

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИИ И
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИНЖЕНЕРНО-
ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА»
(ФГБНУ «РОСИНФОРМАГРОТЕХ»)

УДК 631.53.041:633.15:631.331.85
Рег. № НИОКТР 121071300040-3

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора
ФГБНУ «Росинформагротех»,
канд. юрид. наук

П.А. Подьяблонский

« 14 » 12 2021 г.



ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Исследование экономической эффективности применения прямого посева
в технологии возделывания кукурузы на зерно

по теме:

2.1.10 ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТКА
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
(заключительный)

Директор КубНИИТиМ

М.И. Потапкин

Руководитель НИР,
зам. директора по научной работе,
ведущий науч. сотр., канд. техн. наук

Д.А. Петухов


Новокубанск 2021

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
зам. директора по научной работе,
ведущий науч. сотр.,
канд. техн. наук

 01.12.2021 Д.А. Петухов
(методическое руководство)

Отв. исполнитель:
Науч. сотр.


 01.12.2021 А.Н. Назаров
(введение, разделы 1, 2, 3, 4
заключение)

Исполнители:


Науч. сотр.

 01.12.2021 Ю.А. Юзенко
(разделы 1, 3, приложение А)

Экономист

 01.12.2021 Т.В. Юрченко
(раздел 4)

Агроном

 01.12.2021 И.А. Горчакова
(раздел 3)

Инженер 1 категории

 01.12.2021 Е.В. Чумак
(раздел 3)

Нормоконтроль

 01.12.2021 В.О. Марченко

РЕФЕРАТ

Отчет 85 с., 43 рис., 32 табл., 35 источн., 2 прил.

КУКУРУЗА НА ЗЕРНО, ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ, ПРЯМОЙ ПОСЕВ, СЕЯЛКА, ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Объект исследований – технологический процесс прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно.

Цель исследования – исследование и обоснование экономической эффективности прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно.

Метод проведения исследований основан на комплексном анализе технологических процессов возделывания кукурузы на зерно с использованием элементов стандартизованных методов испытаний сельскохозяйственной техники и сравнительной оценки показателей экономической эффективности.

В результате исследований проведен инженерный анализ технических средств, используемых в КФХ Деревянко В.И. (ст. Бесскорбная Новокубанского района Краснодарского края), определены эксплуатационно-технологические показатели пропашной сеялки прямого посева Optima TFmaxi в агрегате с трактором John Deere 8310RT и других агрегатов на основных технологических операциях, установлены объёмы используемых технологических материалов.

Установлено, что затраты ресурсов на обработку почвы в технологии с прямым посевом по сравнению с традиционной снизились:

- трудоемкость механизированных работ – на 0,58 чел.-ч/га или на 46 %;
- расход топлива – на 9,1 кг/га или 18 %;
- удельные эксплуатационные затраты денежных средств – на 1227 руб./га или на 17 %.

Новизна работы – проведен системный анализ источников формирования экономической эффективности прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно в сравнении с типичной технологией с отвальной вспашкой с расчетом показателей экономической эффективности по трем уровням – посевной агрегат, машинно-тракторный парк, технология в целом.

Полученные научно-практические результаты способствуют расширению применения прямого посева кукурузы на зерно в хозяйствах края.

Область применения – экономически устойчивые сельскохозяйственные предприятия всех форм собственности южных степных регионов страны.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ состояния вопроса прямого посева кукурузы на зерно	8
1.1 Общая характеристика технологии производства кукурузы на зерно ...	8
1.2 Сравнительная характеристика пропашных сеялок прямого посева	8
1.3 Сравнительный анализ методов экономической оценки технологий ...	15
2 Программа и методика экспериментальных исследований.....	18
2.1 Цели и задачи исследования	18
2.2 Объект исследований.....	18
2.3 Программа исследований.....	19
2.4 Методика проведения исследований	19
3 Результаты полевых исследований	21
3.1 Производственные условия и организация проведения полевого опыта.....	21
3.2 Характеристика и эксплуатационно-технологические показатели сеялки Optima TFmaxi.....	23
3.3 Основные технологические операции и эксплуатационно- технологические показатели технических средств	30
3.4 Фенологические наблюдения.....	42
4 Экономическая оценка сравниваемых вариантов технологий производства кукурузы на зерно	44
4.1 Техничко-экономическая характеристика технологий.....	44
4.2 Оценка посевных агрегатов	47
4.3 Оценка применения машинотракторных парков.....	49
4.4 Оценка технологий	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	64
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Характеристика технических средств.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Технологические карты технологий производства кукурузы на зерно.....	82

ВВЕДЕНИЕ

Одним из приоритетов научно-технологического развития страны Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации считает направление перехода к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, которые являются основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке [1].

Прямой посев сельскохозяйственных культур является одним из действенных инструментов перевода производства продукции растениеводства на новый технологический уровень.

Согласно ГОСТ 16265, прямой посев – это посев без предварительной обработки почвы [2]. При этом под предварительной обработкой следует считать, как выполняемую непосредственно перед посевом предпосевную, так и любой другой вид обработки почвы.

Синонимом «прямого посева» является «нулевая обработка почвы» – прямой посев в почву, предварительно обработанную гербицидами [3].

Интерес сельхозтоваропроизводителей к прямому посеву сельскохозяйственных культур обусловлен рядом негативных явлений техногенного и природного характера, которые присутствуют в современном аграрном производстве:

- высоким уровнем финансовых издержек на содержание технического парка интенсивных технологий возделывания культур за счет необходимости применения достаточно большого перечня почвообрабатывающих машин, потребляющих значительные объёмы финансовых, материальных, топливных и трудовых ресурсов, что приводит к высокой себестоимости производства зерна и низкому уровню рентабельности;

- процессами машинной деградации почв, обусловленными интенсивным использованием в производственных технологиях большого числа технических средств, производящих многочисленные проходы по полю и формирующих

«плужную подошву» и устойчивый тренд на снижение почвенного плодородия;

- снижением запасов почвенной влаги, неравномерностью выпадения осадков в период вегетации, обусловленными текущими климатическими изменениями [4]-[6].

Прямой посев культур полностью исключает применение всего перечня почвообрабатывающей техники (дисковой бороны, плуга, культиватора), измельченные и равномерно распределенные по поверхности поля пожнивные остатки позволяют сформировать мульчирующую почву «одеяло», имеющее функции сбережения и накопления влаги. Использование в севообороте культур с мощной стержневой корневой системой позволяет устранить «плужную подошву» и эффекты дифференциации почвенного плодородия по глубине корнеобитаемого слоя.

Как правило, парк технических средств технологий производства культур с прямым посевом минимизирован до предельного уровня и состоит из: трактора соответствующего тягового класса, с которым агрегируются сеялка прямого посева, разбрасыватель минеральных удобрений и опрыскиватель. Уборка производится зерноуборочным комбайном с выгрузкой в автотранспорт или бункер-перегрузчик, агрегируемый трактором.

Интенсивное пестицидное воздействие начального и переходного периодов освоения технологий прямого посева, призванное отрегулировать переход системы «почва-культура» от обработки почвы в новое состояние, компенсируется резким снижением пестицидной нагрузки впоследствии, при установившихся параметрах «нулевой» технологии. В этом направлении немаловажную роль играют элементы биологизированного земледелия в части системы защиты растений от болезней и вредителей, а также регулирования роста растений.

Технологии прямого посева являются элементом почво- и ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур в рамках концепции «устойчивого земледелия».

Цель работы – проведение исследований и оценка экономической эффективности прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно на базе крестьянского (фермерского) хозяйства (далее – КФХ) Деревянко В.И. (ст. Бесскорбная).

Задачи, которые необходимо решить для достижения цели работы:

- провести аналитический обзор применения прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно;
- провести агротехническую и эксплуатационно-технологическую оценку агрегата с сеялкой прямого посева, а также получить эксплуатационно-технологические показатели прочих агрегатов, используемых в базовом хозяйстве;
- проанализировать различные методики оценки экономической эффективности и провести расчеты показателей экономической оценки применения прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно.

В выполнении исследований принял участие зав. кафедрой эксплуатации машинотракторного парка ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина (г. Краснодар), д-р. техн. наук, профессор Труфляк Е.В.

Практическая значимость работы заключается в получении комплекса показателей, характеризующих экономическую эффективность прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно.

1 Анализ состояния вопроса прямого посева кукурузы на зерно

1.1 Общая характеристика технологии производства кукурузы на зерно

Кукуруза на зерно, благодаря уникальному сочетанию полезных народно-хозяйственных признаков и высокой урожайности, является одной из важнейших продовольственных, кормовых и технических культур. Посевные площади в условиях Краснодарского края составляют порядка 450-500 тыс. га, а средняя урожайность достигает 50-70 ц/га [7].

Благодаря широкому ареалу распространения, высоким адаптационным способностям культуры машинные технологии возделывания и уборки адаптированы к местным, порой резко отличающимся условиям.

Традиционная технология производства культуры обладает высокой эффективностью и состоит из: основной и предпосевной обработки почвы, посева, систем удобрения и защиты растений и уборки. При этом обработка почвы (основная и предпосевная) является самой затратной статьей в структуре эксплуатационных затрат денежных средств технологии возделывания культуры из-за высокой доли затрат топлива, живого труда и издержек на содержание парка почвообрабатывающих орудий [8].

Вместе с этим, обработка почвы традиционно является технологическим модулем, в котором реально проведение эффективных ресурсосберегающих мероприятий. Например, системами земледелия Краснодарского края под кукурузу на зерно, наряду с традиционно применением технологий отвальной основной обработки почвы, повсеместно рекомендованы поверхностные, минимальные и нулевые системы обработки [9].

1.2 Сравнительная характеристика пропашных сеялок прямого посева

Пропашные сеялки прямого посева предназначены для точного высева калиброванных и некалиброванных семян кукурузы, подсолнечника, сои и

других культур с одновременным внесением удобрений.

Сеялка, предназначенная для прямого посева (по технологии No-Till), должна обеспечивать оптимальную глубину заделки семян независимо от того, какое количество растительных остатков находится на поверхности почвы после предшествующей культуры. При этом она должна как можно меньше нарушать строение почвенного профиля, т.е. сделать разрез почвы на необходимую глубину, оставляя нетронутой основную площадь поля [10].

Сеялка состоит из рамы, бункеров для семян и удобрений, высевающих аппаратов, семяпроводов, сошников, привода механизма высева, катков, гидросистемы, механизмов регулирования и прицепного устройства.

Рабочие органы у такого типа сеялок – это дисковые или анкерные сошники, которые разгребают пожнивные остатки, прорезают почву, готовят ложе для семян, закладывают семена на одинаковую глубину и уплотняют их, а также вносят мелкие семена и удобрения в ряд или междурядье. Для точного высева каждый сошник снабжен опорным колесом.

