50 комбайнов и продолжительности работы 10 часов, темп уборки составит 590 га/день, а при продолжительности работы 18 часов - 1064 га/день.

Поточная уборка урожая. При использовании метода непрерывной поточной уборки производительность комбайна увеличится до 7,31 т/ч, что эквивалентно 2,15 га/ч. После использования формул (2.14,2.15,2.16,2.17,2.18) были получены значения (таблица 4.13) [142,143,144,145].

Таблица 4.13 Результаты имитационного моделирования процесса уборки
(поточная уборка урожая)

Продолжительность смены, час (50 комб.)	W_c , га/сутки	$T_{у,дни}$	Оптимальные параметры		N^* , шт	Потери, т		
			T_m , дни	F_c ,га		Q_1	Q_2	Суммарные потери
10	1075	28	8.9	11646,1	103	3938,7	6256,1	10194,8
12	1290	23.3	7.1	11655.3	86	3144,5	4981,8	8126,3
14	1505	20	5.8	11636,7	74	2564,7	4084,4	6649,1
16	1720	17.5	4.8	11556,1	65	2107,8	3433,5	5541,3
18	1935	15.5	4	11403,6	57	1733,3	2947,4	4680,7

- - Необходимое количество комбайнов при 5% потерь

Существует существенная разница в величине потерь при использовании системы непрерывного сбора урожая по сравнению с традиционным сбором урожая, используемым в Ираке (рис. 4.2).

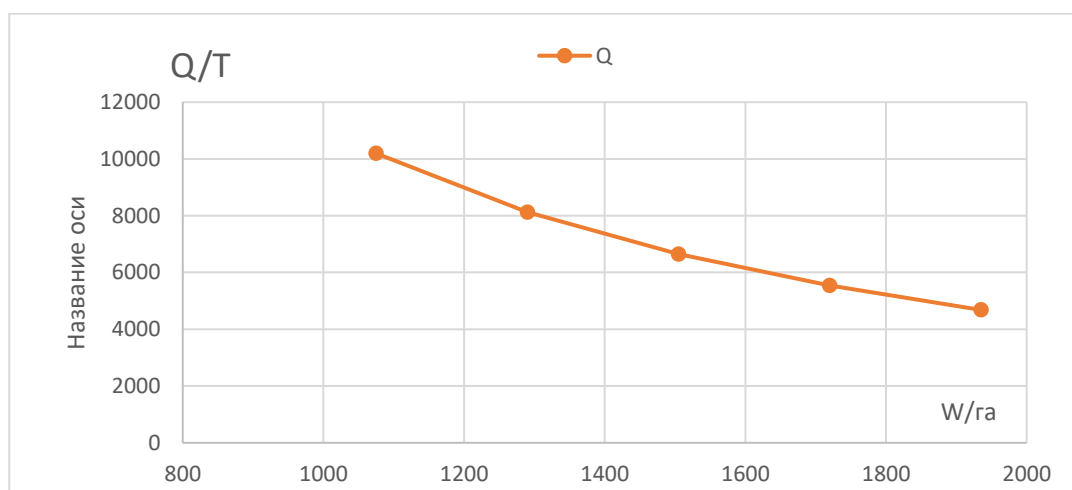


Рисунок 4.2 Зависимость потерь от темпа уборочных работ (га/день)
(Поточная технология сбора урожая)

При поточной уборке урожая с использованием 50 комбайнов и продолжительности работ 10 часов в сутки темп уборки увеличится до 1075 га/день, а при продолжительности работы 18 часов в сутки темп уборки увеличится до 1935 га/день. Использование 50 комбайнов при поточной уборке урожая 99 тысяч тонн потери при работе в течение 10 часов снизятся до 10194,8 тонн, что является довольно высоким показателем. При работе комплекса в течение 18 часов потери снизятся до 4680,7 тонн (5%).

4.4. Результаты оптимизации состава уборочно-транспортного комплекса

Выбор бункера перегрузчика для поточной схемы уборки. Чтобы повысить производительность зерноуборочных комбайнов за счет уменьшения затрат времени на холостые переезды при традиционной схеме уборки предлагается использовать для технологического обслуживания бункер-перегрузчик зерна. Затраты на хранение останутся прежними, а затраты на автомобильные перевозки снизятся существенно за счет снижения простоев при загрузке. При этом важно согласовать емкости бункера-перегрузчика и зернового бункера комбайна. Снижение затрат на сбор урожая с использованием бункера-перегрузчика зерна при групповом использовании зерноуборочных комбайнов

потребуется оптимизации состава уборочно-транспортного комплекса.

Для выбора бункера перегрузчика зерна определили суммарные эксплуатационные затраты для основных моделей, представленных ведущими компаниями (Таблица 4.14) и основные характеристики: объем (м³) и стоимость приобретения. После проведения тщательного анализа всех имеющихся на рынке бункеров с учетом эксплуатационных затрат, емкости бункера комбайна и стоимости приобретения остановились на модели AGRESTO (БПЗ-20), объем – 20 м³ ; стоимость приобретения - 2655,3 тысяч рублей и наименьшие суммарные эксплуатационные затраты – 1616 руб./час. Емкость бункера-перегрузчика зерна может вместить 4 бункера зерноуборочного комбайна New Holland TC 5040.

Таблица 4.14 Эксплуатационные затраты при использовании существующих бункеров-перегрузчиков зерна

Марка	Объем, / м³	Стоимость, тыс.руб	$\sum_{руб/ч}^c$
ПБН-9	9	1062,3	1504
ПБН-16	16	1182,2	1519
ПБН-20	20	2864,6	1766
ПБН-30	30	3680,4	1984
ПБН-40	40	3840,7	2530
ПБН-50	50	4604,1	2552
БПЗ-20	20	2655,3	1616
БПЗ-26	26	3107	1736
БПЗ-38	38	3785	1996
БП-20	20	4100	1687
БП-28	28	4600	1930
БП-25	31	4775	2063
БП-33	42	5420	2346
БП-40	50	7435	2485
БТ-1	36	4940	2482
БТ-5	22	1995	1770
БТ-11	30	3050	1752
БТ-15	50	5488	2332
Gpp-23	23	5340	1859
Gpp-27L	34	7840	1990
Titan34uw	34	7640	2134
1051	37	6450,5	2384
1500	54,5	6750	2486

Эксплуатационные затраты для выбранного бункера-перегрузчика зерна составили 1616 руб./час, из которых можно было рассчитать стоимость тонны, чтобы использовать ее при расчете затрат на сбор урожая, транспортировку и хранение всех вариантов работ.

Оптимизация состава уборочно-транспортного комплекса при хранении зерна на элеваторах. Исходя из хронометражных данных при урожайности 3,4 т/га время заполнения бункера комбайна New Holland TC 5040. составит 0,43 часа. Среднее время рабочего цикла (транспортировка, ожидание, разгрузка) бункера-накопителя, составляет 0,70 часа (расстояние транспортировки урожая до края поля к автомобилю). Показатели работы системы массового обслуживания приведены в таблице 4.15.

Таблица 4.15 Показатели работы системы обслуживания

Технология уборки	Время заполнения, час		Интенсивность, ед/час	
	Бункера комбайна ($t_{\text{бп}}$)	Кузова прицепа, $\sum t$	потока заявок, (λ)	обслуживания заявок, (μ)
1. Традиционная	-	-	-	-
2. Поточная	0,43	0,70	2,32	1,43
3. Полиэтиленовые рукава	0,43	1,2	2,32	0,83

Производительность комбайна в этом случае составит 7,31 т/ч. Следует учитывать тот факт, что стоимость эксплуатации комбайна составляет 3435,8 рублей за час, а бункера-накопителя - 1616 рублей в час.

Площадь посева пшеницы в провинции Васит составила 30115 га. Часть уборочного зерна 50 тыс. тонн и отправляли на элеватор в г. Васит и 49 тыс. тонн на элеватор в г. Ди-Кар. При использовании 1 прицепа-перегрузчика рассматривались несколько вариантов с различным количеством комбайнов (1...4 шт.).

В качестве критерия для выбора оптимального варианта использовали минимум суммарных затрат с учетом среднего количества простаивающих комбайнов и прицепов-перегрузчиков. В процессе имитационного моделирования

для одного бункера-перегрузчика рассматривали разное количество обслуживаемых комбайнов (Таблица 4.15). Значения и параметров системы рассчитывались с использованием формул (2.23, 2.24, 2. 25, 2.26) .

Были рассмотрены несколько различных вариантов по количеству комбайнов от 1 до 4. Расчеты проводили по формулам (2.27, 2.28, 2.29, 2.30, 2.31, 2.32) [146, 147, 148 ,149 ,150] Таблица 4.15 и 4.16.

Таблица 4.15 Алгоритм расчета показателей системы массового обслуживания

Число требований в системе К	Число агрегатов, ожидающих обслуживания (k-n)	Число свободных обслуживающих агрегатов (n-k)	$\frac{P_k}{P_0}$	P_k	KP_k	$(k-n) P_k$	$(n-k) P_k$
0	0	1	1	0,418	0	0	0,418
1	0	0	0,974	0,407	0,407	0	0
2	1	0	0,211	0,088	0,176	0,088	0
3	2	0	0,205	0,085	0,255	0,17	0
			2,39	1,00	0,838	0,258	0,418

Таблица 4.16 Суммарные эксплуатационные затраты и коэффициенты простоя для уборочно-транспортного комплекса при групповой работе комбайнов.

Количество комбайнов	Количество бункеров перегрузчиков	K_{np}	$K_{np}^{'}$	$\sum \frac{C}{руб/Т}$
1	1	0,000	0,756	691
2	1	0,056	0, 570	614.9
3	1	0,086	0,418	594.8
4	1	0,198	0,289	654.9

Наилучший вариант: минимальные суммарные эксплуатационные затраты 594, 8 руб на тонну убранного зерна полкчили при соотношении: 1 бункер-перегрузчике и 3 комбайна (Рис.4.3). Так как третий вариант является наиболее подходящим вариантом со стоимостью сбора урожая в 594,8 рубля/тонна. Из таблицы 4.9, где стоимость транспортировки урожая была рассчитана в размере 273,1 руб/тон (Рисунок 4.3).