Типичная высевающая секция сеялки состоит из:

- колтера (турбо-ножа), который выполняет механическую функцию – прорезания пожнивных остатков и плотной почвы;
- V-образного двухдискового сошника на опорных колесах;
- прижимного устройства – хвостовика или прижимного колеса, обеспечивающих плотный контакт семени с почвой;
- двойных задних укрывающих колес.

Краткая техническая характеристика типичных образцов пропашных сеялок прямого посева представлена в таблице 1.

Ниже приведены некоторые конструкционные особенности данных сеялок.

Таблица 1 – Краткая техническая характеристика сеялок

Наименование показателя	Значение показателя по сеялке			
	Kinze 3200	GHERARDI G-208	CRUCIANELLI Plantor	АТРИЯ–16 А.Л.
Агрегатирование, тяговый класс	2-3	3-4	5	4
Тип	прицепная	прицепная	прицепная	прицепная
Конструкционная ширина захвата, м	9,6	5,6	12,6	11,2
Способ транспортирования посевного материала	пневматический	пневматический	пневматический	механический
Рабочая скорость движения, км/ч	9,8	6-7	-	8-10
Тип сошника	двухдисковый	двухдисковый	двухдисковый	двухдисковый
Междурядье, см	70	70	70	70
Глубина заделки семян, мм	-	10-110	-	15-90
Вместимость бункера, л:				
- семян	6000	687	4800	1104
- удобрений	4000	587	2400	-
Норма высева семян, шт./м	3-300	-	-	2-50
Габаритные размеры в транспортном положении, мм	5400×9600×2800	-	12500×3900×3800	1920×6000×2850
Масса, кг	3660	3300	20470	7000
Производитель	Kinze Manufacturing, США	GHERARDI, Аргентина	CRUCIANELLI, Аргентина	ООО «РЕМСИН- ТЕЗ», Россия

Пропашная сеялка точного высева KINZE 3200 (рисунок 1) агрегатируется с тракторами мощностью 130-155 л.с. [10].



Рисунок 1 – Общий вид пропашной сеялки точного высева KINZE 3200

Высевающий аппарат пальчикового типа «KINZE» для кукурузы и подсолнечника обеспечивает точный высев семян благодаря механическому высевающему устройству. В зависимости от калибровки семян (крупные, средние, мелкие) имеется возможность замены пальчиков, оптимально подходящих под посевной материал.

Сеялка KINZE 3200 обеспечивает высев семян на заданную глубину двухдисковыми сошниками с двойными колесами-копирами. Семена попадают с созданным сошником V-образную бороздку. Прикатывающие колеса уплотняют почву в зоне рядка и оставляют рыхлый валик земли на поверхности, создавая благоприятный для прорастания контакт семян и почвы. Это способствует быстрым и равномерным всходам.

Контроль высева обеспечивает электронный монитор КРМ III. Он надежно контролирует высев семян всеми секциями сеялки, информирует о норме высева семян, расстоянии между семенами, скорости посевного агрегата, площади засеянного поля.

Сеялка пропашная точного высева GHERARDI G-208 (рисунок 2) оснащена дозаторами Mater Mass, которые обеспечивают качественный и точный

посев даже в том случае, если семена не откалиброваны [11].



Рисунок 2 – Общий вид пропашной сеялки точного высева GHERARDI G-208

Эти дозаторы рассчитаны на интенсивное использование на больших площадях, при этом у них небольшой износ высевающих дисков. Вакуум создается турбиной, которая приводится в действие от ВОМ трактора.

Пропашная сеялка прямого посева GHERARDI G-208 может вносить два вида удобрений за один проход: стартовые – на линии посева и основные – сбоку от линии. Так же, как и в зерновых сеялках, для внесения удобрений применяется дозатор Chevron. Контроль глубины заделки семян осуществляется двумя опорными колесами, которые расположены с двух сторон двойного диска. Проводник, находящийся внутри дискового сошника, выкладывает семя на самое дно борозды, а уплотняющее колесо создает плотный контакт семени с почвой. Для внесения удобрений сбоку от линии посева применяется монодисковый сошник. Объем емкости для семян – 687 л, для удобрений в рядок – 587 л, а для внесения сбоку – 1179 л. При работе по влажной почве и для прорезания большой массы пожнивных остатков на турбо-нож прямого посева устанавливается лыжа. Она, как лапка швейной машинки, прижимает стерню и не дает ей вдавливаясь в борозду, а также чистит нож от налипшей земли и не позволяет почве подниматься при проходе резака.

Возможна установка различных типов режущих дисков (колтеров) для прямого посева: FLUTED, TURBO, WAVY (различного количества волн), и

т.д. Опорные кронштейны этих дисков могут быть фиксированными на единственном кронштейне или подвижными – с пружиной для регулируемой нагрузки и предохранительным болтом.

Пропашная сеялка прямого посева CRUCIANELLI Plantor (рисунок 3) оснащена запатентованной система автоматического складывания позволяет сократить ширину машины до 3,9 м для ее удобной транспортировки [12].



Рисунок 3 – Общий вид пропашной сеялки прямого посева сеялки CRUCIANELLI Plantor

Высевающий аппарат VSet с электрическим двигателем «VDrive» от Precision Planting, имеет ряд преимуществ: позволяет высевать широкое разнообразие семян разных размеров и форм, работает в широком диапазоне скоростей.

Сенсорный дисплей сеялки CRUCIANELLI Plantor модели SeedSense 20/20 с интуитивно понятным управлением и визуализацией позволяет увидеть ошибки и вовремя на них среагировать. SeedSense выводит на монитор информацию о норме посева, пропусках, двойниках, скорости, качеству движения высевающей секции, прижимного усилия и контакта с землей. Он позволяет контролировать и управлять точностью, глубиной посева, исключать уплотнения и определять механические неисправности.

Сеялка универсальная точного посева АТРИЯ-16 А.Л. (рисунок 4) оснащена высевающим аппаратом Precision Planting, который позволяет производить высококачественный посев кукурузы и подсолнечника на скорости до 12 км/ч [13].



Рисунок 4 – Общий вид сеялки универсальная точного высева АТРИЯ-16 А.Л.

Конструкция сеялки АТРИЯ-16 А.Л. позволяет точно копировать рельеф поля, при этом регулируется давление сошника на почву. Глубина заделки семян составляет от 15 до 90 мм., регулировка производится перестановкой пальца на секции. Двухдисковый сошник производства компании Bellota (Испания) диаметром 381 мм и толщиной 4 мм формирует правильную семенную борозду, а высевающая трубка направляет семена на её дно, в тоже время, укладчик зерна исключает возможность их отбивания. На каждой секции установлены семенные бункеры ёмкостью 69 л.

Прикатывающие подпружиненные колёса закрывают семена в рядке. Установленные перед секцией колтеры (производства Bellota) предназначены для обработки почвы перед сошником с возможностью изменения глубины обработки относительно основного сошника.

Конструкция редукторов позволяет устанавливать норму высева семян от 2 до 50 шт./м, а удобрений от 40 до 210 кг/га с помощью перестановки сменных звёздочек.

Пропашные сеялки прямого посева представлены на отечественном рынке достаточно узкой группой зарубежных производителей (Аргентина, США, Германия, и др.). Ими производятся сеялки как с пневматическим, так и механическим проводом высевающихся аппаратов. Отечественные машиностроители предпринимают отдельные попытки производства машин данного

сегмента.

Специфичность назначения не позволяет производить сеялки в широком диапазоне вариантов технического исполнения, поэтому многие машиностроители используют в своих изделиях проверенные узлы и комплектующие известных поставщиков.

Высокие требования современных агротехнологий требуют комплектации сеялок контролирующими и навигационными системами.

1.3 Сравнительный анализ методов экономической оценки технологий

Комплексное научно-практическое развитие и расширение практического использования предметной области – технологий прямого посева (no-till) – в части изучения агрофизических показателей почв, параметров развития культур, совершенствования систем удобрения и защиты растений, а так же технического обеспечения вызывает и развитие сопутствующих прикладных направлений – оценки их эффективности в целом, и экономической – в частности.

Противоречивые данные многочисленных экспериментальных исследований о результативности прямого посева, обусловлены как вполне объективными причинами (в первую очередь наличием переходного периода в освоении новой технологии), так и недостаточно проработанными методическими положениями оценки самой результативности.

Существующие нормативные документы системы испытаний сельскохозяйственной техники детально регламентируют комплексное определение и расчет параметров экономической эффективности машинных технологий производства продукции растениеводства [14]. При этом варианты машинных комплексов различных технологий должны испытываться на одном поле в течении 2-3 лет.

Перечень показателей, определяемых при испытаниях машинной технологии, состоит из трех групп:

- условия испытаний (характеристика почвы, агроклиматические показатели, характеристика сорта);

- технико-экономические показатели технологии производства продукции растениеводства (продуктивность, качество продукции, эксплуатационно-технологические показатели, качество выполнения технологического процесса, показатели ресурсосбережения и экономической эффективности новой машинной технологии);

- экологические показатели новой технологии (разрушение почвенного слоя рабочими органами машин, загрязнение окружающей среды выбросами вредных веществ, содержание в почве пестицидов и удобрений и др.).

Достоинства данной методики – сравнительные испытания технологий, акцент на стандартизированные методы определения показателей и универсальность по объектам испытаний. Недостатком является формализация на уровне стандарта организации Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники (СТО АИСТ) и соответственно сфера её применения, ограниченная машиноиспытательными станциями Минсельхоза и не обязательная к применению прочими субъектами научно-производственной деятельности.

Авторы методики оценки экономической эффективности технологий возделывания культур без обработки почвы в условиях различных почвенно-климатических зон Ставропольского края предлагают довольно сложную, состоящую из пяти этапов систему оценки, которая позволяет не только определить комплекс показателей эффективности, но и моделировать – производить сценарные расчеты [15].

Основные этапы предлагаемой методики выглядят следующим образом:

- проектирование севооборота для технологий прямого посева;
- определение основных параметров сравниваемых технологий (перечень операций, расход технологических материалов);
- разработка и расчет технологических карт;
- расчет основных экономических показателей сравниваемых технологий;

- определение сравнительных показателей, характеризующих отличия сравниваемых технологий.

При этом, среди прочих вопросов, авторы акцентируют внимание на основополагающем принципе опытного дела – «единственности различий», и утверждают, что речь в данном случае идет о сравниваемых вариантах системы земледелия в целом.

Анализ рассмотренных методик показывает, что между ними не существует принципиальных отличий в общем смысловом содержании, перечне и порядке определения показателей экономической эффективности, присутствуют лишь различия в оформлении исходных данных, результатов и форме реализации в виде программного продукта.

Следует отметить, что данные методики не являются единственными, подобные алгоритмы разработаны и реализованы практически в каждом профильном НИИ и ВУЗе.

Сложность организации и проведения настоящего исследования состояла в том, что даже теоретическая возможность осуществления сравнительного полевого эксперимента на долговременной основе с учетом требований методических положений нормативных документов представляется трудноосуществимой. Практическая же их реализация связана с решением комплекса вопросов организационного, технического и финансового характера. В частности, возникают проблемы радикального вмешательства в установившуюся производственно-хозяйственную деятельность предприятий, вопросы существенных капитальных инвестиций, переподготовки кадров технологического и агрономического направлений и др.

Учитывая вышеизложенное, в исследовании принято решение о правомочности изучения и сравнения показателей эффективности технологий возделывания кукурузы на зерно на базе имеющих существенные организационно-производственные отличия КФХ Деревянко В.И. и Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ).

2 Программа и методика экспериментальных исследований

2.1 Цели и задачи исследования

Цель исследования – оценить экономическую эффективность прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно.

Задачи, решаемые при проведении исследования:

- оценка состояния парка технических средств, реализующих операции прямого посева и технологии возделывания кукурузы на зерно в целом;
- определение характеристик основных технологических операций, в том числе показателей условий проведения, эксплуатационно-технологических и качества выполнения;
- сравнительная оценка методик проведения экономической оценки технологий прямого посева культур и проведение вычислений с целью определения значений показателей экономической эффективности и ресурсосбережения прямого посева в технологии возделывания кукурузы на зерно.

2.2 Объект исследований

Объектом исследования является технология производства кукурузы на зерно, включая совокупность технологических приемов и парк технических средств для их реализации.

2.3 Программа исследований

Программой исследований предусмотрено проведение:

- анализа методик экономической оценки технологий возделывания культур;
- инженерно-технического анализа парка технических средств;
- полевых исследований текущих технологических операций с разработкой технологической карты;
- формирования исходных данных и осуществление расчетов показателей экономической эффективности.

2.4 Методика проведения исследований

При проведении исследований применялись: анализ нормативно-методических и научно-технических публикаций и характеристик технических средств, натурные полевые наблюдения за функционированием агрегатов, синтетический и программно-расчетный методы получения результативных показателей.

При проведении полевых исследований использовались положения нормативных документов по испытанию сельскохозяйственной техники [16]-[23]. Номенклатура определяемых показателей при исследовании основных технологических операций возделывания кукурузы на зерно:

1) условия проведения технологических операций:

- тип почвы по механическому составу;
- рельеф, микрорельеф поверхности поля;
- влажность почвы, %;
- твёрдость почвы, МПа;
- фитофенологическая фаза развития культуры;
- высота растений культуры, см;
- засорённость посевов;

2) эксплуатационно-технологическая оценка:

- рабочая скорость движения агрегата, км/ч;
- рабочая ширина захвата машины (орудия), м;
- производительность агрегата за 1 ч основного и сменного времени, га;
- удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га;

3) качество выполнения технологического процесса:

- глубина обработки почвы, см;
- расход основных технологических материалов (норма высева семян, кг/га, доза внесения удобрения, т/га, расход рабочей жидкости (препарата), л/га);
- повреждение растений культуры, %;
- гибель сорняков, %.

В качестве расчетных показателей экономической эффективности приняты:

- затраты труда, чел.-ч;
- затраты горюче-смазочных материалов (ГСМ), кг/га;
- капитальные вложения в парк техники, руб.;
- эксплуатационные затраты денежных средств, руб.;
- рентабельность производства культуры, %.

3 Результаты полевых исследований

3.1 Производственные условия и организация проведения полевого опыта

КФХ Деревянко В. И. территориально расположено в юго-восточной части Новокубанского района Краснодарского края, по природно-климатическим условиям принадлежит к восточной подзоне Центральной агроклиматической зоны [9]. Среднегодовое количество осадков – 500-587 мм. Сумма температур за вегетационный период выше 10 °С – 3450-3470. Среднегодовая температура воздуха 10,0-10,4 °С, безморозный период – 188-193 дня. Тип почвы и название по механическому составу – чернозем выщелочный типичный и обыкновенный, рельеф полей ровный и волнистый, микрорельеф – выровненный. Мощность гумусового горизонта – 100-130 см.

Хозяйство с традиционной технологией возделывания кукурузы на зерно – валидационный полигон Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) находится в непосредственной географической близости от КФХ Деревянко В.И. – расстояние по прямой между хозяйствами составляет порядка 55 км.

Площадь пашни КФХ Деревянко В.И. составляет около 1800 га, средний размер поля 97 га. Основной земельный клин (с полевой бригадой) расположен на расстоянии 13 км от центральной усадьбы хозяйства, отдельные поля – на удалении до 10 км от полевой бригады.

Основной культурой хозяйства является кукуруза на зерно, занимающая до 70 % общей площади пашни, предшественниками в севообороте являются озимые пшеница и ячмень, соя, а также кукуруза на зерно.

Система обработки почвы в КФХ Деревянко В.И. под кукурузу на зерно состоит из лущения дисковой бороной на глубину до 8 см после раноубираемых колосовых озимых ячменя и пшеницы, внесения перегноя птичьего помета и заделки его культиватором (до 15 см), зяблевой обработки глубокорыхлителем (до 25 см).

Поэтому, исходя из определений терминов (см. Введение) и анализа принятой в хозяйстве системы обработки почвы, следует признать, что в хозяйстве нет «прямого посева» в строгом и общепринятом определении этого термина. Однако, полное отсутствие при возделывании кукурузы весенних почвообрабатывающих операций (в том числе и предпосевной культивации) допускает введение в профессиональный обиход термина «весенний прямой посев» (нулевая предпосевная обработка почвы), как обособленной разновидности более широкого и общего понятия «прямой посев».

Очевидно, что данный подход к системе обработки почвы принят в хозяйстве из-за стремления наиболее полно сохранить осенне-зимние запасы влаги в почве, подкрепленного прочими элементами принятой системы земледелия (система удобрения с ежегодным внесением перегноя по всей площади пашни, прямой весенний посев 16-рядной пропашной сеялкой и др.).

Данный подход при возделывании кукурузы на зерно практикуется в хозяйстве на протяжении 6 лет, т.е. можно говорить об успешном прохождении переходного периода (до 5-7 лет) и работе в условиях стабилизации технологических параметров и получаемого результата.

Основу парка технических средств хозяйства составляют машины и орудия ведущих европейских и американских производителей (таблица 2).

Возрастной парк технических средств не превышает 10 лет. Все технические средства, кроме зерноуборочных комбайнов, представлены в единственном экземпляре. Отечественная техника используется в минимальном объеме – на вспомогательных операциях, таких как подвоз технологических материалов (воды, семян и удобрений).

Для проведения полевых экспериментов в хозяйство осуществлены 15 рабочих выездов на текущие основные технологические операции, а также на фитотехнологические исследования сотрудников двух лабораторий КубНИИТиМ: эксплуатационно-экономической оценки машин и технологий и агротехнической оценки машин и технологий.

Таблица 2 – Общая характеристика парка технических средств, используемого в технологии производства кукурузы на зерно

Вид технического средства	Модель	Производитель
<i>Энергосредства и самоходные машины</i>		
Трактор	8310RT	John Deere, США
	8430	
	7730	
	ХТЗ-150К	ХТЗ, Украина
Зерноуборочный комбайн	S770i	John Deere, США
Опрыскиватель	M4030	
<i>Почвообрабатывающие орудия</i>		
Культиватор	SKM	Hatzenbichler, Австрия
	All Rounder 750P	Köckerling, Германия
Глубокорыхлитель	Vector 640	
Дисковая борона	Rebell 500	
<i>Сеялка</i>		
Сеялка	Optima TFmaxi	Kverneland, Германия
<i>Прочие технические средства</i>		
Жатка	Drago GT-8	Olimac, Италия
Погрузчик	TF42.7	Merlo, Италия
Разбрасыватель универсальный	TSW 6240 S	Bergmann, Германия
Бункер-перегрузчик	GTW 330	

В ходе выездов исследован весь производственный цикл возделывания и уборки кукурузы на зерно: получены показатели условий проведения операций, эксплуатационно-технологические и качества выполнения технологического процесса, зафиксированы отдельные фитофенологические фазы развития культуры.

По результатам рабочих выездов проведен инженерно-технический анализ парка технических средств хозяйства, составлены их технические характеристики и технологическая карта производства кукурузы на зерно с применением прямого посева.

3.2 Характеристика и эксплуатационно-технологические показатели сеялки Optima TFmaxi

Сеялка точного высева Optima TFmaxi (HD II+e-drive) (рисунок 5) предназначена для посева в мульчу и обычного сева кукурузы, с одновременным внесением удобрений.



Рисунок 5 – Общий вид сеялки точного высева Optima TFmaxi в агрегате с трактором John Deere 8310RT

Сеялка точного высева Optima TFmaxi состоит из телескопической рамы, на которую установлен центральный бункер для удобрений и дополнительное оборудование для внесения ЖКУ, высевающих секций, дисковых и зубчатых сошников, спицевых дисков опорных колес, V-образных катков, основного шасси размером 250×450 мм, электрооборудования и гидросистемы для поднятия боковых секций. Соединительные компоненты для электроники и гидравлики размещены внутри рамы сеялки.

Система высева семян HD II+e-drive состоит из вакуумного высевающего центра с электроприводом и двухдискового сошника с семенным каналом. Высевающий центр не имеет уплотнительных колец, высевающий диск вращается вместе с вакуумной камерой. Вакуум создается через полуось вращения высевающего центра. Данная конструкция предотвращает потерю вакуума и, соответственно, требует меньшей мощности вентилятора. Верхний отделитель выполняет основную роль при поштучном разделении семян на высевающем диске. Нижний отделитель центрует семена сложной формы в отверстиях диска и полностью исключает «двойники». В процессе настройки высевающего центра через смотровое окошко виден каждый из отделителей и результат изменения положения каждого из них.

Каждый высевающий аппарат с электроприводом в сочетании с GPS и GEOCONTROL автоматически включается или выключается в правильном

месте, гарантируя отсутствие перекрытия какого-либо уже засеянного рядка, особенно при работе на полях неправильной формы или на поворотных полосах.

Электропривод Optima e-drive обеспечивает полный контроль всех функций сеялки и мониторинг сева из кабины трактора с помощью оптического сенсора в соответствии со стандартом ISOBUS. Благодаря электроприводу e-drive каждая высевающая секция управляется индивидуально с помощью электронного монитора, междурядье настраивается по необходимости. Вся информация вводится и считывается с помощью терминалов IsoMarch Tellys PRO (рисунок 6). Интуитивный интерфейс терминала разработан для круглосуточного использования. Под рукой у оператора находятся все важнейшие функции машины. На верхнем мониторе отображены функции оборудования для внесения удобрений, а нижний управляет высевающими секциями сеялки.