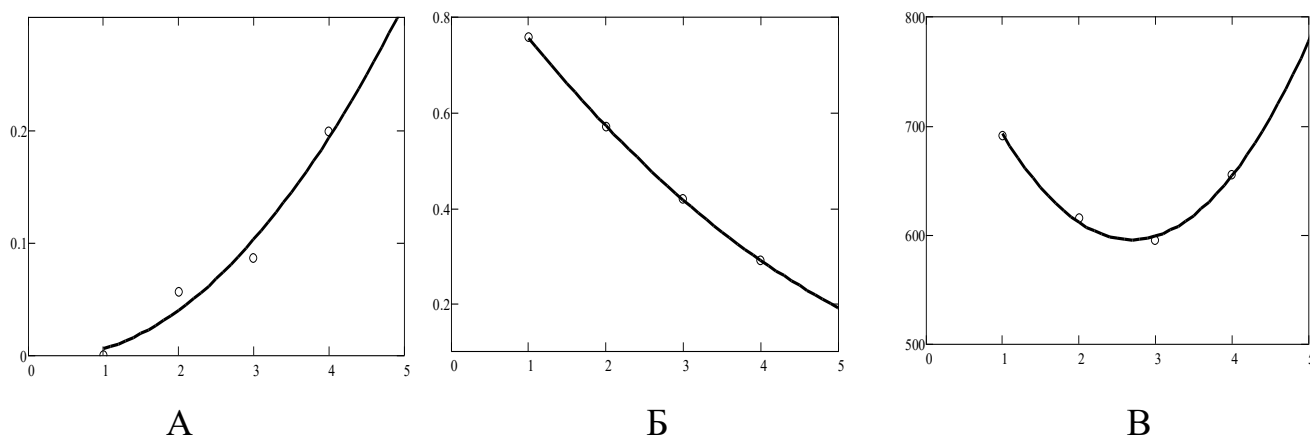


Рисунок 4.3 Коэффициенты простоя комбайна (А), бункера-перегрузчика (Б) и суммарные затраты (В) при использовании 1 бункера и разного количества комбайнов.

Для обеспечения непрерывной работы зерноуборочных комбанов необходимо обеспечить ввод в работу 3-х зерноуборочных комбайнов со смещение во времени.

4.5. Обоснование комплекса машин для технологии уборки и хранения зерна в полиэтиленовых рукавах.

Исходные данные для определения эксплуатационных затрат. Для целей расчета стоимости сельскохозяйственной техники, используемой для уборки урожая, стоимость каждой машины рассчитывается отдельно с учетом амортизации, страхования и затрат на оплату труда на одну машину.(Таблица 4.17).

Где из таблицы 4.17 были установлены все необходимые значения цены оборудования, срока службы каждого из них и количества рабочих часов в течение года, с помощью формул (2.34,2.35,2.36,2.37,2.38,2.39) значения были Где вы можете рассчитать затраты на амортизацию, страхование и техническое обслуживание для каждого используемого вами оборудования, что необходимо для определения затрат на рабочую силу в расчете на один рабочий час и из которых были извлечены затраты на тонну, включая загрузочно-разгрузочное оборудование.

Таблица 4.17 Исходные данные для расчета затрат по каждому агрегату

Оборудование	комбайн (New Holland TC 5040)	бункер AGRESTO (БПЗ- 16)	загрузка Мзу-01к	выгрузка МЗР
Б, тыс руб	6100	2910,3	1720	2337
Т _{год, час}	420	850	196	220
Т, лет	15	15	12	12
С _{Тсм} , руб	984	620	620	890
С _{АМОРТ} , руб	630	275	165	270
С _{ЗТО} , руб	894,8	471	110	243
С _{СТРОХ} , руб	547	0	0	0
С _{ТРУДА} , руб	380	250	250	250
$\sum \frac{C}{\text{руб/ч}}$	3435,8	1616	3,8	5,5

Выбор оборудования для загрузки рукавов Для того чтобы рассчитать стоимость погрузочного оборудования, наиболее подходящее оборудование для эксплуатации в Ираке будет выбрано с использованием таблицы 4.18, в которой показан набор международного оборудования, отличающегося скоростью и точностью, такое оборудование обычно используется при заполнении полиэтиленовых рукавов. Используя формулы (2.34, 2.35, 2.36, 2.37, 2.38, 2.39), рассчитываем амортизационные отчисления, расходы на страхование и техническое обслуживание для каждой из машин, с целью выбора наиболее подходящей машины.

Таблица 4.18 Обоснование выбора машин для загрузки зерна в полиэтиленовые рукава

Марка	Скорость выгрузки/загрузки, т	Стоимость, тыс. /руб	$\sum \frac{C}{\text{руб/ч/}}$	$\sum \frac{C}{\text{руб/т}}$
Мзу-01к	350	1782	1345	3,8
Мзу-01.02	100	2100	1370	13,7
Зпм-180	350	2640	1405	4

Таблицы 4.18, что первый вариант (Мзу-01к) для рассматриваемой технологии является оптимальным вариантом с ориентировочными затратами в 3,8 руб./т и может быть принят в процессе загрузки зерна . Обратите внимание, что рабочая ширина машины составляет 2,74 м, что идентично рабочей ширине рукавов, используемых в большинстве стран, включая Египет, которая считается идеальной.

Выбор оборудования для на выгрузки зерна из рукавов. Для того чтобы рассчитать затраты на разгрузочное оборудование, наиболее подходящее оборудование для эксплуатации в Ираке будет выбрано с использованием таблицы 4.19, в которой представлен набор международного оборудования, которое отличается скоростью и точностью, обычно это оборудование используется при выгрузке зерна из полиэтиленовых рукавов и транспортировке его на элеваторы, рынки или любые другие объекты. в другом месте. Используя формулы (2.34,2.35,2.36,2.37,2.38,2.39), рассчитайте амортизационные отчисления, расходы на страхование и техническое обслуживание для каждой из машин, с целью выбора наиболее подходящей машины.

Таблица 4.19 Обоснование выбора машин для выгрузки зерна
из полиэтиленовых рукавов

Марка	Грузоподъемность/ т	Стоимость, тыс. /руб	$\sum \frac{C}{\text{руб/ч}}$	$\sum \frac{C}{\text{руб/т}}$
МЗР	300	2337	1653	5,5
ЗРМ-180	180	2830	1424	7,9
EXG 300	280	2620	1570	5,6
EXG 400	280	2980	1584	5,7

Анализ эксплуатационных затрат машин для выгрузки зерна из рукавов (Таблица 4.19) показывает, что первый вариант (МЗР) является оптимальным вариантом с ориентировочными эксплуатационными затратами в 5,5 руб./т и может быть принят в процессе выгрузки зерна.

Затраты на полиэтиленовые рукава. В тех случаях, когда погодные условия в некоторой степени схожи с погодными условиями в Ираке и Египте, как показано в таблице 4.20, в которой приведены некоторые типы полиэтиленовых шлангов, используемых в некоторых соседних странах, а также их размеры [151] для хранения 49000 тонн.

В предлагаемом варианте вместо удаленного элеватора предлагается для хранения зерна использовать полиэтиленовые рукава фирмы *Qirgdao*[150]. Вместимостью 200 т и стоимостью 54 тыс. руб.

Таблица– 4.20 Размеры пластиковых рукавов, их вместимость,цены

Номер	Длина, м	Диаметр, м	Количество зерна, которое может быть упаковано, тонн	Цены рукава / р
1	60	1,8	65	33000
2	60	3	180	52000
3	75	2,74	200	54000
4	100	1.8	110	56500
5	100	3	300	72500

Для хранения 6125 т необходимо 31 рукавов.

4.6.Результаты оптимизации состава уборочно-транспортного комплекса при хранении в полиэтиленовых рукавах

Для снижения затрат на уборку рассматривали замену хранения 49 тыс. тонн зерна в элеваторе в г. Ди Кар (расстояние перевозки 72 км) на временные склады с использованием полиэтиленовых рукавов. Для этой схемы оптимизировали количество точек размещения складов и оптимизировали состав уборочно-транспортного комплекса, состоящего из зерноуборочных комбайнов,

бункеров-перегрузчиков зерна, машины для загрузки зерна в полиэтиленовые рукава и машины для выгрузки зерна из рукавов в транспортное средство.

При увеличении числа точек хранения уменьшается площадь уборки для заполнения рукавов и уменьшается средний радиус обслуживания (Таблица 4.21)

Таблица 4.21 Зависимость расстояния перевозки зерна от числа точек хранения (вместимостью 200 тонн)

Количество мест x	Кол-во рукавов $Q, т$	$F, Га$	$D, км$	$R, км$
1	245	14848.4	76.8	38.4
2	123	7424.2	38.4	19.2
3	82	4949.4	25.6	12.8
4	62	3712.1	19.2	9.6
5	49	2969.6	15.3	7.65
6	41	2474.7	12.8	6.4
7	35	2121.2	10.9	5.45
8	30	1856	9.6	4.8
9	28	1649.8	8.5	4.2
10	25	1484.8	7.6	3.8

С увеличением количества точек уменьшается убираемая площадь для УТК и радиус перевозки Рис.4.4.

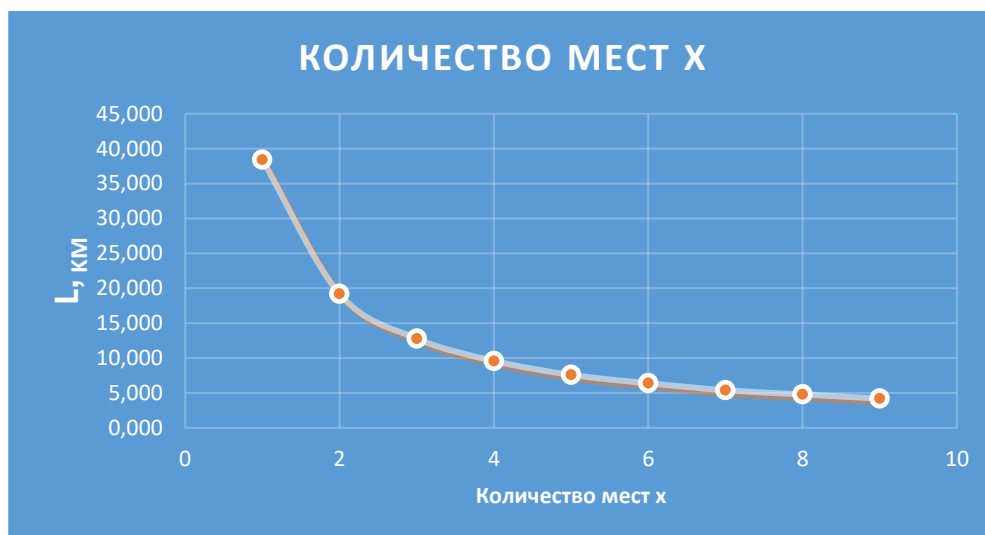


Рисунок 4.4 – Зависимость расстояния перевозки зерна от количества точек размещения временных складов.

Для достижения наилучшей производительности и максимальных преимуществ будет выбрано количество мест хранения, при минимальных затратах на выполнение производственного процесса. При расчете затрат на сбор урожая, транспортировку и хранение в полиэтиленовых рукавах учитывали затраты на сбор урожая, загрузку и разгрузку рукавов, затраты на охрану и стоимость рукавов.