Рисунок 6 – Общий вид ISOBUS терминала модели IsoMatch Tellys

Система управления включает в себя также оптоэлектронный контроль высева и управление всеми гидравлическими функциями сеялки (складывание, маркеры и т.п.).

Высевающая секция и двухдисковые сошники крепятся к раме при помощи параллелограммного механизма, копирование рельефа поля и плавность хода обеспечиваются двумя опорными колесами на шагающей подвеске.

Точное размещение и закрывание семян обеспечивается промежуточным прикатывающим катком (опция) и регулируемыми V-образным прикатывающими колесами.

Оптимальный контроль глубины даже в экстремальных условиях обеспечивает собственный вес секции, с возможностью дополнительного нагружения до 100 кг индивидуально для каждой секции системой пружин.

При переводе машины в транспортное положение рама телескопически удлиняется таким образом, чтобы секции с двумя крыльями складывались параллельно главной раме. В транспортном положении общая ширина составляет 3,0 м.

Опционально сеялка может быть оснащена бункером для семян вместимостью 1000 л, шнеком для загрузки удобрений, промежуточными катками и устройством для внесения микрогранулята.

Сеялка точного высева Optima TFmaxi HD II+e-drive дополнительно оборудована устройством LF 600 M1.

Устройство для внесения жидких удобрений LF 600 M1 (APV, Австрия) предназначено для локального внесения жидких удобрений и биостимуляторов, при различных рабочих операциях за один рабочий проход, таких как обработка почвы и всходов, боронование и посев (рисунок 7).



Рисунок 7 – Общий вид устройства для внесения жидких удобрений LF 600 M1

Устройство для внесения жидких удобрений LF 600 M1 состоит из: стальной рамы, баков для удобрения и чистой воды, крышки бака для удобрения с заливной сеткой, опоры, освещения, двух шаровых кранов, всасывающего фильтра, датчика уровня заполнения.

Устройство для внесения жидких удобрений LF 600 M1 разработано специально для дозирования жидкостей. Основной упор сделан на удобстве использования и точности дозирования всех используемых в сельском хозяйстве жидких удобрений. Разнообразная регулировка норм внесения во время прохода настраивается посредством управляющего модуля 5.2 (рисунок 8). В процессе эксплуатации ее можно изменять в зависимости от условий внесения жидких удобрений.



Рисунок 8 – Общий вид управляющего модуля 5.2 устройства для внесения жидких удобрений LF 600 M1

Адаптированное к скорости внесение жидких удобрений и управление на разворотной полосе у LF 600 M1 происходит с помощью разных датчиков (GPS-датчика, датчиков подъемного механизма, 7-полюсного сигнального кабеля). За точное внесение по рядам отвечают форсунки, которые размещаются на сеялке. Точная регулировка количества вносимых удобрений обеспечивается датчиком расхода.

Краткая техническая характеристика сеялки точного высева Optima TFmaxi HD II+e-drive приведена в таблице 3 [24].

Таблица 3 – Краткая техническая характеристика сеялки точного высева Optima TFmaxi HD II+e-drive

Наименование показателя	Значение показателя
Тип машины	прицепной
Агрегатирование	от 220 л.с.
Рабочая ширина захвата, м	12
Рабочие скорости движения, км/ч	8-10
Транспортная скорость, км/ч	50
Габаритные размеры машины в транспортном положении (д×ш×в), мм	9800×3000×3480
Междурядье, см	70, 75, 80
Емкость бункера:	
- семян, л	880
- удобрений, л	4000
Количество двухдисковых сошников, шт.	16
Оборудование для внесения ЖКУ LF 600 M1:	
- емкость бака, л	600
- масса, кг	120
Изготовитель	Kverneland, Германия

Посев кукурузы производится по минимально обработанной с осени почве (сплошная культивация с целью заделки органического удобрения и глубокое рыхление). Основными предшественниками являются озимая пшеница и кукуруза на зерно, а также озимый ячмень и соя.

В производственных условиях сеялка агрегируется с гусеничным трактором John Deere 8310RT с мощностью двигателя 320 л.с. Управление трактором и работой сеялки производится высококвалифицированным механизатором.

Посевные работы в хозяйстве производятся с внесением ЖКУ, поэтому бункер для гранулированных удобрений остается неиспользованным. Транспортирование ЖКУ и заправка бака LF 600 M1 осуществляется из двух пластиковых емкостей (вместимостью 5 м³ каждая), размещенных в кузове полуприцепа, агрегируемого трактором ХТЗ-150 (рисунок 9).

Заправка семенами баков семенных секций осуществлялась механизаторами вручную из мешков.

С целью максимальной реализации потенциала сеялки работа ведется в круглосуточном режиме.



Рисунок 9 – Общий вид агрегата с емкостями с ЖКУ

Основные эксплуатационно-технологические показатели агрегата получены с использованием методических положений стандартов по испытаниям сельскохозяйственной техники (таблица 4) [16]-[18].

Таблица 4 – Эксплуатационно-технологические показатели точного высева John Deere 8310RT+Optima TFmaxi HD II+e-drive

Наименование показателя	Значение показателя
Предшествующая обработка почвы	сплошная культивация (осенняя)
Предшественник	озимая пшеница, кукуруза на зерно
Эксплуатационно-технологические показатели	
Рабочая скорость движения, км/ч	8,5
Рабочая ширина захвата, м	11,2
Производительность за 1 ч времени, га/ч:	
- основного	9,5
- сменного	5,0
Удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га	3,1
Качество выполнения технологического процесса	
Норма высева семян, тыс. шт./га	78
Глубина заделки семян, см	4,3
Количество незаделанных семян в почву, шт./м ²	0
Доза внесения ЖКУ, л/га	20,0
Гребнистость, см	4,1

Возможности электронных систем управления, в том числе навигации, и исполнительных органов высевающих аппаратов позволяют производить высев семян без перекрытия засеянных участков в углах поля или на разворотной полосе. Общий вид поля после прохода сеялки представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Общий вид поля после прохода агрегата по предшественнику озимая пшеница (справа – через 40 дней после посева)

3.3 Основные технологические операции и эксплуатационно-технологические показатели технических средств

Базовый набор последовательных технологических операций возделывания кукурузы на зерно в КФХ Деревянко В.И. состоит из восьми основных операций и одной-двух факультативных. Последовательность и краткая характеристика основных технологических операций приведена ниже.

Основные эксплуатационно-технологические показатели машинотракторных агрегатов на обязательных технологических операциях получены с использованием методических положений соответствующих стандартов по испытаниям сельскохозяйственной техники [16], [18]-[23].

3.3.1 Лушение стерни предшественника

Данная операция является первой при подготовке почвы после уборки предшественника. До 50 % общей площади предшественников занимает кукуруза на зерно, остальные – озимая пшеница и соя.

Лушение проводится дисковой бороной Rebell 500, агрегатируемой колесным трактором John Deere 8430 (рисунок 11).

Краткая характеристика технологической операции «дисковое лушение» с основными эксплуатационно-технологическими показателями приведена в таблице 5.



Рисунок 11 – Дисковая борона Rebell 500 в агрегате с трактором John Deere 8430 в работе

Таблица 5 – Характеристика технологической операции дисковое лушение

Наименование показателя	Значение показателя
Условия проведения	
Влажность почвы, % по слоям, см:	
- от 0 до 5 вкл.	27,8
- св. 5 до 10 вкл.	29,2
Твердость почвы, МПа, по слоям, см:	
- от 0 до 5 вкл.	0,2
- св. 5 до 10 вкл.	0,9
Масса пожнивных остатков на поверхности поля, г/м ²	520
Эксплуатационно-технологические показатели	
Рабочая скорость движения, км/ч	14,9
Рабочая ширина захвата, м	4,7
Производительность за 1 ч времени, га/ч:	
- основного	7,0
- сменного	5,0
Удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га	6,5
Качество выполнения технологического процесса	
Глубина обработки почвы, см	9,2
Гребнистость поверхности поля, см	4,8
Масса пожнивных остатков на поверхности поля, г/м ²	297
Крошение взрыхленного слоя, % размер фракций, мм:	
- менее 10	29,6
- св. 10 до 15	5,3
- -//-15 -//- 20	42,3
- -//-20 -//- 25	22,8

3.3.2 Внесение органического удобрения

Внесение органического удобрения (перегной птичьего помета) осуществляется универсальным разбрасывателем TSW 6240 S в агрегате с трактором John Deere 8430 (рисунок 12).



Рисунок 12 – Агрегат John Deere 8430+TSW 6240 S в работе

Движение агрегата по полю осуществляется челночным способом с использованием навигационной системы. Одной загрузки кузова перегноем достаточно для выполнения четырех рабочих проходов (двух кругов) агрегата на длине гона порядка 950 м. Разбрасыватель осуществляет двойное перекрытие технологического материала.

Исходя из заданной дозы внесения (порядка 5 т/га) и площади поля перегной заблаговременно заготавливается на краю поля в виде буртов. Транспортировка его с птицефабрики осуществляется большегрузными автомобилями.

Загрузка перегноя в кузов разбрасывателя производится фронтальным телескопическим погрузчиком TF42.7 (рисунок 13).

Условия проведения технологической операции внесение перегноя, эксплуатационно-технологические показатели агрегата John Deere 8430+TSW 6240 S и качество выполнения технологического процесса приведены в таблице 6.



Рисунок 13 – Фронтальный телескопический погрузчик TF42.7 в работе

Таблица 6 – Характеристика технологической операции внесения перегноя

Наименование показателя	Значение показателя
Условия проведения	
Влажность почвы, % по слоям, см:	
- от 0 до 5 вкл.	17,1
- св. 5 до 10 вкл.	30,3
Твердость почвы, МПа, по слоям, см:	
- от 0 до 5 вкл.	0,1
- св. 5 до 10 вкл.	0,4
Эксплуатационно-технологические показатели	
Рабочая скорость движения, км/ч	18,5
Рабочая ширина захвата, м	11,0
Производительность за 1 ч времени, га/ч:	
- основного	20,3
- сменного	8,4
Удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га	4,2
Качество выполнения технологического процесса	
Доза внесения удобрения, т/га	5,8
Неравномерность распределения на рабочей ширине внесения, %	36

Определение показателей качества распределения удобрения по поверхности поля производилось с использованием пробоотборников размером 0,5×0,5 м, установленных поперек движения агрегата (рисунок 14).



Рисунок 14 – Расположение пробоотборников

3.3.3 Культивация с заделкой органического удобрения

Данная операция проводится вслед за внесением перегноя универсальным культиватором Vector 640 в агрегате с трактором John Deere 8310RT (рисунок 15, таблица 7).



Рисунок 15 – Общий вид агрегата John Deere 8310RT+Vector 640 на культивации

Таблица 7 – Характеристика технологической операции культивация

Наименование показателя	Значение показателя
Условия проведения	
Влажность почвы, % по слоям, см	
- от 0 до 5 вкл.	17,9
- св. 5 до 10 вкл.	29,3
Твёрдость почвы, МПа	
- от 0 до 5 вкл.	0,3
- св. 5 до 10 вкл.	0,7
Масса пожнивных остатков на поверхности поля, г/м ²	1212

Окончание таблицы 7

Наименование показателя	Значение показателя
Эксплуатационно-технологические показатели	
Рабочая скорость движения, км/ч	8,0
Рабочая ширина захвата, м	6,5
Производительность за 1 ч времени, га/ч:	
- основного	5,1
- сменного	4,0
Удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га	10,9
Качество выполнения технологического процесса	
Глубина обработки почвы, см	9,7
Гребнистость поверхности поля, см	4,4
Масса пожнивных остатков на поверхности поля, г/м ²	666
Крошение взрыхленного слоя, % размер фракций, мм:	
- менее 10	69,7
- свыше 10 до 15	12,3
- свыше 15 до 20	8,0
- свыше 20 до 25	10,0

Общий вид поля после прохода культиватора Vector 640 представлен на рисунке 16.



Рисунок 16 – Общий вид поля после прохода культиватора Vector 640

Культивация и заделка перегной обеспечивает повышение биологического потенциала почвы путем активизации почвенной биоты.

3.3.4 Глубокое рыхление

Данная операция является основной зяблевой обработкой почвы и выполняется после заделки перегной культиватором Vector 460 на глубину

20-25 см при условии его переоборудования в вариант глубокорыхлителя путем снятия с рабочих органов боковых крыльев (рисунок 17, таблица 8).



Рисунок 17 – Культиватор Vector 460 в варианте оснащения рабочих органов боковыми крыльями

Таблица 8 – Характеристика технологической операции глубокое рыхление

Наименование показателя	Значение показателя
Условия проведения	
Влажность почвы, % по слоям, см	
- от 0 до 5 вкл.	17,9
- свыше 5 до 10 вкл.	29,3
- свыше 10 до 15 вкл.	28,0
Твёрдость почвы, МПа	
- от 0 до 5 вкл.	0,3
- свыше 5 до 10 вкл.	0,7
- свыше 10 до 15 вкл.	1,3
Масса пожнивных остатков на поверхности поля, г/м ²	1212
Эксплуатационно-технологические показатели	
Рабочая скорость движения, км/ч	8,0
Рабочая ширина захвата, м	6,5
Производительность за 1 ч времени, га/ч:	
- основного	5,1
- сменного	3,3
Удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га	19,4
Качество выполнения технологического процесса	
Глубина обработки почвы, см	9,7
Гребнистость поверхности поля, см	4,4
Масса пожнивных остатков на поверхности поля, г/м ²	666
Крошение взрыхленного слоя, % размер фракций, мм:	
- менее 10	69,7
- свыше 10 до 15	12,3
- свыше 15 до 20	8,0
- свыше 20 до 25	10,0

Данной операцией заканчивается технологический модуль «обработка почвы» и подготовленная почва находится в этом состоянии вплоть до посева (характеристику посева см. подраздел 3.2).

3.3.5 Химическая защита растений

Основная цель операций агротехнического ухода – поддержание посевов в чистом от сорняков, болезней и вредителей и обеспечение необходимыми элементами питания.

Как правило перечень данных операций состоит из двух химпрополок, проводимых через декаду после посева и с интервалом 4-5 недель и междурядной культивации, совмещенной с внутрпочвенной подкормкой КАС-32.

Опрыскивание проводится самоходным опрыскивателем М4030 (рисунок 18), вспомогательная операция – подвоз воды и препаратов осуществляется трактором ХТЗ-150 в агрегате с полуприцепом с двумя пластиковыми емкостями (см. рис. 5) или с машиной для транспортировки жидких веществ FKB 1/1 (Plastverarbeitungswerk Staaken, Германия), агрегатируемой трактором John Deere 7730 (рисунок 19).



Рисунок 18 – Опрыскиватель М4030 в работе

Основные эксплуатационно-технологические показатели операции опрыскивание приведены в таблице 9.



Рисунок 19 – Трактор John Deere 7730 в агрегате машиной для транспортировки жидких веществ FKB 1/1

Как правило, технологии минимальной обработки почвы способствуют интенсивному развитию сорной растительности, создающей на начальных фазах развития культуры высокую конкуренцию (рисунок 20), но технические параметры опрыскивателя и применяемые средства защиты растений обеспечивают практически 100 % эффективность проведения операции.

Таблица 9 – Характеристика технологической операции опрыскивание

Наименование показателя	Значение показателя
Условия проведения	
Засоренность посевов:	
- г/м ²	12
- шт./м ²	25
Эксплуатационно-технологические показатели	
Рабочая скорость движения, км/ч	16,5
Рабочая ширина захвата, м	30,0
Производительность за 1 ч времени, га/ч:	
- основного	49,5
- сменного	18,8
Удельный расход топлива, кг/га	0,5
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:	
- надежности технологического процесса	1,0
- использования сменного времени	0,5
Показатели качества выполнения технологического процесса	
Норма внесения препарата, л/га	1,5
Уничтожение сорной растительности, %	100
Повреждение культурных растений, %	1,0



Рисунок 20 – Состояние посевов перед проведением химической защиты растений

3.3.6 Междурядная культивация с внесением ЖКУ

Основной целью данной операции является корневая подкормка растений путем внутрипочвенного внесения в междурядье ЖКУ, выполняемое пропашным культиватором SKM, оборудованным устройством для внесения жидких удобрений и агрегатируемым с трактором John Deere 7730 (рисунок 21, таблица 10).



Рисунок 21 – Пропашной культиватор SKM в агрегате с трактором John Deere 7730 на культивации кукурузы с одновременным внесением КАС-32

Таблица 10 – Характеристика технологической операции междурядная культивация с внесением ЖКУ

Наименование показателя	Значение показателя
Условия проведения	
Влажность почвы, % по слоям, см	
- от 0 до 5 вкл.	22,5
- св. 5 до 10 вкл.	30,7
Твёрдость почвы, МПа	
- от 0 до 5 вкл.	0,1
- св. 5 до 10 вкл.	0,8
Высота растений, см	20,8
Густота растений, шт./м. п.	5,3
Засоренность участка, шт./м ²	0,7
Эксплуатационно-технологические показатели	
Рабочая скорость движения, км/ч	10,0
Рабочая ширина захвата, м	11,2
Производительность за 1 ч времени, га/ч:	
- основного	11,2
- сменного	8,4
Удельный расход топлива за время сменной работы, кг/га	8,0
Удельный расход КАС-32, л/га	200
Качество выполнения технологического процесса	
Глубина обработки почвы, см	4,7
Величина защитной зоны, см	10,0
Гребнистость поверхности поля, см	3,4
Уничтожение сорных растений, %	100
Крошение взрыхленного слоя, % размер фракций, мм:	
- менее 10	55,0
- свыше 10 до 15	6,6
- свыше 15 до 20	2,8
- свыше 25	35,6

После проведения данной операции наступает смыкание рядов растений, и вплоть до уборки никаких технологических операций не проводится.

3.3.7 Уборка урожая

Уборка урожая кукурузы со всей посевной площади ведется комбайном John Deere S770i в агрегате с 8-рядной жаткой Drago GT 8-70. Выгрузка урожая из бункера комбайна производится в большегрузные автомобили, вмещающие 8-10 бункеров комбайна и расположенные, как правило, стационарно на краю загонки (рисунок 22).



Рисунок 22 – Выгрузка зерна в кузов автомобиля

В типичном случае сочетания высокой урожайности культуры (порядка 90-100 ц/га) и большой длины поля (более 900 м) производится поперечная разбивка гона транспортной магистралью на две половины, комбайнирование в которых осуществляется в режиме «круг-выгрузка», т.е. бункер комбайна в обязательном порядке выгружается в кузов автомобиля после прохождения комбайном в загонке полного оборота.

Показатели эксплуатационно-технологической оценки зерноуборочного комбайна John Deere S770i в агрегате с жаткой Drago-GT 8-70 приведены в таблице 11.

В некоторых случаях, учитывая многообразие складывающихся производственных условий (в первую очередь погодных, а также характеристику агрофона) для обеспечения необходимых параметров технологических операций в качестве дополнительных технических средств могут использоваться другие, имеющиеся в парке хозяйства орудия – стерневой культиватор Allrounder-profiline-600 (Köckerling, Германия) и короткая дисковая борона Catros 600 (Amazonen, Германия) – на осенней культивации почвы, и бункер-перегрузчик насыпных материалов GTW 330 (Bergmann, Германия) – на уборке урожая.

Таблица 11 – Эксплуатационно-технологические показатели агрегата John Deere S770i+Drago-GT 8-70

Наименование показателя	Значение показателя
Условия проведения	
Влажность почвы, % по слоям, см	
- от 0 до 5 вкл.	28,6
- свыше 5 до 10 вкл.	30,2
Твёрдость почвы, МПа	
- от 0 до 5 вкл.	0,4
- свыше 5 до 10 вкл.	1,4
Урожайность, ц/га	92,2
Высота растений, см	293
Эксплуатационно-технологические показатели	
Рабочая скорость движения, км/ч	7,4
Рабочая ширина захвата, м	5,6
Производительность за 1 ч времени, га/ч:	
- основного	4,1
- сменного	2,3
Удельный расход топлива, кг/га	11,7
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:	
- надежности технологического процесса	1,0
- использования сменного времени	0,5
Показатели качества выполнения технологического процесса	
Высота среза, см	19,9
Суммарные потери зерна за комбайном, %	0,7
Качество зерна из бункера, %:	
- дробление зерна	0,6
- содержание сорной примеси	0,4

Краткие характеристики технических средств, используемых в технологии возделывания кукурузы в КФХ Деревянко В.И., приведены в приложении А.

Технологические карты сравниваемых технологий возделывания кукурузы на зерно, содержащие состав агрегатов, агротехнические сроки проведения операций, основные эксплуатационные и технологические параметры, приведены в приложении Б.

3.4 Фенологические наблюдения

В ходе рабочих выездов проведена оценка динамики развития культурных растений по предшественникам (таблица 12, рисунки 23-24).

Данные наблюдений показывают, что высота растений по предшественникам незначительно отличается на начальных фазах развития и практически выравнивается к созреванию.