Оптимизация уборочно-транспортного комплекса: Время заполнения бункера комбайна составляет 0,43 часа. Общее время рабочего цикла бункера (транспортировка, ожидание, погрузка и разгрузка) составляет 1,2 часа (расстояние транспортировки урожая составляет 4,8 км), производительность комбайна - 7,31 тонны в час. Следует отметить, что эксплуатационные расходы комбайна составляют 3435,8 руб./час, эксплуатационные расходы бункера - 1616 руб./час, а производительность транспортного бункера составляет 13,3 тонны в час. Площадь опытного участка составляет 14848,4 га, при общей урожайности 49000. тонн, где были выбраны четыре рабочих вариантов для получения оптимального варианта[152] (таблицы 4.22).

В расчетах рассматривали для 2-х бункеров перегрузчиков разное количество обслуживаемых комбайнов: от 2 до 5 . Результаты расчета приведены втаблице 4.22. и на рисунке 4.5.

Таблица 4.22 - Алгоритм расчета оценок эффективности работы УТК
(2 бункера и 4 комбайна)

Число требований в системе К	Число агрегатов, ожидающих обслуживания (k-n)	Число свободных обслуживающих агрегатов (n-k)	$\frac{P_k}{P_0}$	P_k	KP_k	$(k-n) P_k$	$(n-k) P_k$
0	0	2	1	0,155	0	0	0,310
1	0	1	2.230	0,347	0,347	0	0,347
2	0	0	1.866	0,290	0,580	0	0
3	1	0	1.040	0,161	0,483	0,161	0
4	2	0	0.290	0,045	0,180	0,090	0
			6.426	1,00	1.59	0.251	0,657

Таблица 4.23 Коэффициенты простоя комбайнов, бункеров-перегрузчиков и суммарные эксплуатационные затраты для разного состава УТК

Количество комбайнов	Количество бункеров перегрузчиков	K_{np}	K_{np}'	$\sum \frac{C}{руб/Т}$
2	2	0	0.641	691
3	2	0,023	0,474	631.9
4	2	0,062	0,328.5	618.9
5	2	0,117	0,210	632.4

Так как третий вариант является наиболее подходящим вариантом со стоимостью сбора урожая в 618,9 рубля/тонна.

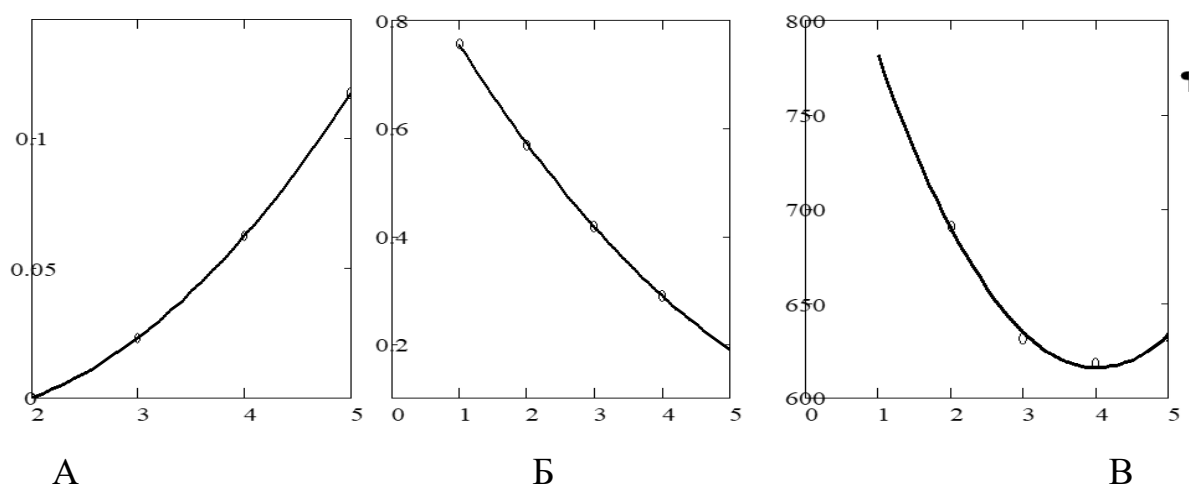


Рисунок 4.5 Коэффициенты простоя комбайна (А), бункера-перегрузчика (Б) и суммарные эксплуатационные затраты (В)

Затраты на охрану Это оценивается в 2 пункта охраны, которые работают поочередно, пункт охраны получает ежемесячную зарплату в размере 30 тысяч рублей в месяц, а также в целях хранения в течение 12 месяцев. В течение нескольких месяцев стоимость охраны для одного человека становится равной 1920 тысячам рублей, Для расчета общих затрат (руб./тонна) используется формула (2.43).

Таблица 4.24 Суммарные затраты на хранение зерна Обоснование количества мест хранения

Количество мест х	Эксплуатационные затраты УТК, руб./т	Затраты на охрану, руб/т	Затраты на рукава, руб/т	Затраты на загрузку-выгрузку, руб/т	$\sum C$ руб/т
1	801,3	14,6	270	9,3	1095,2
2	768,5	29,7	270	9,3	1077,5
3	745,5	42,8	270	9,3	1067,6
4	721,9	58,7	270	9,3	1059,9
5	687,1	73,4	270	9,3	1039,8
6	665,1	88,1	270	9,3	1032,5
7	640,1	102,8	270	9,3	1022,2
8	618,9	117,5	270	9,3	1015,7
9	615,4	132,2	270	9,3	1026,9
10	610,7	146,9	270	9,3	1036,9

В зависимости от количества мест хранения затраты варьируются по УТК снижаются и достигают минимума 618,9 руб/т при составе УТК: 2 бункера-перегрузчика и 4 зерноуборочного комбайна (Таблица 4.23). С учетом затрат на охрану, на рукава и машины для загрузки зерна в рукава минимальные суммарные затраты получены для восьми точек хранения - 1015,7 руб./т. Это вариант является наиболее подходящим, как показано на рисунке 4.6, где он считается наиболее удобным среди других затрат и может быть принят при проведении расчетов.

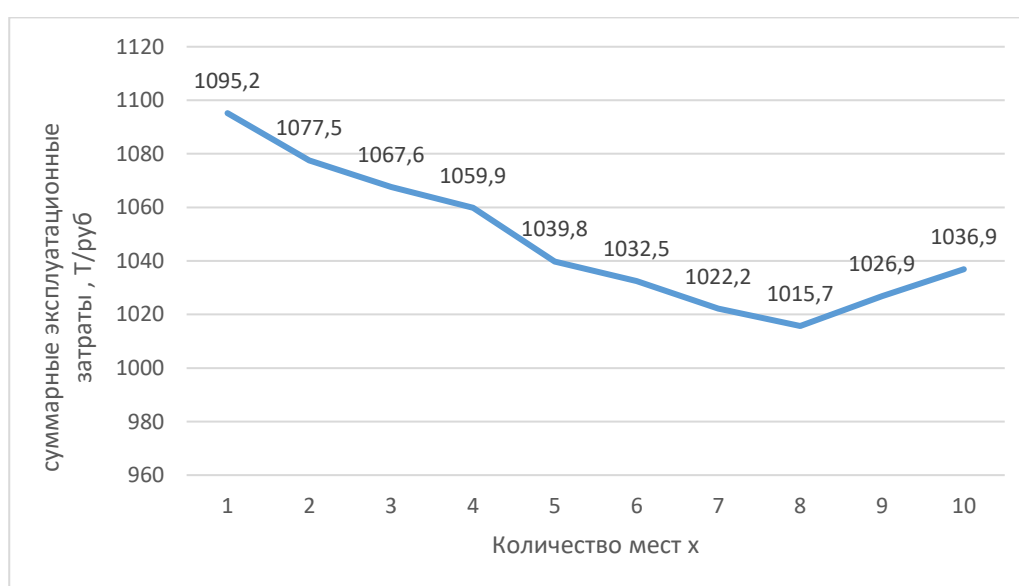


Рисунок 4.6 – Суммарные затраты на эксплуатацию комплекса машин в зависимости от числа мест размещения

Из таблицы 4.23 видно, что наилучшее распределение достигается при наличии всего восьми пунктов хранения. При использовании полиэтиленовых рукавов они идеально распределяются по полям, предназначенным для выращивания пшеницы в Ираке.

4.7. Сравнительный технико-экономический анализ технологических схем уборки.

Исследуемые технологические схемы уборки пшеницы в Ираке представлены на рис. 4.7. Традиционная технология уборки зерновых культур

отличается большими затратами времени на переезды автономно работающих комбайнов и низким коэффициентом использования времени смены 0,39. При потенциальной производительности комбайна 10,21 т/час на практике получаем всего 4,01 т/час и соответственно большие эксплуатационные затраты 887,9 руб/т.









Технологии уборки зерновых		
1. Традиционная технология		
Зерноуборочный комбайн	Автомобиль зерновоз	Элеватор 1 Элеватор 2
		
2. Поточная уборка		
Группа зерноуборочных комбайнов	Бункер-перегрузчик	Элеватор 1 Элеватор 2
		
3. Поточная с хранением зерна в полиэтиленовых рукавах		
Группа зерноуборочных комбайнов	Бункер-перегрузчик	Загрузка-выгрузка в полиэтиленовые рукава
		

Рисунок 4.7 Технологии уборки зерна

Затраты на автомобильные перевозки составили 473,5 руб/т при перевозке зерна на элеватор в г. Васит (38,6 км) и 553,1 т/час при перевозке в г. ДиКар на расстояние 72 км. Автомобили используются на условиях аренды. Тарифы на перевозку состоят из двух частей: оплата простоя (1400 руб/час) и транспортировку зерна (2,5 руб/т*км). По хронометражным данным среднее время простоя составило 6,12...6,42 часа – ожидание загрузки автомобиля на поле уборки и 2,51...2,11 часа – ожидание результатов анализов на элеваторах.

В суммарной стоимости перевозки на элеватор в г. Васит – 473,5 руб/т оплата простоев составила 79%, а на перевозке зерна на второй элеватор в г. Ди Кар суммарные затраты 553,1 руб/т простои составили 67,5%. Общие затраты на уборку составили 2057, 4 руб/т при хранении зерна на элеваторе в г. Васит и 2137,0 руб/т – при хранении зерна на элеваторе в г. Ди Кар. Доля затрат составила: механизированная уборка – 41...43%; автомобильные перевозки – 23...25% и затраты на хранение – 32...33%.

Таблица 4.25 - Затраты на сбор урожая, транспортировку и хранение для трех схем работы, руб./т.

Схема уборки	Затраты на уборку урожая, руб./т							
	ЗУК	УТК	Автоперевозки	Хранение	Охрана	Стоимость рукавов	Загр/разг	Общие затраты
1	887,9	0	473,5	696	0	0	0	2057,4
	887,9	0	553,1	696	0	0	0	2137
2	0	594,8	273,1	696	0	0	0	1563,9
	0	594,8	352,8	696	0	0	0	1643,6
3	0	594,8	273,1	696	0	0	0	1563,9
	0	618,9	0	0	117,5	270	9,3	1015,7

Использование бункеров-перегрузчиков зерна и групповой работы зерноуборочных комбайнов позволяет увеличить производительность до 7,31 т/ч за счет увеличения коэффициента времени смены с 0,39 до 0,716. Это позволит

снизить эксплуатационные затраты зерноуборочных комбайнов с 887,9 руб./т до 594,8 руб./т или в 1,49 раза.