Таблица 12 – Динамика развития растений кукурузы на полях

Дата проведения измерений	Высота культурных растений, см по предшественникам			
	пшеница	soя	кукуруза	ячмень
10 июня	99	99	87	86
30 июня	267	268	253	248
5 августа	294	292	294	286



Рисунок 23 – Определение характеристики культуры по состоянию на 10 июля

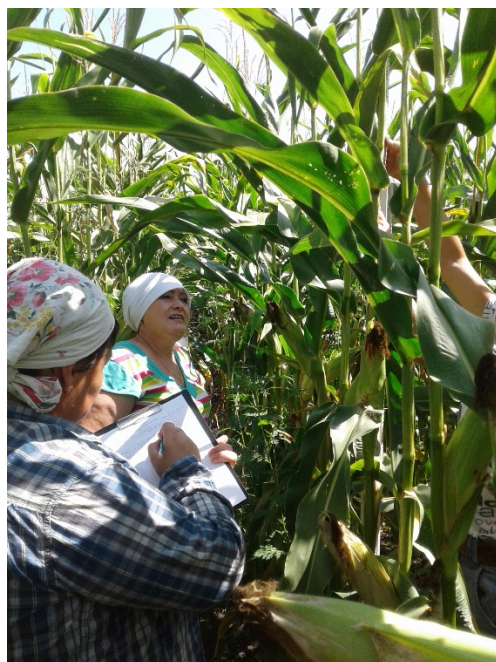


Рисунок 24 – Определение характеристики культуры по состоянию на 5 августа

Фенологический и визуальный мониторинг посевов показали, что в целом посевы кукурузы благополучно прошли все фазы развития, сформировали урожай и к уборке находились в чистом от сорняков и болезней состоянии.

4 Экономическая оценка сравниваемых вариантов технологий производства кукурузы на зерно

4.1 Техничко-экономическая характеристика технологий

При близком географическом расположении хозяйств (валидационного полигона КубНИИТиМ и КФХ Деревянко В. И.) – по прямой порядка 55 км, сопоставимом размере посевных площадей (2000 га и 1800 га) и одинаковой зерновой специализации, существуют значимые отличия технологии возделывания кукурузы на зерно с прямым посевом от традиционной, заключающиеся в следующем:

- базовый набор последовательных технологических операций возделывания кукурузы, состоящий из восьми основных операций и одной-двух факультативных;

- машинно-тракторный парк, базирующийся на применении техники исключительно зарубежного производства (самоходная техника: опрыскиватель, тракторный и комбайновый парк – John Deere (США), почвообрабатывающие орудия – Köckerling (Германия), прочая техника – фирм Италии, Австрии и Германии), при этом возраст технических средств не превышает 10 лет;

- система обработки почвы – минимальная осенняя, отсутствие весенних почвообрабатывающих операций – весенний прямой посев культуры;

- система удобрения – отказ от применения гранулированных минеральных удобрений в пользу ежегодного внесения по всей площади пашни твердого органического (перегной птичьего помета) и жидких минеральных (КАС и ЖКУ) удобрений;

- система защиты растений основана на применении гербицидов зарубежного производства;

- использование семян зарубежной селекции и экспортно-ориентированная продажа урожая;

- организация производства с круглосуточным режимом работы механизаторов в период выполнения полевых работ.

Также имеет значение различие форм собственности хозяйств (крестьянское (фермерское) хозяйство и федеральное государственное бюджетное научное учреждение), а следовательно, и организационно-хозяйственных условий рабочего процесса.

Применение весеннего прямого посева кукурузы на зерно в данном случае не приводит к полному или резкому снижению числа почвообрабатывающих операций (четыре операции обработки почвы в традиционной технологии и три – в изучаемой с прямым посевом). Принципиален лишь отказ от основной зяблевой обработки в виде отвальной вспашки и предпосевной культивации. Изменяется и назначение почвообрабатывающих операций – второе дискование предназначено для заделки органического удобрения (перегноя птичьего помета), а последующее глубокое рыхление выступает в качестве альтернативы отвальной вспашке.

Характеристика и основные отличительные признаки сравниваемых технологий производства кукурузы на зерно приведены в таблице 13.

Все вышеуказанные факторы определяют производственно-экономическую результативность исследуемой технологии.

Экономическая оценка технологии с прямым посевом и традиционной проведена в соответствии с действующим межгосударственным стандартом ГОСТ 34393-2018 [25]. Показатели экономической оценки определены по данным эксплуатационно-технологической оценки, полученным по результатам испытаний агрегатов, согласно технологическим картам (приложение Б). Расчеты проведены с использованием современного программного обеспечения «Экономическая оценка», разработанного в КубНИИТиМ, по трем уровням: посевной агрегат, машинно-тракторный парк и технология производства в целом.

Таблица 13 – Сравнительная характеристика технологий возделывания и уборки кукурузы на зерно хозяйств

Наименование элемента технологии	Содержание элемента в хозяйстве	
	Валидационный полигон КубНИИТиМ	КФХ Деревянко В. И.
Семена и урожай	семена – отечественная селекция	семена – зарубежная селекция урожай – экспортно-ориентированная продажа
Обработка почвы	- осенняя: двукратное дискование, вспашка, культивация зяби - весенняя: предпосевная культивация	- осенняя: дискование (опция), культивация, глубокое рыхление, культивация (опция)
Система удобрения	- основное внесение: аммиачная селитра 150 кг/га перед посевом - подкормка: по листу Цинк сернокислый (1,0 кг/га)+ Гумат калия (0,5 л/га)	- основное внесение – органическое (перегной) 5 т/га ежегодно на всей площади пашни - подкормка – внутрипочвенно КАС-32
Посев	8-рядные сеялки	- 16-рядная сеялка - с внесением жидких минеральных удобрений
Агротехнический уход	- довсходовое боронование, междурядная культивация	- междурядная культивация с подкормкой - применение гербицидов зарубежного производства
Схема уборки	прямоточная двухзвенная (комбайн-автомобиль)	- прямоточная двухзвенная (комбайн-большегрузный автомобиль) - перегрузочная трехзвенная (комбайн-бункер-перегрузчик-большегрузный автомобиль)
Парк технических средств	Разномарочный: - тракторы – в основном отечественные, - сельхозорудия – отечественные и зарубежные; - комбайны – отечественные. Возраст техники –от 7 до 20 лет	Использование на обработке почвы и посеве гусеничного трактора, опрыскиватель – самоходный Основные энергосредства, машины и сельхозорудия – зарубежного производства (США, ФРГ, Италия) Возраст техники – не превышает 10 лет
Персонал	высокая и средняя квалификация	высокая квалификация
Технологическая дисциплина и культура земледелия	средний уровень	высокий уровень

Показатели экономической оценки сравниваемых вариантов определены на следующие площади возделывания кукурузы на зерно:

- по традиционной технологии – 549 га;
- по технологии с прямым посевом – 1000 га.

Цена на сельскохозяйственную технику взята без учета налога на добавленную стоимость (НДС).

4.2 Оценка посевных агрегатов

Сравнительный анализ показателей экономической оценки посевных агрегатов проведен по данным, представленным в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели экономической оценки посевных агрегатов

Наименование показателя	Значение показателя по посевному агрегату	
	базовый	технология прямого посева
Затраты труда, чел.-ч:		
- всего	190	200
- на 1 га	0,35	0,20
Потребность:		
- в технике, шт.	3	1
- механизаторах, чел.	3	1
- топливе, кг:		
- всего	1 516	2 600
- на 1 га	2,8	2,6
- капитальных вложениях, тыс. руб.	9 770	36 600
Эксплуатационные затраты денежных средств, тыс. руб.:		
- всего	606	3 345
- на 1 га	1,1	3,3

Трудоемкость механизированных работ на посеве кукурузы на зерно в технологии прямого посева составила 0,20 чел.-ч/га, что ниже показателя традиционной на 0,15 чел.-ч/га или на 43 %.

При применении технологии прямого посева в расчете на 1000 га необходим один посевной комплекс, в традиционной технологии – на 549 га применяется три разных по составу посевных агрегата. Необходимая потребность в механизаторах составила: один человек – для технологии прямого посева,

три человека – для традиционной технологии.

Потребность в топливе на технологической операции посева кукурузы на зерно при применении технологии прямого посева равна 2,6 кг/га, что ниже показателя традиционной на 0,2 кг/га или на 7 %.

Удельные эксплуатационные затраты денежных средств на посевах при применении технологии прямого посева составили 3,3 тыс. руб./га, что значительно выше показателя традиционной – на 2,2 тыс. руб./га или в 3 раза.

Значительное превышение (в 3,7 раза) капитальных вложений в сеялку прямого посева по сравнению с вариантом традиционной, является основной причиной 3-кратного повышения эксплуатационных затрат денежных средств, несмотря на существенное снижение затрат труда (рисунок 25).

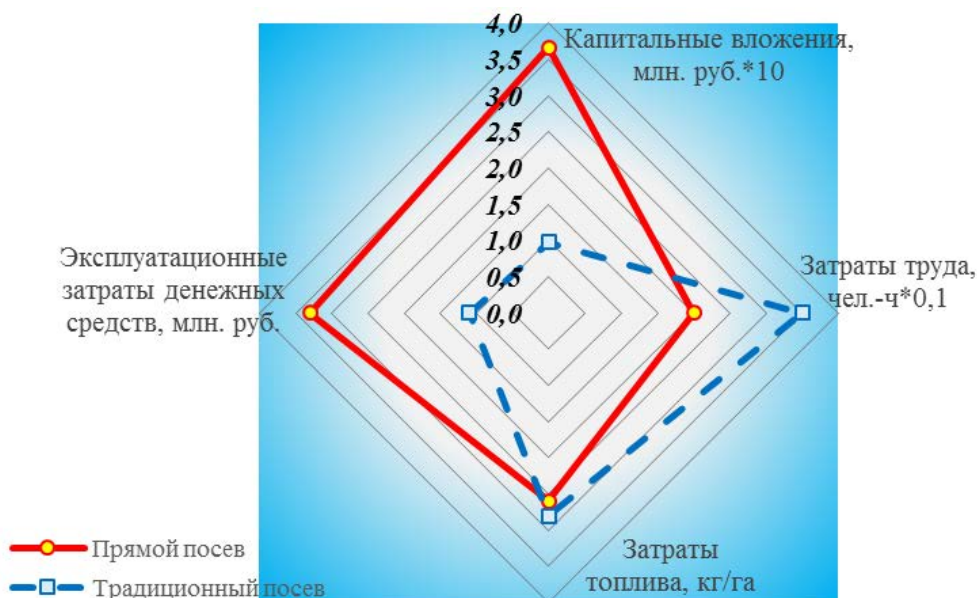


Рисунок 25 – Основные параметры сравниваемых посевных агрегатов

В структуре эксплуатационных затрат денежных средств в технологии с прямым посевом заметно резкое снижение доли ГСМ (на 18 %) по сравнению с традиционной технологией (рисунок 26).

При этом в технологии с прямым посевом суммарная доля на амортизацию и затрат на ремонт и ТО возрастает до 92 %.

В обоих случаях минимальной является доля затрат на оплату труда – 3-5 %.

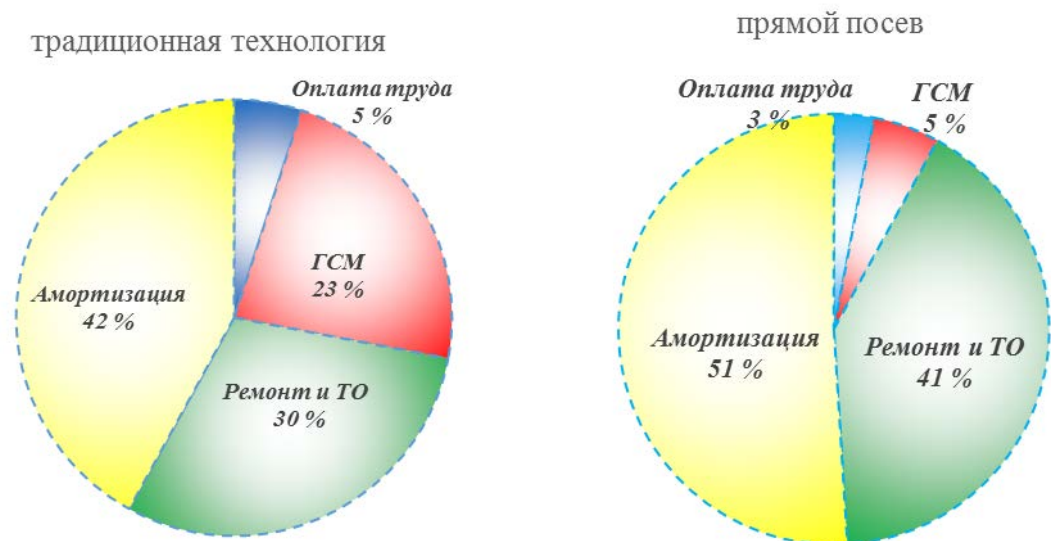


Рисунок 26 – Структура эксплуатационных затрат сравниваемых посевных агрегатов

4.3 Оценка применения машинотракторных парков

Структура двух рассматриваемых вариантов машинно-тракторных парков (далее – МТП) представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Структура МТП

Наименование показателя	Значение показателя по варианту МТП	
	традиционный	с прямым посевом
Потребность в технике, шт.	29	11
Тракторы, всего, шт.:	7	3
в т.ч. тяговых классов		
1,4-2	4 (2 - Беларус-1025.2, 2 - МТЗ-82)	
4	1 - John Deere 8420	1 - John Deere 7730,
5 и выше	2 (1 - Versatile 2375, 1 - К-744Р1)	1 - John Deere 8430,
		1 - John Deere 8310 RT
Плуги, шт.	3	1
	1 - ПНУ-8×40П, 1 - ПСК-8,	Vector 460
	1- ПС-6/60	
Бороны, шт.	3	1
	1 - Catros 6001-2,	Rebell 500
	1 - Challenger-1435, 1 - БШ-12	
Машины для внесения удобрений, опрыскиватели, шт.	2	2
	1 - Bogballe М 2,	1 - John Deere М 4030,
	1 - ОПГ-3000/24 МК	1 - TSW 6240 S

Окончание таблицы 15

Наименование показателя	Значение показателя по варианту МТП	
	традиционный	с прямым посевом
Машины для внесения удобрений, опрыскиватели, шт.	2 1 - Bogballe M 2, 1 - ОПГ-3000/24 МК	2 1 - John Deere M 4030, 1 - TSW 6240 S
Культиваторы, шт.	7 1 - Корунд 900 L, 1 - КДК-9, 1 - КПМ-10, 3 - КРН-5,6, 1 - КШМ-10,8	1 SKM
Сеялки, шт.	3 1 - Gaspardo SP, 1 - Kuhn Planter, 1 - УПС-8-02	1 Optima TFmaxi
Зерноуборочные комбайны, шт.	2 2 - КЗС-1218 GS-12	1 John Deere S770i
Жатки, шт.	2 1 - OptiCorn-870, 1 - ППК-81	1 Drago GT 8-70

МТП, используемый в технологии с прямым посевом, по сравнению с традиционным МТП содержит меньше на 18 единиц техники или на 62 %.

МТП, применяемый в технологии с прямым посевом, полностью состоит из техники зарубежного производства. Традиционный МТП состоит, в основном, из техники отечественного производства, техника зарубежного производства составляет 24 %.

Проведем сравнительный анализ показателей экономической оценки использования МТП (таблица 16).

При применении МТП в технологии прямого посева трудоемкость механизированных работ при возделывании кукурузы на зерно составила 1,64 чел.-ч/га, что ниже, чем при применении традиционного МТП на 1,60 чел.-ч/га или на 49 %.

Необходимая потребность в обслуживающем персонале при применении МТП в технологии с прямым посевом кукурузы на зерно составила 2 механизатора, что значительно ниже по сравнению с традиционным МТП – на 14 человек. Столь значительная потребность в персонале в традиционной технологии обусловлена совпадением по агротехническим срокам четырех весенних технологических операций – внесения минеральных удобрений, предпосевной

культивации с их заделкой, посева и довсходового боронования.

Таблица 16 – Показатели экономической оценки использования МТП

Наименование показателя	Значение показателя по варианту МТП	
	традиционный	с прямым посевом
Площадь, га	549	1000
Затраты труда, чел.-ч:		
всего	1 777	1 640
на 1 га	3,24	1,64
Потребность:		
обслуживающем персонале, чел.:		
механизаторах	8	2
вспомогательных рабочих	8	0
топливе, т:		
всего	38,4	70,8
на 1 га	69,9	70,8
капитальных вложениях, млн. руб.	90,8	175,2
Эксплуатационные затраты денежных средств, тыс. руб.:		
всего	9 077	27 889
на 1 га	16,5	27,9

При применении МТП в технологии прямого посева потребность в топливе равна 70,8 кг/га, что незначительно выше аналогичного показателя при применении традиционного МТА – на 0,8 кг/га или на 1,3 %.

Стоимость МТП для технологии прямого посева составила 175,2 млн. руб., что значительно выше стоимости традиционного МТП – на 84,4 млн. руб. или на 93 %.

Удельные эксплуатационные затраты денежных средств при использовании МТП в технологии прямого посева равны 27,9 тыс. руб./га, что выше по сравнению с аналогичным показателем применения традиционного МТП на 11,4 тыс. руб./га или на 69 %.

В структуре эксплуатационных затрат традиционного МТП амортизационные отчисления и затраты на ремонт и ТО суммарно составляют 72 %, в технологии с прямым посевом они возрастают на 10 % и достигают 82 % (рисунок 27), что обусловлено высокой стоимостью парка технических средств.

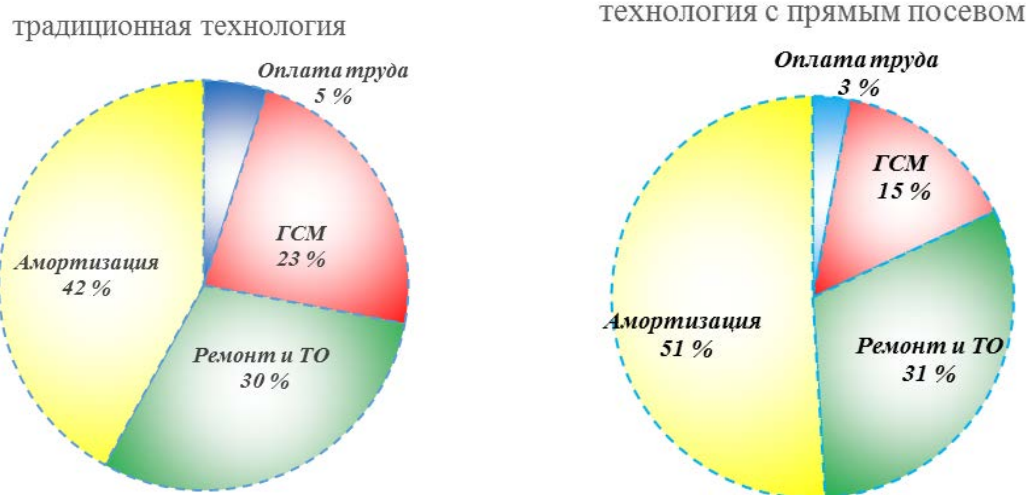


Рисунок 27 – Структура эксплуатационных затрат денежных средств МТП

В связи с включением в расчеты экономической эффективности на уровне МТП показателей всех основных задействованных в сравниваемых технологиях агрегатов изменился масштаб различий основных параметров (капитальных вложений и эксплуатационных затрат денежных средств), но сохранились общие принципы (рисунок 28).



Рисунок 28 – Основные параметры сравниваемых МТП

Анализ показателей экономической оценки по технологическим модулям

(обработка почвы, внесение основного удобрения, посев, операции агротехнического ухода) свидетельствует о следующих изменениях в затратах ресурсов на обработку почвы в технологии с прямым посевом по сравнению с традиционной:

- трудоемкость механизированных работ снизилась на 0,58 чел.-ч/га или на 46 %;
- расход топлива снизился на 9,1 кг/га или 18 %;
- удельные эксплуатационные затраты денежных средств – на 1 227 руб./га или на 17 % (таблица 17).

Таблица 17 – Показатели экономической оценки по комплексам технологических операций

Наименование комплекса технологических операций	Значение показателя экономической оценки по варианту технологий					
	трудоемкость механизированных работ, чел.-ч/га		расход топлива, кг/га		удельные эксплуатационные затраты денежных средств, руб./га	
	традиционная	прямого посева	традиционная	прямого посева	традиционная	прямого посева
Обработка почвы	1,25	0,67	50,7	41,6	7373	6146
Посев	0,34	0,20	2,8	2,6	1101	3345
Основное внесение удобрений	0,23	0,12	0,4	4,2	167	2396
Операции агротехнического ухода	0,71	0,22	4,5	10,7	1703	4755
Уборка	0,71	0,43	11,6	11,7	6189	11247
Итого по технологии в целом	3,24	1,64	70,0	70,8	16533	27889

При этом снижение доли затрат на обработку почвы в технологии с прямым посевом в общих технологических затратах составило:

- по удельному расходу топлива – до 59 % (против 72 %);
- эксплуатационных затрат денежных средств – до 22 % (против 45 %).

Доля обработки почвы в общей трудоемкости механизированных работ в технологии с прямым посевом составляет 41 % против 39 % в традиционной технологии.

4.4 Оценка технологий

Структура себестоимости кукурузы на зерно при применении традиционной технологии и прямого посева приведена в таблице 18.

Себестоимость возделывания кукурузы на зерно при использовании традиционной технологии составила 4524 руб./т, при применении технологии прямого посева – 5235 руб./т, что выше на 711 руб./т или на 16 %.