Увеличение производительности при поточной уборке пшеницы позволит снизить простои автомобилей при загрузке в 3,49...4,45 раза и снизить затраты на автомобильные перевозки с 473,5 руб./т до 273,1 руб./т или в 1,73 раза при перевозке зерна на элеватор в г. Васит и при перевозке зерна в г. Ди Кар с 553,1 руб./т до 352,8 руб./т или в 1,57 раза (таблица 4.25). Дальнейшее снижение затрат на автомобильные перевозки возможно при изменении технологии оценки качества зерна на элеваторах.

При поточной технологии уборки общие затраты на уборку снижаются: с 2057,4 руб./т до 1563,9 руб./т (снижение на 24%) при хранении на элеваторе в г. Васит и с 2137,0 руб./т до 1643,6 руб./т (снижение – 23%).

Общие затраты на уборку, транспортировку и хранение зерна на элеваторах по базовой технологии составят 4194,4 руб./т, а при поточной технологии уборки – 3207,2 руб./т. снижение затрат составит – 987,2 руб./т. При объеме уборки пшеницы 99,0 тыс. тонн экономия средств составит 97732,8 тыс. рублей.

Общий парк зерноуборочных комбайнов в провинция Эс-Сувайра составляет 50 единиц. Для формирования 17 уборочно-транспортных комплексов при цене доставки одного бункера-перегрузчика 2655,3 тысячи руб. понадобится 45140,1 тыс. рублей или 46% от экономии средств.

Поточная технология уборки с хранением зерна в полиэтиленовых рукавах позволяет создавать временные склады для хранения зерна в зависимости от полученного урожая. Минимум эксплуатационных затрат для уборочно-транспортного комплекса, состоящего из 4-х зерноуборочных комбайнов New Holland TC 5040 и 2-х бункеров перегрузчиков зерна БПЗ-20 в агрегате с трактором класса 3 (AGRESTO) равны 618,9 руб./т,

В состав технического комплекса добавлена загрузочная машина Мзу-01К для рукава диаметром 2,74 м и машина для выгрузки зерна из рукавов МЗР. Это не значительно увеличит эксплуатационные затраты на 9,3 руб./т.

Следует отметить, что затраты на хранение зерна на элеваторах 696 руб./т больше затрат на уборку – 594,8 руб./т. В общих затратах на уборку и хранение зерна более 32,7...33,8% для базовой технологии и для поточной уборки 42,3...44,5% .

При хранении зерна в полиэтиленовых рукавах затраты на охрану и приобретение полиэтиленовых рукавов составят 387,5 руб./т, что на 44,3% меньше. В общих затратах по третьей технологии 1015,7 затраты на хранение равны 387,5 руб./т (38,1%). Экономия от хранения зерна в полиэтиленовых рукавах по сравнению с хранением в элеваторах составляет 308,5 руб./т и для всего объема 49 тыс т. – 15116,5 тысячи рублей.

Минимум суммарных эксплуатационных затрат с учетом затрат на охрану и полиэтиленовые рукава получен для 8 точек хранения урожая – 1015,7 руб./т. Средний радиус обслуживания 4,8 км, площадь поля 1856 га. Для размещения 6125 т зерна понадобится 30 рукавов вместимостью 200 т диаметром 2,74 м. Предлагаемая технология позволит снизить эксплуатационные затраты на хранение в элеваторе г. Ди Кар с 1643,6 руб./т до 1015,7 руб./т или в 1,62 раза. В этом случае экономия составит 627,9 руб./т. При хранении 49,0 тыс. тонн экономия составит 30767,1 тыс. рублей.

Технико-экономическая оценка рассматриваемых технологий по ГОСТ 34393-2018 и приведен в таблицах 4.26, 4.27 и 4.28:

Таблица 4.26 Показатели экономической оценки технологий уборки пшеницы в Ираке

Наименование показателя	Значение показателя по		
	Автономная работа комбайна	Новая технология	
Вид механизированной работы		Поточная технология	Поточная с хранением зерна в полиэтиленовых рукавах
Марка техники (состав МТА)	Комбайн New Holland tc4050	3 Комбайна New Holland tc4050+ БПЗ-20	4 Комбайн New Holland tc4050; +2БПЗ-20 + загрузчик 1МЗУ-01К
Производительность комбайна за 1 ч сменного времени, т/ч	4,01	7,31	7,31

Удельный расход моторного топлива, л/т	5,61	4,03	4,42
Суммарные затраты для технологий, руб./т, в том числе:	2137	1643,6	1015,7
-затраты загрузка/разгрузка , руб./т	0	0	9,3
- автомобильные перевозки, руб/т	553,1	352,8	0
- суммарные эксплуатационные затраты (ЗУК ,УТК) , руб./т в том числе:	887,9	594,8	618,9
- затраты на оплату труда	105,7	95,5	78,2
- затраты на ГСМ	245,3	155,3	171,6
- затраты на ремонт, техническое обслуживание	223,1	120,7	140,9
- амортизационные отчисления	157,1	118,5	123,4
-затраты страховка	156,7	104,8	104,8
-затраты хранение (охрану) , руб./т	696	696	117,5
- стоимость полиэтиленовых рукавов	-	-	270

Таблица 4.27 - Показатели ресурсосбережения новых технологий
(при заданном уровне потерь)

Наименование показателя	Значение показателя по		
	Традиционная технология	Новая технология	
		Поточная уборка	Поточная с хранением зерна в полиэтиленовых рукавах
Совокупные затраты денежных средств на годовой фактический объем работы новой техники, Тys руб	207583	158731,4	127964,3
Годовой условный объем уборки работы,Т,.	99000	99000	99000
Потребность в обслуживающем персонале, чел.	200	152	77
Потребность в моторном топливе на общий объем работ, тыс руб	1666,1	1196,9	1312,7

Как видно из таблицы 4.27, совокупные затраты при традиционной уборки составили 207 583 тыс. рублей, в то время как при поточной уборки они снизились до 158 731,4 тыс. рублей, а при поточной уборке и хранении зерна в полиэтиленовых рукавах снизились до 127 964,3 тыс. рублей.

Что касается численности работников, то при традиционной уборке потребуется 200 человек для обеспечения потерь на уровне 5%. В предлагаемых технологиях потребность в обслуживаемом персонале снижается при поточной технологии до 152 человек, а для поточной и хранения зерна в полиэтиленовых рукавах – 77 человек.

Таблица 4.28 — Показатели сравнительной экономической эффективности на условный объем уборка пшеницы

Наименование показателя	Новая технология	
	Значение показателя по Поточная уборка	Значение показателя по Поточная с хранением зерна в полиэтиленовых рукавах
Годовая экономия совокупных затрат денежных средств , тыс руб	58851,6	79618,7
Снижение себестоимости выполнения работы, %	23,5	38,3
Срок окупаемости капиталовложений, лет	0,85	0,83
Снижение потребности в моторном топливе %	28,1	21,2

Годовая экономия совокупных затрат денежных средств при поточной уборки пшеницы составляют 58851,6 тысяч рублей (табл. 4.28) в сравнении с традиционной технологией. Для поточная технология с хранением зерна в полиэтиленовых рукавах годовая экономия составит 79618,7 тысяч рублей.

Снижение себестоимости выполнения работ составило для поточной технологии 23,5% и для поточной уборки с хранением зерна в полиэтиленовых - 38,3%. Затраты на топливо снизились на 28,1 и 21,2% соответственно. Срок окупаемости капиталовложений – 0,85 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Наиболее важной культурой, возделываемой в Ираке остается пшеница, которая занимает 54,6% посевных площадей. Основное производства зерна приходится на 3 зону стабильности (более 70%) характеризуемой высокой температурой (до 50 градусов) и количеством годовых осадков 350-550 мм. Без полива погибает до 74% посевов. Анализ показывает низкую обеспеченность техникой. В наиболее развитом регионе на 1 трактор приходится 52 га пахотных земель и 601 га приходится на 1 комбайн. Поэтому важнейшей задачей является повышение эффективности использования технического потенциала.

2. Сезон уборки пшеницы приходится на май, характеризуемый высокой температурой 35-40 градусов и осадками не более 150 мм. Уборку начинают при снижении влажности мене 14%, продолжительность фазы полной спелости 4-5 дней, темп созревания посевов достигает 6023 га в сутки. Коэффициенты интенсивности потерь для условий Ирака равны $K_1=0,019$; $K_2=0,012$. Для имеющегося парка 50 комбайнов при их автономной работе в день 10 часов, темпы уборки будут 590 га в сутки и суммарные потери составят 20395,9 т или 20 %; при поточной уборке потери - 10194,8 т (10,2%); при поточной двух сменной работе уборочно-транспортного комплекса потери можно снизить до 5%.

3. Потенциальная производительность наиболее широко используемого при уборке пшеницы в Ираке New Holland TC 5040 ранв 10,21 т/час. При автономной работе комбайна по данным хронометража среднее значение коэффициента использования времени смены равно 0,393 и соответственно производительность ранв 4,01 т/час. При групповой работе комбайнов и использовании бункера-перегрузчика коэффициент использования времени смены увеличивается до 0,715 и соответственно производительность увеличивается до 7,31 т/час.

4. При традиционной уборке простои автомобилей в среднем равны 6,15...6,35 часа на поле при ожидании загрузки и 2, 11 ... 2,51 часа в ожидании разгрузки на элеваторе. Общие затраты на транспортировку зерна составляют 473,5

руб./т на элеватор в г. Васит (38,6 км) и 553,1 руб./т на элеватор в г. ДиКар (72 км). Доля оплаты простоев составили 79% и 67,5% соответственно.

При использовании одного бункера-перегрузчика зерна БПЗ-20 минимальные эксплуатационные затраты получены по обслуживании 3 зерноуборочных комбайнов. При групповой работе комбайнов затраты на ожидание погрузки в поле снижаются в 3,97...4,45 раза. Общие затраты на уборку при поточной технологии снизятся с 2057,4 руб./т до 1563,9 руб./т при хранении на элеваторе в г. Васит (38,6 км) и при хранении на элеваторе в г. Ди Кар снизятся с 2137,0 руб./т до 1643,6 руб./т.

5. Применение новой технологии хранения зерна в полиэтиленовых рукавах вместо элеватора в г. ДиКар расположенного на расстоянии 72 км от убираемых площадей позволит отказаться от автомобильных перевозок и существенно снизить эксплуатационные затраты до 1015,7 руб./т при хранении 49 тыс. т зерна.. Оптимально потребуется создать 8 точек хранения 6125 т зерна в 30 рукавах. Средний радиус обслуживания – 4,8 км.

Минимальные эксплуатационные затраты для уборочно-транспортного комплекса получены для 4 комбайнов и 2 прицепов-перегрузчиков зерна. По минимуму эксплуатационных затрат выбраны: машина для загрузки рукавов – Мзу-01К для диаметра рукава 2,74 м; машина для выгрузки зерна – МЗР.

6. Для обеспечения потерь не более 5% для традиционной технологии понадобится увеличить существующий парк комбайнов в 2 раза и надо иметь 200 человек обслуживающего персонала. При поточной технологии будет достаточно 57 комбайнов и 152 человек, а для поточной технологии и хранение зерна в полиэтиленовых рукавах достаточно 77 человек обслуживаемого персонала.

Годовая экономия совокупных затрат денежных средств (для поточной технологии составила 58851,6 тыс. руб. и поточной с хранением в полиэтиленовых рукавах - 79618,7 тыс. руб. Снижение себестоимости выполнения работы соответственно снизились на 23,5% и 38,3%. Срок окупаемости капиталовложений – 0,85 лет.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Апробация рекомендаций в рамках пилотного проекта в Ираке с целью доказательства эффективности предлагаемых технологий.
2. Проведение практического семинара по новым разработкам в качестве пилотного проекта для специалистов Министератсва и передовых фермеров;
3. Стимулирование фермеров к приобретению оптимального оборудования для группового уборочного комплекса с использованием бункеров-перегрузчиков и разработка рекомендаций по финансовой поддержке государством. Организовать обучение фермеров достижению оптимальной системы работы для снижения потерь при уборке урожая.
4. Включение в учебный процесс в Богдатский университет сельскохозяйственный факультет кафедра сельскохозяйственных машин и оборудования

НАПРАВЛЕНИЕ ПРОДОЛЖЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

- 1.Разработка практических рекомендаций по оптимизации процесса уборки, составу уборочно-транспортного комплекса и новой технологии уборки и хранения зерна в полиэтиленовых рукавах;
2. Разработать рекомендации по внедрению цифровых сервисов для улучшения процесса сбора, транспортировки и хранения пшеницы в Ираке ;
- 3 Мониторинг качества зерна и рекомендации по миксированию партий зерна при выгрузке из полиэтиленовых рукавов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Awadh, S. M. Location, Physiography, and Atmospheric Hazards. In the Geography of Iraq / Awadh, S. M., & Al-Dabbas, M. // Cham: Springer Nature Switzerland. 2024 – pp. 1-18.
2. Alsaaedy, N. Industrial Geography of Iraq. In The Geography of Iraq / Alsaaedy, N. // Cham: Springer Nature Switzerland -2024-pp. 171-184.
3. Kadhim Z. R. An investigation of current status of agricultural mechanization services in Iraq and future suggestions/ Kadhim Z. R. // ARPN Journal of Agricultural and Biological Science. – 2018. – T. 13. – №. 12. – p. 149-164.
4. Al Bujari, W. I. S. Agricultural investment in Iraq (Reality and determinants) for the period (1995-2015) / Al Bujari, W. I. S. // Mesopotamia Journal of Agriculture-2019- T. 47. – №1.
5. Turkey T. R. Mechanization Status, its Technical Indicators and Impact on the Wheat Crop Production in Iraq / Turkey T. R. // Agricultural Engineering. – 2023. – T. 27. – №. 1. – p. 75-85.
6. Obaid R. I. an economic study of wheat production in Iraq for 2018 (al-Aziziya case study)/ Obaid R. I., Blew H. H., Rasham M. H // Plant Archives. – 2020. – T. 20. – №. 1. – p. 390-392.
7. Al-Ansari N. Agriculture in Iraq / Al-Ansari N., Abed S. A., Ewaid S. H. // Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering. – 2021. – T. 11. – №. 2. – p. 223-241.
8. Ismael, T. Y. The oppressive state and civil society/ Ismael, T. Y., & Ismael, J. S. // Government and Politics of the Contemporary Middle East: Discontinuity and Turbulence - 2023.
9. Kadhim Z. R. Analysis for Hiring Decision of Agricultural Mechanization Services in Iraq / Kadhim Z. R. et al. Break-Even // Ama-Agricultural Mechanization in Asia Africa and Latin America. – 2018. – T. 49. – №. 4. – p. 44-48.

10. Ramadhan M. N. influence of selected harvester parameters on quantitative and qualitative losses of bread wheat / Ramadhan M. N //The Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 2013. – T. 44. – №. 2. – p. 264-273.
11. Al-Falluji S. J. Value chain of wheat crop in Baghdad province/Iraq an applied study for year 2017 / Al-Falluji S. J. //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2018. – T. 49. – №. 5. – p. 763.
12. Al-Slevani S. S. A. An investigation of the amount of grain loss—using plant density and reel index of two popular brands of combine harvesters / Al-Slevani S. S. A., Hilal Y. Y., Rafiq M. H. – 2022.
13. Qasim, S. Agriculture in Iraq in The geography of Iraq / Qasim, S. // Cham: Springer Nature Switzerland - 2024 - p. 117-143.
14. Madlul N. S. using the arima models to predict wheat crop production in Iraq / Madlul N. S. et al. //International Journal of Agricultural & Statistical Sciences. – 2020. – T. 16. – №. 1. – p. 186–192.
15. Abdul Razzaq Majid Al-dedbisi. The reality of the agricultural sector in Iraq and the challenges it faces in the future / Abdul Razzaq Majid Al-dedbisi // Journal of Economics and Administrative Sciences – 2019 – T. 15– №. 2.
16. Автоматизированная справочная система (ACC_сельхозтехника): Электронный ресурс: [https:// mor.gov.iq/](https://mor.gov.iq/). Iraq-Baghdad. – 2024
17. Abbas, O. K. Economic Analysis of the Most Important Variables Affecting the Food Security Factors for the Wheat Crop in Iraq for the Period 1995-2022./ Abbas, O. K., Rahim, F. I., & Mohammed, M. K. // In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science- 2024 -Vol. 1371, № 6- p. 062013.
18. Автоматизированная справочная система (ACC_сельхозтехника): Электронный ресурс: Ministry of Commerce. Statistics. [https:// mot.gov.iq](https://mot.gov.iq) Iraq-Baghdad. – 2024.
19. Muslih, K. D. Climate of Iraq In The Geography of Iraq Cham/ Muslih, K. D., & Abbas, A. M. // Springer Nature Switzerland – 2024 - p. 19-47.

20. Alajeeli, F. Identifying the role played by climate change in agricultural productivity// Alajeeli, F., Abdullah, A. M., Alkaaby, H. H. C., Fahad, A. A., Matalak, G. Y. F., Hadi, A. O., ... & Al-qader, A. A. A. / evidence from Iraq. AgBioForum-2023- T. 25 – №2.– P . 51-60.
21. Qasim, S. Agriculture in Iraq. In The geography of Iraq / Qasim, S. // Springer Nature Switzerland- 2024- pp. 117-143.
22. TF, A. R..Impact of improved seeds and some modern technologies on increasing the supply of wheat crop in Iraq for the agricultural season 2019-2020 / TF, A. R., & Bilal, N. J. // Iraqi Journal of Agricultural Sciences-2023 T. 54. – №1.- P. 176-188.
23. Awad, M. K. The Agricultural Initiative and its Impact on the Local Product in Iraq for the Period (2008-2020) / Awad, M. K., & Al-Sulaikhi, A. A // Special Education-2022- T. 43. – №1.
24. Habib-ur-Rahman . Impact of climate change on agricultural production/ Habib-ur-Rahman, M., Ahmad, A., Raza, A., Hasnain, M. U., Alharby, H. F., Alzahrani, Y. M., El Sabagh, A. // Issues, challenges, and opportunities in Asia. Frontiers in Plant Science- 2022-, T.13- 925548.
25. Mahmoud, S. F. The contribution of the agricultural sector to the strengthening of Iraq's economic diversification strategy for the period (2004-2019)/ Mahmoud, S. F., & Al-Sabbagh, H. A. Z. // . Tikrit journal for agricultural sciences, - 2022- T. 22 -№1 p .20-35.
26. Ahmed, A. F., & Almosabbah, I. A. An Economic Analysis of the role of Agricultural Foreign Trade And Exchang Rates In The Growth Of Agricultural Output In Iraq (1990-2020) / Ahmed, A. F., Almosabbah, I. A. // . Anbar Journal of Agricultural Sciences - 2024 -T. 22 -№2.
27. Yousif, M. D. The agriculture potential development in the Republic of Iraq/ Yousif, M. D., Hameed, H. A. H., & Abbas, A. // . Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development- 2015- T. 15 -№.4.
28. Al Jabouri, A. A. N.Industrial agriculture and its role in realizing the dream of self-sufficiency in Iraq (Theoretical conceptual design of food manufacturing

infrastructure and innovation in the food industry to boost the Iraqi economy) / Al Jabouri, A. A. N., & Al-Akili, R. N. K. // Ishtar journal of economics and business studies- 2023- T. 2 -№.3 p .39-55.

29. Al-Janabi, N. M. The reality and performance of agricultural imports and agricultural output in the Iraqi economy For 2004-2019/ Al-Janabi, N. M., & Abd, Y. M. // Al-Qadisiyah Journal for Administrative and Economic Sciences – 2024 - T. 24 -№.4 - p .139-161.

30. Majeed, O. H. The food gap of the most important agricultural products in Iraq for the period 2003-2020 and ways to face it / Majeed, O. H.// Journal of Namibian studies -2023 - T 33.

31. Fahed, R. A. The Effectiveness of Strategic Plans for Agricultural Financing in Promoting and Developing The Agricultural Sector in Iraq For The Period (2008-2023). Economic Sciences - 2023 - №18 T- 71.

32. Alshaibi, A. J. Analysis of Agriculture Monitoring results in Iraq / Alshaibi, A. J. // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня основания Томского политехнического университета, Томск, 4-8 апреля ,2016 г. Т. 1.—Томск - №1. – С. 819-820.

33. Al-Haboby. A. Agriculture for development in Iraq // Al-Haboby, A., Breisinger, C., Debowicz, D., El-Hakim, A. H., Ferguson, J., van Rheenen, T., & Telleria, R. /Estimating the impacts of achieving the agricultural targets of the national development plan 2013–2017 on economic growth, incomes, and gender equality- 2014.

34. Noori N. S. An economic analysis of determinants of wheat production support in Iraq for the period 1990-2016 / Noori N. S., Al-Hilali A. D. K. //Iraqi journal of agricultural sciences. – 2019. – Т. 50. – №. 4. – p. 1028-1036.

35. Al-Haboby.A. The role of agriculture for economic development and gender in Iraq: a computable general equilibrium model approach// Al-Haboby.A., Breisinger, C., Debowicz, D., El-Hakim, A. H., Ferguson, J., Telleria, R., & Van Rheenen, T. / The Journal of Developing Areas – 2016 – Т. 50 №. 2 – p. 431-451.

36. Azawi, A. Sustainable Energy Use for Mechanized Wheat Production Systems in Iraq.// Azawi, A., Turkey, T., & Isaak, M. / Tikrit Journal for Agricultural Sciences- 2024 – T.24- №. 2– p. 115-130.
37. Gibson, G. R. Three decades of war and food insecurity in Iraq. / Gibson, G. R., Campbell, J. B., & Wynne, R. H.//Photogrammetric Engineering & Remote Sensing- 2012- T.78 - №.8 – p. 885-895.
38. Mohammed. R. N. Application Techniques Pesticide In Iraq/ Mohammed, R. N., Duran, H., & Taner, A//. Book Of- 439.
39. Abdul Aal Zaki. The balance of capacities of some types of tractors used in Iraq / Abdul Aal Zaki, et al/ / Egyptian Journal of Agricultural Engineering. – 2013. – T. 30. – №. 2. – p. 293-308.
40. Saadi, I. A. The Role of Organizational Behavior Dimensions in Achieving Organizational Sustainability: The Moderating Impact of Human Resource Development in the Iraqi Construction Sector./ Saadi, I. A. // Journal of Economics and Administrative Sciences- 2025 T. 31– №. 149 – p. 37-57.
41. Хуссейн х. И. А. Изучение производительности молотильной машины в процессе уборки урожая и возможности снижения потерь / Хуссейн х. И. А, А. Г. Левшин, Н. М. Алшабеби Аль -Хаттаб //journal of agriculture and environment. – 2023. – №. 1 – Т. 29.
42. Azawi. A. Optimizing energy consumption in sustainable wheat cultivation in Iraq / Azawi, A., Turkey, T., & Isaak, M.// based on data envelopment analysis and benchmarking techniques.- 2023.
43. Ибрагим Адил Хуссейн "О состоянии производства пшеницы в условиях мелкоконтурного земледелия Республики Ирак "/ Ибрагим Адил Хуссейн, Алшабеби Аль-Хаттаб, А.Г. Левшин.// Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания – 2024 - №.1- pp. 116-119. doi:10.24412/2311-6447-2024-1-116-119
44. Wadi. W. I. The standard analysis of the factors affecting growth of agricultural product in Iraq for the years 2004-2020 and its prediction using probabilistic

neural network./ Wadi. W. I., & Yaqoob, A. A.. // International Journal of Agricultural & Statistical Sciences - 2023 – №.2 – T. 19.

45. Rash, A., Mustafa Quantitative assessment of Land use/land cover changes in a developing region using machine learning algorithms / Rash, A., Mustafa, Y., & Hamad, R. // A case study in the Kurdistan Region, Iraq. Heliyon - 2023 №.9– T. 11.

46. Alsharifi, S., Shtewy, N., & Al-Janabi, T. The effect of sowing methods on the growth characteristics of wheat in Alhashemia, Iraq. Asia Life Sciences- 2020 -№ 10 T. 4 pp.675-685.

47. Ali, S. H. An economic study of post-harvest losses for wheat farmers in iraq baghdad governorate–case study / Ali, S. H., & Jabara, O. K. // Iraqi Journal of Agricultural Sciences – 2021- -№52 - T.5 - pp. 1267-1275.

48. Alsudani, A. A. Postharvest Management Practices of Wheat in Iraq / Alsudani, A. A.// A Review. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science – 2025- April - T. 1487- No. 1- p. 012015 IOP Publishing.

49. Rabah Salem Sharif. The role of Fe-EDTA chelated iron and nitrogen in improving the quality of soybean seeds at two levels of soil acidity. Samara Journal of pure and Applied Sciences – 2020 - No. 2 - T. 3 - pp. 95-104.

50. Al-zuweik Siham Mohammed . Studying the production efficiency of a number of soft wheat varieties with supplementary irrigation system/ Al-zuweik, Siham Mohammed, Salem, Razia Omar, Ibrahim, Ibrahim Abdullah, Mustafa Ali. // Journal of the Advances in Agricultural Researches -2020 - No. 2 - pp. 112-138.

51. Farouk-Sluglett. The transformation of land tenure and rural social structure in central and Southern Iraq, c. 1870–1958. / Farouk-Sluglett. M., & Sluglett. P. // International Journal of Middle East Studies- 1983- - No.15- T. 4- pp. 491-505.

52. Nwry. R. G. Effect of plant population and cultivars on growth, yield and its component of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) under the rain-fed condition in Kurdistan-Iraq // Nwry. R. G., Abdulqader, S. H., & Hussain, S. A. // Tikrit Journal for Agricultural Sciences – 2021- No.21 T. 3 - pp. 41-51.

53. Wahid, S. A. Growth and yield components of some bread wheat cultivars as affected by different sowing dates / Wahid, S. A., & Al-Hilfy, I. H. H. // The Iraqi Journal of Agricultural Science – 2018 - No. 49 -T. 2 - pp. 171-178.
54. Abdulla, S. S. Effects of sowing date and locations on the selected wheat cultivars quality performance/ Abdulla, S. S., Mustafa, K. M., & Sabir, D. A. // Iraqi Journal of Agricultural Sciences - 2024 - No. 55-T. 5 - pp. 1813-1825.
55. Zahra N. Grandson .The impact of climate change on the composition and quality of wheat grains/ Zahra N. Grandson M. P. Wahid, A. Al-Masroor, M.H. God A. A friend, And Farouk, M. // Journal of food and Agricultural Sciences2023 – T.103 №. 6. p. 2745-2751.
56. Al-Erwy. A. S. Effect of Chemical, Organic and Bio Fertilizers on Germination, /Al-Erwy, A. S., Bafeel, S. O., & Al-Toukhy, A. //Growth and yield of Wheat (*Triticum aestivum* L) Plants Irrigated With Sea Water. Seeds – 2016 - T. 10- p.100..
57. Shaheed A. D. 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 / Shaheed A. D. et al.//The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2018. – T. 49. – №. 1. – p. 83-92
58. Evans, L. T. Wheat / Evans, L. T., & Wardlaw, I. F.// In Photoassimilate Distribution Plants and Crops Source-Sink Relationships ,Routledge.2017 -- pp.501-518.
59. Mahdi, R. S., & Omran, F. K. Determination of heavy metals concentration of local and imported wheat grains storage and wheat flour in some silos of Baghdad City/ Mahdi, R. S., & Omran, F. K. // Iraqi Journal of Agricultural Sciences -2021– №. 52– T. 5- pp. 1139-1149.
60. 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- №.52– T. 5 - pp. 1267-1275.

61. Alhendi A. S. Changes in Flour Quality of Four Iraqi Wheat Varieties During Storage /Alhendi A. S., AL mukhtar B. Q., Al-haddad F. M. //Pertamina Journal of Tropical Agricultural Science. – 2019. – T. 42. – №. 1. –p419.
62. Kashi, K. Employees Training and Development: What Competencies Should be Developed the Most. In European Conference on Management, Leadership & Governance / Kashi, K.//Academic Conferences International Limited - 2014, November. -p. 452.
63. Ali, M. D. Effect of Inadequate Drying on Moisture Content and Aflatoxin Concentration in Dried Local Corn Kernels in Iraqi Stores and Silo./ Dr. Musaddak D. Ali, Dr. Muhsin L. Al-Musawi, Siham B. Hussein, Faris S. Haider, Hasan H. Al-Shammari, Ahmed H. Ali //Iraqi Agriculture Ministry-Directorate of Animal Resources-Department. British journal of science- 2017- T.15– №. 2.
64. Chewed S. H. Storage Characteristics Of Spikes And Grains Of Bread Wheat Cultivars / Chewed S. H., Al-Fahad A. C., Al-Rawi A. S. //The Iraqi Journal of Agricultural Science. – 2020. – T. – №. 1. – p. 252-258.
65. Abdulmajeed A. A. Detection of the Presence of Aflatoxins Type (B1) in Three Types of Stored Grain: Maize, Wheat, and Rice in Silos of Baghdad, Iraq /Abdulmajeed A. A., Talib A. H., Bedir H. M. //Egyptian Academic Journal of Biological Sciences, H. Botany. – 2015. – T. 6. – №. 1. – p. 1-7.
66. Mahdi R. S. Determination of heavy metals concentration of local and imported wheat grains storage and wheat flour in some silos of Baghdad City /Mahdi R. S., Omran F. K.//Iraqi Journal of Agricultural Sciences. – 2021. – T. 52. – №. 5. – p. 1139-1149.
67. Ali S. H. An economic study of post-harvest losses for wheat farmers in Iraq Baghdad governorate–case study /Ali S. H., Jabara O. K. //Iraqi Journal of Agricultural Sciences. – 2021. – T. 52. – №. 5. – p. 1267-1275.
68. Olorunfemi. B. J. Post-harvest loss and grain storage technology-a review. / Olorunfemi, B. J., & Kayode, S. E. // Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology- 2021- T. 9– №. 1– p. 75-83.

69. Иванов. м. Д. Режимы и способы хранения зерна/ Иванов. м. Д.// Актуальные исследования – 2024- №21- Т. 203 С.14.
70. Родыгина, Н. В. зерна ячменя в зависимости от способов обработки и хранения. / Родыгина, Н. В., & Капитанова, Г. И. Качество // Актуальные вопросы аграрной науки и практики – 2025- С.312.
71. Агрономов, И. В., преимущества технологии хранения зерна в рукавах.// Агрономов, И. В., Кретович, В. Л., Трисвятский, Л. А., Репин, А. Н., Кулешов, Н. Н., Строн, И. Г./ ББК: 40. - №17 - С.43 - 45.
72. Лоскутова, Г. А. Опыт хранения зерна пшеницы в рукавах на хпп акмолинской области. Вестник алтайской науки- 2015- №1- С.425-428.
73. Новикова, А. В. Способы длительного хранения зерна кукурузы в полиэтиленовых конструкциях. Аграрный научный журнал -2025- № 3 - С.129-135.
74. Смелик В.А.,цифровое устройство контроля влажности и температуры зерна при послеуборочной обработке/ Смелик В.А., Попов А.Д// посвященной 100-летию со дня рождения ветерана Великой Отечественной Войны, заслуженного деятеля науки и техники, заслуженного изобретателя РФ, д.т.н., профессора Николая Федоровича Тельнова. Москва, 2024. С. 86-90.
75. А.Н. Киприянов.оценка надежности комбайнов в условиях вологодской области / А.Н., Киприянов Ф.А., Савиных П.А., Смелик В.А.// Водолазко Научная жизнь. 2018. № 4. С. 21-26.
76. R. Abalone. “Gas concentration in the interstitial atmosphere of a wheat silo-bag. Part II: model sensitivity and effect of grain storage conditions.// R. Abalone, A. Gastón, R. Bartosik, L. Cardoso, and J. Rodríguez / Journal of Stored Products Research-2011 T. 47, № 4, pp. 276–283.
77. A. W. Ridley. “Phosphine fumigation of silo bags.// A. W. Ridley, P. R. Burrill, C. C. Cook, and G. J. Daglish / Journal of Stored Products Research-2011 T. 47, №. 4, pp. 349–356.

78. Rayhana, R. Printed sensor technologies for monitoring applications in smart farming: A review. / Rayhana, R., Xiao, G. G., & Liu, Z. // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement- 2021 – T. 70 – P. 1-19.
79. Herrera, H. Understanding resilience of farming systems: Insights from system dynamics modelling for an arable farming system in the Netherlands // Herrera, H., Schütz, L., Pasa, W., Reitsma, P., Kupiansk, B. / Ecological Modelling. – 2022. – T. 464. – P. 109 – 848.
80. Matouk, M. Safe storage of Egyptian wheat grain using different types of hermetic poly-ethylene bags.// Matouk, M., El-Kholy, M., Tharwat, A., & Abd El-Aziz, A. / Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering -2017– T. 8-№.6 – P. 317-322.
81. Zhelobkova, O. Practical questions for silo bags grain storage technology./ Zhelobkova, O., & Stankevych, G. N. // Grain Products and Mixed Fodder's- 2019- T. 19-№.2– P. 10-16.
82. El-Kholy, M. M. Performance analysis and quality evaluation of wheat storage in horizontal silo bags./ El-Kholy, M. M., & Kamel, R. M. // International Journal of Food Science – 2021 -№.21- 1248391.
83. Said, P. P., & Pradhan, C. R. Food grain storage practices: A review. / Said, P. P., & Pradhan, C. R. //Journal of Grain Processing and Storage – 2014- T. 1-№.1– P. 1-5.
84. Badawi, M. A. Effect of storage treatments on wheat storage/ Badawi, M. A., Seadh, S. E., Abido, W. A. E., & Hasan, R. M. //. Int. J. Adv. Res. Biol. Sci – 2017- - T. 4-№. 1- P.78-91.
85. El-Kholy, M. M., & Kamel, R. M. Performance analysis and quality evaluation of wheat storage in horizontal silo bags/ El-Kholy, M. M., & Kamel, R. M. // International Journal of Food Science - 2021-№. 1 -1248391.
86. Golam Azam. M. Effect of storage containers and lengths of storage on the germination/ Golam Azam, M., Sohikul Islam, M., Hasan, K., Kaum Choudhury, M., Jahangir Alam, M., Obaidullah Shaddam, M., & El Sabagh, A. //moisture content and pest infestation of wheat seed- 2019 .

87. Чернышев, А. Д. К вопросу хранения зернопродуктов в полиэтиленовых рукавах в среде углекислого газа. / Чернышев, А. Д., А. С. Асаев, and М. Ю. Костенко. // Современное состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, Рязань – 2022. – Т. 22. –С. 167-170.
88. Диханова, М. Б. Хранение зерна под пленкой. Материалы Республиканской научно-теоретической конференции Сейфуллинские / Диханова, М. Б.// Молодежь и наука Астана чтения– Т. 11 – С. 17.
89. Маслов Г. Г. Стратегия механизации процессов производства высококачественного зерна пшеницы / Маслов Г. Г., Малашихин Н. В., Евглевский Р. О. //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – №. 137. – С. 1-12.
90. Филючков Д.С. В Преимущества Технологии Хранения Зерна В Рукавах / Филючков Д.С., Кирюхин Е.А., Костенко М.Ю.// Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве . Рязань, 2025. С. 45-48.
91. Волков К.А. анализ способов хранения зерновых культур. В книге: научно-исследовательские решения высшей школы. /Волков К.А., Костенко М.Ю // Материалы студенческой научной конференции. Рязань, 2024. С. 15-16.
92. Дыкина, А. Е. Современные тенденции развития корпоративной журналистики. In большая студенческая конференция / Дыкина, А. Е // сборник статей ix -2024- р. 41.
93. С.Б. Новиков Технологии Хранения Зерна В Полиэтиленовых Рукавах В Условиях Новгородской Области Павлов В Сборнике: Инновационное Развитие Агропромышленного, Химического, Лесного Комплексов И Рациональное Природопользование / С.Б., Новиков М.А., Смелик В.А. Проект.//Сборник Материалов Іі Всероссийской Научно-Практической Конференции. Великий Новгород, 2023. С. 103-108.
94. Рембалович Г.К. Повышение Качества Хранения Кормов И Сельскохозяйственной Продукции В Герметичных Рукавах / Рембалович Г.К.,

Костенко М.Ю., Безносюк Р.В., Чернышев А.Д.// Мартышов А.И. Вестник Рязанского Государственного Агротехнологического Университета Им. П.А. Костычева. 2023. Т. 15. № 4. С. 152-157.

95. Ткаченко. М. И. способ длительного хранения зерна/ Ткаченко. М. И. патент на изобретение // (2007).

96. Чернышев А.Д. к вопросу хранения зернопродуктов в полиэтиленовых рукавах в среде углекислого газа / Чернышев А.Д., Асаев А.С., Костенко м.ю.в // современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике. Материалы XXI Международной научно-практической конференции. 2022. С. 661-665

97. Chohan, A. A. Harvest losses of wheat crop. / Chohan, A. A., Laghari, M., & Rajput, N. A. //Journal of Quality Assurance in Agricultural Sciences – 2021- №.1 Т. 1- Р. 22-19.

98. Ali, M. A., & Khalid, L. Grain losses of wheat as affected by different harvesting and threshing techniques./ Ali, M. A., & Khalid, L. // International Journal - 2015-№.20.

99. Хуссейн х. И. А. Изучение производительности молотильной машины в процессе уборки урожая и возможности снижения потерь / Хуссейн х. И. А. И др //journal of agriculture and environment. – 2023. – №. 1 С. 29.

100. Kirby, E. J. M. study of wheat development in the field: analysis by phases / Kirby, E. J. M., Spink, J. H., Frost, D. L., Sylvester-Bradley, R., Scott, R. K., Foulkes, M. J., ... & Evans, E. J. A // European journal of agronomy – 1999 - №.11-№1 - Р. 63-82.

101. Верещагин, Н. И. Современная техника для АПК и перспективы её модернизации / Верещагин, Н. И., Кокорев, Г. Д., Колупаев, С. В., Шафоростов, В. А., Колотов, А. С., Уткин, А. А., & Гусаров, С. Н.// Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета – 2016 - №. 120 - С.147-172.

102. Есин, К. С. Повышение Эффективности Использования Автотранс-Портных Средств При Перевозке Зерна В Регионе (на примере Орловской области). / Есин, К. С. //Орел. -2016 – С.16.
103. Yanbykh, R. Влияние Процесгов Глобализации На Трансформацию Аграрного Образования и Подготовки Кадров (Influence of Globalization Processes on Agrarian Education and Training Transformation)./ Yanbykh, R., & Shagaida, N.// Available at SSRN 2657995-2015.
104. Клочков. А. В. Предотвращение потерь зерна при уборке / Клочков, А. В., Гусаров, В. В., & Ковалевский, В. Ф. // рекомендации для специалистов сельского хозяйства, аспирантов, студентов старших курсов - 2015.
105. Смелик В.А. Оценки Технологической Надежности Зерноуборочных Комбайнов С Учетом Вариабельности Условий Уборки/ Смелик В.А., Перекопский А.Н., Шахов В.А., Учкин П.Г., Затин И.М. // Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 75-летию основания инженерного факультета ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ. Оренбург - 2025. С. 12-15.
106. Скороходов А.Н. Моделирование и оптимизация технологических процессов в растениеводстве: практикум Ч.2. -М./ Скороходов А.Н., Левшин А.Г. . Дидманидзе Р.Н., Уваров В.П.//: РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева 2019 -С.168
107. ГОСТ 28301—2015 Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний.
108. Mohammed. S. H. Losses and efficiency of wheat harvester at different reel and cutting heights / Mohammed, S. H., Abdulla, Z. B., Mawlood, T. Y., Youns, A. F., & Isaak, M.//Euphrates Journal of Agricultural Science-2024- Т.17-№2 - Р. 542-554.
109. Попов В. Д. Система использования техники в сельскохозяйственном про-изводстве. //Попов В. Д., Морозов Ю. Л., Афанасьев В. Н. Липкович Э. И., Агафонов Н. И., Бершицкий Ю. И., Быков В. Б.// М.: ФГНУ «Росинформагротех»- 2003 – с .520

110. Скороходов А.Н. Проектирование технологических процессов в растениеводстве: Учебное пособие. Часть 2. – М./ Скороходов А.Н., Зангиев А.А., Уваров В.П.//ФГОУ ВПО МГАУ - 2003 - С. 130 .
111. Зангиев А. А. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка/ Зангиев А. А., Скороходов А. Н.//: Учебное пособие. Издательство Учебники для вузов. Специальная литература) - 2018 - С.464 .
112. Ряднов А. И. Потери зерна от увеличения сроков уборки зерновых культур //Ряднов А. И., Федорова О. А., Поддубный О. И./ Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование.- 2020. № 2 -Т.58- С. 375-384.
113. Шаров Н. М. Основы проектирования оптимальной организации сельскохозяйственных процессов. / Шаров Н. М // М. : МИИСП - 1971- С.193
114. Сакер. С. Г.. Снижение биологических потерь зерна озимой пшеницы при использовании разных сортов по срокам созревания / С. Г. Сакер., Левшин А.Г., Гаспарян .И .Н.//Технологии, Машины И Оборудование Для Агропромышленного Комплекса- DOI 10.34286/2949-4176-2024-89-2-15-Т-22 - 2024.
115. Шпилько А.В. Экономическая эффективность механизации сельскохозяйственного Миндрин / Шпилько А.В., Драгайцев В.И., Морозов Н.М., Кабанов П.Н. //А.С., Цой Л.М., Москва – 2001 - С. 346 .
116. ГОСТ 24055-2016 (ИСО 65-060-01) Методы эксплуатационной и технологической оценки
117. Зангиев А.А. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка / Зангиев А.А., Скороходов А.Н. // М. Колос -2006- С- 317.
118. Скороходов А.Н. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка./ Скороходов А.Н. Левшин А.Г. // – М.:БИБКОМ;ТРАНСЛОГ- 2017. – С.478
119. Левшин, А.Г. Технологии механизированных работ в растениеводстве / Левшин, А.Г., Скороходов, А.Н., Киселёв, С.Н., Верещагин, Н.И., Майстренко, Н.А. // учебник для студ. учреждений сред. проф. Образова, М.: Издательский центр «Академия» - 2018 – С.336

120. Левшин А.Г. Планирование и организация эксперимента/ А.Г. Левшин, А.А. Левшин, А.Е. Бутузов, Н.А. Майстренко.-М.: Изд-во РГАУ-МСХА - 2016-С.65 .
121. Скороходов, А.Н. Моделирование и оптимизация технологических процессов в растениеводстве / Скороходов, А.Н., Левшин, А.Г., Уваров, В.П., Дидманидзе, Р.Н. // учебное пособие, М.: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – 2013. – С. 144 – 150.
122. Левшин А.Г. Транспортное обеспечение производственных процессов. Учебное пособие / Левшин А.Г., Измайлов А.Ю ,Евтюшенков Н.Е. //- М.: МГАУ-2007.
123. Зангиев А.А. Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка./ Зангиев А.А., Лыпко Г.П., Скороходов А.Н. // М.: Колос - 1996 – С .320.
124. Зангиев А.А.Производственная эксплуатация машинно-тракторного парка/ Зангиев А.А// . Практи кум. Ч. 1.-М.: МГАУ им. В.П. Горячкина -2001- С. 111
125. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные машины / Кленин, Н.И., Киселев, С.Н., Левшин, А.Г. // М.: Колосс: ил.-(Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 978-5 – 9532-0455-2.– 2008 –С.816.
126. Родимцев С. А., Ягельский М. Ю. Оценка качества работы измельчителей зерноуборочных комбайнов //Вестник аграрной науки Дона. – 2013. – №. 1 -Т.21. – С. 24-27.
127. Muslih, K. D. Climate of Iraq. In The Geography of Iraq. Cham / Muslih, K. D., & Abbas, A. M. // Springer Nature Switzerland -2024 - pp. 19-47.
128. Автоматизированная справочная система (АСС_сельхозтехника): Электронный ресурс:https://maps.app.goo.gl/vaTiDohfSCm2D3cj6?g_st=aw.
129. Al-Ansari, Nadhir. "Topography and climate of Iraq / Al-Ansari, Nadhir. // " Journal of Earth Sciences and Geotechnical Engineering – 2021- Т.11 – №. 2- pp. 1-13.
130. Hamid, A., & Abd, A. Comparison of three primary tillage plows commonly used in Iraq. Journal of Kirkuk University for Agricultural Sciences -2024-Т.15-№.2.

131. Sheheedzade. M. A. A. The Impact of Plowing Systems and Type of Plows on Some Soil Characteristics and The Production of Maize Crop. / Sheheedzade, M. A. A., Abdullah, R. M., & Ameen, S. T. // Journal of Positive Sciences (JPS) eISSN: 2582-9351, <https://positive-sciences.com> JPS. -2022 Sep- T.2-№.5- pp.23-27.
132. Goswami, T. Study and Comparative Analysis of Tractors Used in Indian Agriculture Work. / Goswami, T., Dixit, V., Malviya, R., & Chourasia, R. //Industry 5.0 and Paradigm Shift—Emerging Challenges-2023- pp.214.
133. Alsharifi, S. K. Effect of sowing methods, sowing depth and sowing distances on some characteristics of growth and wheat yield. / Alsharifi, S. K., Alaamer, S. A., & Nayyef, H. R. // In 3rd international conference on food, agriculture and veterinary-2021 June- pp. 19-20.
134. Автоматизированная справочная система (ACC_сельхозтехника): Электронный ресурс: [http://www. tractor Data.com](http://www.tractor Data.com) ® - крупнейший в Интернете ресурс о тракторах, содержащий данные о 16309 сельскохозяйственных, газонных и промышленных тракторах.
135. Ivanova, A. Evaluation of common wheat (*Triticum aestivum* L.) in respond to different types of fertilization./ Ivanova, A., Plamenov, D., Naskova, P., & Yankova, P. // Bulgarian Journal of Crop Science/Rastenievdni Nauki – 2023T. 60-№ 1.
136. Gadaleta, A., Lacolla, G., Giove, S. L., Fortunato, S., Nigro, D., Mastro, M. A., Vita, F. Durum wheat response to organic and mineral fertilization with application of different levels and types of phosphorus-based fertilizers. *Agronomy*, . -2022-T.12 - №8- pp. 1861.
137. Han. R. Effects of Application Depth and Amount of Different Types of Fertilizers on Growth and Development of Winter Wheat. / Han, R., Ren, R., Dong, X., Hu, Z., Guo, F., Fang, T., Zhang, S. // Journal of Henan Agricultural Sciences-2025- T. 54-№2- pp. 30.
138. Б. П. Мартынов . Агрономическая тетрадь для механизаторов. Возделывание зерновых культур и рапса по интен-сивным технологиям; / Б. П.

Мартынов, И. С. Шатилов, А. С. Семин и др.// Под общ. ред. Б. П. Мартынова. — 2-е изд., перераб. и доп. М.: Росагропромиздат- 1988- С.255 .

139. Автоматизированная справочная система (АСС_сельхозтехника): Электронный ресурс:<https://mgc-machinery.com/sites/default/files/tc5040-brochure>.

140. Автоматизированная справочная система (АСС_сельхозтехника): Электронный ресурс:https://agristo.ru/Catalog/TechMain_Vspm_AgriGant.html.

141. Автоматизированная справочная система: Электронный ресурс:<https://liliani.ru/catalog/bunkery-peregruzchiki>.

142. Киртбая Ю.К. Обобщенная математическая модель прогнозирования оптимальных эксплуатационных параметров трактора // Киртбая Ю.К.Халитов А.Н., Скороходов А.Н. /Сб. научн. тр./, Т.11-М.:МИИСП- 1974-С.55-61.

143. Верещагин. Н.И. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве:/ Верещагин. Н.И., Левшин А.Г., Скороходов А.Н. и др. // Учебное пособие. М.: ИРПО – 2000 - С .414 .

144. Адучаев А. А. основные способы хранения зерна / Адучаев А. А., Чотчаев О. Б., Курышов П. П.//актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2015. – Т. 9. – №. 4. – С. 10-12.

145. Коношин И. В. Повышение эффективности уборки зерновых культур / Коношин И. В. и др //Нива Поволжья. – 2019. – №. 4 - Т.53- С. 141-147.

146. Дьячков А. П. Методика определения оптимальной грузоподъемности бункера зерноуборочного комбайна / Дьячков А. П. и др.//Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2015 – №4-Т.2 – С. 92-99.

147. Андреев О. П. Транспортное обеспечение технологических процессов уборки зерновых культур / Андреев О. П., Слепцов О. Н.//Чтения академика ВН Болтинского (115 лет со дня рождения). – 2019. – С. 147-151

148. Скорляков В. И. Анализ схем транспортировки зерна от комбайнов и совершенствование оценок их эффективности / Скорляков В. И.// Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. – 2020. – С. 424-437.

149. Пухов Е. В. Результаты моделирования и оценка эффективности движения транспортно-технологических машин на поле / Пухов Е. В., Мешкова С. С. // Вестник НГИЭИ. – 2022. – №. 9 -Т.136 – С. 53-64.

150. Хуссейн Ибрагим Адил Хуссейн . Повышение Эффективности Сбора Урожая И Хранения На Элеваторах / Хуссейн Ибрагим Адил Хуссейн ,Алшабеби альхаттаб Нихад Муса , Ал-жавхар Али Еззат , // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П. А. Костычева, Т.17, № 3, С.156-162 <https://doi.org10.36508/RSATU.2025.73.63.001>.

151. Автоматизированная справочная система (АСС_сельхозтехника): Электронный.ресурс:<https://anhuianheng.en.made.china.com/product/ZvenpHhPJmrY/China-Plastic-Polyethylene-Poly-Disposable-Sleeve-Cover-Disposable-Oversleeves.html>.

152. И.А.Х. Хуссейн. Повышение эффективности механизированной уборки пшеницы в условиях Ирака с применением полиэтиленовых рукавов/ И.А.Х. Хуссейн,. Левшин А.Г., Гаспарян И.Н. . //Агроинженерия, 2025, №6, С.27-34.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Результаты апробации научно-квалифицированной работы



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ЗАЩИТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИМ. ЛОМОНОСОВА

Сайт: www.srbini.ru | Email: info@srbini.ru | Телефон: +7(812)9052909
ИНН: 7814259245 | КПП: 781401001 | ОГРН: 1157800003382 | ОКПО: 23083431

28.11.2022 №справки 1201/11

СПРАВКА

о прохождении экспертизы на соответствие требованиям
принятия материалов к публикации в сборнике

Статья «Использование и управление сельскохозяйственной техни- кой и специальным оборудованием на небольших сельскохозяйственных землях» (авторы – Алшабеби аль –Хаттаб Нихад Муса, Хуссейн Ибрагим Адил Хуссейн) принята к публикации в сборнике трудов Всероссийской научной конференции «Научные исследования молодых ученых. Опора России», дата проведения конференции – 1 декабря 2022 года.

Выданные статьи

Алшабеби аль Х.Н., Хуссейн И.А. Использование и управление сельскохозяйственной техни- кой и специальным оборудованием на небольших сельскохозяйственных землях //Научные исследования молодых ученых. Опора России: сборник статей всероссийской научной конференции (Петрозаводск, Декабрь 2022). – СПб.: МИПИ им. Ломоносова, 2022.

Сборник публикуется на сайте электронной библиотеки Elibrary.ru.

Генеральный директор
МИПИм. Ломоносова

Л.А. Павлов



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ ПЕРСПЕКТИВНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ИМ. ЛОМОНОСОВА



БЛАГОДАРНОСТЬ

УВАЖАЕМЫЙ (-АЯ)

Левшин Александр Григорьевич

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНСТИТУТ
ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ им. ЛОМОНОСОВА

ВЫРАЖАЕТ ВАМ БЛАГОДАРНОСТЬ ЗА НАУЧНОЕ РУКОВОДСТВО
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОТРАЖЕННЫХ В НАУЧНОЙ СТАТЬЕ,
И ПОДГОТОВКУ УЧАСТНИКОВ

Всероссийской научной конференции
«Научные исследования молодых ученых. Опора России»,
которая состоялась в г. Петропавловск

НАДЕЕМСЯ НА ДАЛЬНЕЙШЕЕ СОТРУДНИЧЕСТВО!

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ:

Использование и управление сельскохозяйственной техникой и специальным
оборудованием на небольших сельскохозяйственных землях

АВТОР (-Ы)

Алишбаби аль-Хаттаб Ниссал Муса
Хуссейн Ибрагим Али Хуссейн

Директор Международного института
перспективных исследований им. Ломоносова
Павлов Леонид Александрович





СЕРТИФИКАТ

участника Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции
«Актуальные проблемы науки и техники. 2022»

Хуссөйн Ибрагим Ядил Хуссөйн

Донской государственный технический университет

Ростов-на-Дону, 16-18 марта 2022 г.

Проректор по учебной работе и
международной деятельности ДГТУ



А.Н. Бескозельный



Искать по названию, адресу, руководителю, учредителям, ОГРН и ИНН



Ибрагим Абди Хуссейн (ИНН 771599151112)

Сведения об организациях и ИП, в которых участвует Ибрагим А. Х.

Массовый руководитель: [redacted] ⓘ
Массовый учредитель: [redacted] ⓘ
Реестр дисквалифицированных лиц: [redacted] ⓘ
Санкционные списки: [redacted] ⓘ
Начало деятельности: 28 ноября 2002 г. ⓘ
Регион присвоения ИНН: Москва
Регионы деятельности: Самара, Москва

Ибрагим Абди Хуссейн на данный момент не зарегистрирован в качестве ИП.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Акты внедрения результатов работы