Структура себестоимости единицы продукции примерно одинакова, относительные колебания отдельных элементов обусловлены характером ведения производственной деятельности и ценами на основные технологические материалы (рисунки 29-30).

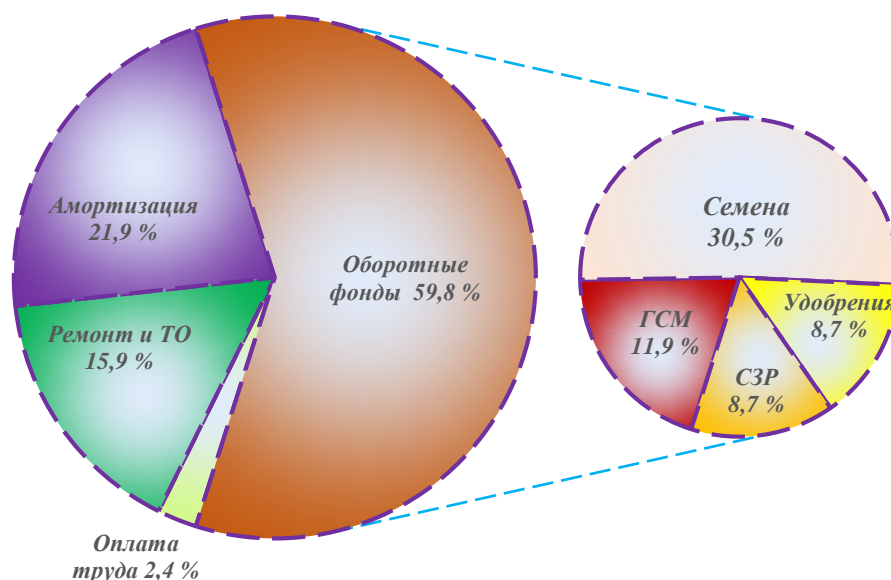


Рисунок 29 – Структура себестоимости производства продукции по традиционной технологии

Характерные отличия исследуемых МТП в целом приводят к некоторому изменению баланса в технологии с прямым посевом в сторону увеличения до 44 % затрат по статьям «амортизация» и «ремонт и ТО» по сравнению с 38 % в традиционной технологии.

Таблица 18 – Структура себестоимости возделывания кукурузы на зерно

Производственные затраты	Значение показателя по вариантам технологий							
	традиционной				с прямым посевом			
	тыс. руб.	%	руб./т	руб./га	тыс. руб.	%	руб./т	руб./га
Оплата труда	728	2,4	111	779	751	1,4	75	751
Горюче-смазочные материалы	2071	11,9	538	3772	4280	8,2	428	4280
Ремонт и техническое обслуживание	2769	15,9	720	5045	8590	16,4	859	8590
Амортизация	3809	21,9	990	6939	14267	27,2	1427	14267
Затраты на охрану окружающей среды	0,6	0,01	0,15	1,0	1,1	0,1	0,11	1,1
Затраты на закупку семян	5310	30,5	1380	9672	12040	23,0	1204	12040
Затраты на закупку удобрений	1515	8,7	394	2760	4400	8,4	440	4400
Затраты на закупку средств защиты растений	1520	8,7	395	2768	8020	15,3	802	8020
Итого:	17423	100	4525	31712	52349	100	5235	52345

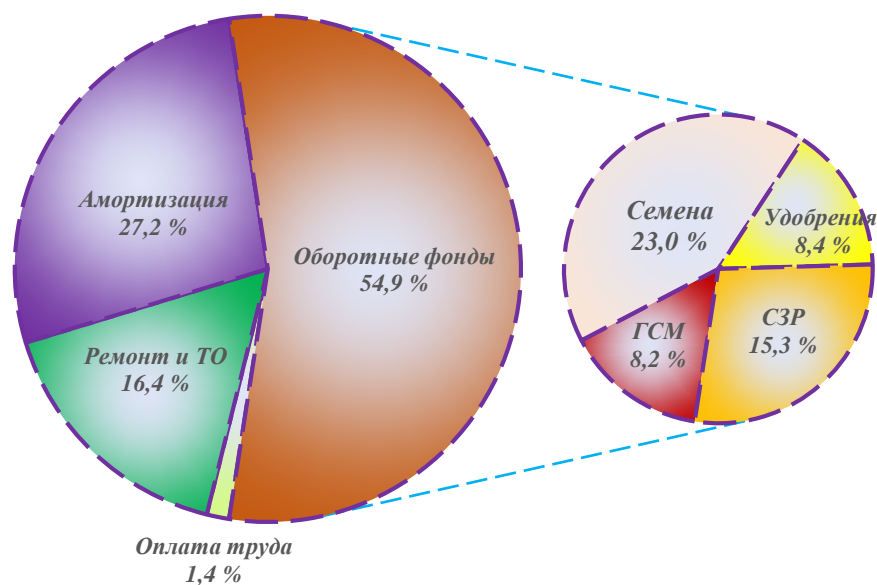


Рисунок 30 – Структура себестоимости производства продукции по технологии с прямым посевом

Использование многомарочного парка тракторов, большого числа почвообрабатывающих операций и малопроизводительных агрегатов приводит к увеличению доли затрат на горюче-смазочные материалы до 12 % в традиционной технологии, при 8 % в технологии с прямым посевом.

При реализации обеих технологий чрезвычайно мала доля затрат на оплату труда, при этом очевидно, что удельный уровень её в КФХ выше, чем в базовом хозяйстве. В повышении оплаты труда может скрываться фактор повышения эффективности производства.

Проведем сравнительный анализ показателей экономической эффективности исследуемых технологий (таблица 19).

При применении технологии прямого посева урожайность кукурузы на зерно составила 10 т/га, что выше по сравнению урожайностью, полученной при использовании базовой технологии на 3 т/га или на 43 %.

Погектарная прибыль при применении технологии прямого посева значительно выше величины погектарной прибыли, полученной при применении базовой технологии – на 55,7 млн. руб. или на 77 %.

Таблица 19 – Показатели экономической эффективности технологий

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам технологий	
	традиционной	с прямым посевом
Себестоимость производства продукции, тыс. руб.	17 423	52 350
Оборотные фонды (всего), тыс. руб., в том числе:	10 416	28 740
- топливо	2 071	4 280
- семена	5 310	12 040
- удобрения	1 515	4 400
- средства защиты растений	1 520	8 020
Урожайность, т/га	7,0	10,0
Стоимость реализованной продукции, тыс. руб.	56 950	180 000
Прибыль:		
- всего, тыс. руб.	39 527	127 650
- руб./га	71 998	127 650
- руб./т	10 272	12 765
Рентабельность культуры, %	227	244
Затраты труда, чел.-ч/т	0,46	0,16

Рентабельность реализованной продукции при применении технологии прямого посева получена на уровне 244 %, что выше показателя традиционной технологии на 17 п.п.

Несмотря на существенные различия в компонентах сравниваемых технологий, они имеют сопоставимый уровень себестоимости продукции и рентабельности, но технология с прямым посевом выглядит более предпочтительной по сравнению с традиционной по удельным затратам труда на единицу произведенной продукции и погектарной прибыли (рисунок 31).

Проведенный анализ показателей экономической эффективности технологий, позволяет сделать следующий вывод.

В КФХ Деревянко В. И. на прямом весеннем посеве кукурузы на зерно успешно применяется пропашная сеялка Optima TFmaxi [35]. В комплексе с одним из весомых слагаемых успешного производства, которым служит ежегодное внесение органического удобрения в дозе 5 т/га на всей площади пашни, это позволяет стабильно добиваться урожайности на уровне 100 ц/га.

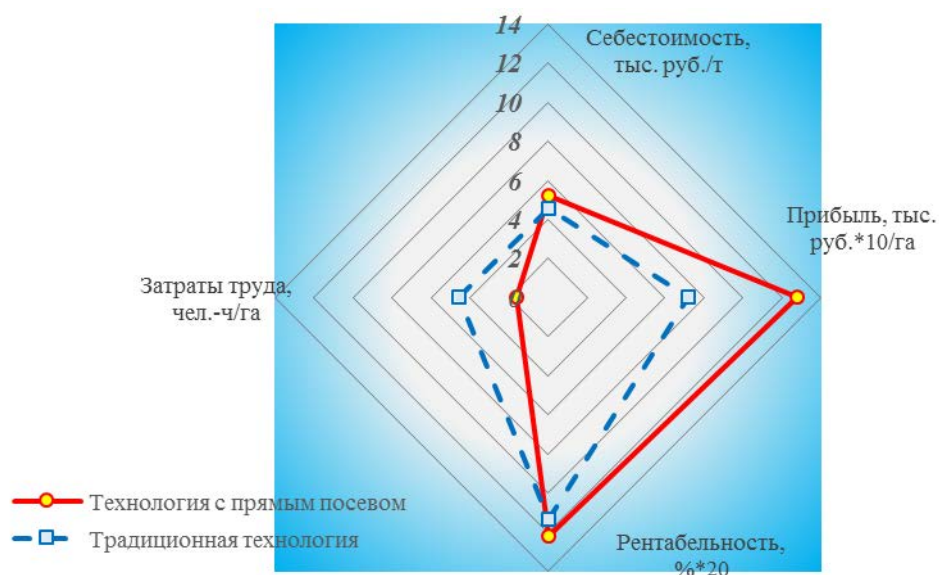


Рисунок 31 – Основные параметры сравниваемых технологий

Использование органики не позволяет полностью отказаться от обработки почвы в связи с необходимостью её заделки, при этом снижение затрат труда на почвообработку составляет 46 %; расхода топлива – 18 %, а удельных эксплуатационных затрат – 17 % по сравнению с традиционной технологией.

В целом по технологии с прямым посевом обеспечивается практически 3-кратное снижение затрат труда на единицу произведенной продукции по сравнению с традиционной технологией, и уровень рентабельности производства кукурузы на зерно порядка 244 %.

Это позволяет рекомендовать использование элементов данной технологии для экономически устойчивых сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности южных степных регионов страны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного комплекса исследований прямого посева при возделывании кукурузы на зерно в виде анализа научно-технических публикаций, инженерно-технического мониторинга парка технических средств, практических полевых экспериментов и расчетов показателей экономической оценки позволяют сделать следующие выводы.

1) Интерес сельхозтоваропроизводителей к прямому посеву сельскохозяйственных культур обусловлен интенсивным накоплением негативных явлений техногенного и природного характера, которые присутствуют в современном аграрном производстве:

- высоким уровнем финансовых издержек на содержание машинно-тракторного парка интенсивных технологий возделывания культур за счет необходимости применения достаточно большого перечня технических средств, потребляющих значительные объёмы финансовых, материальных, топливных и трудовых ресурсов, что приводит к высокой себестоимости производства зерна и низкому уровню рентабельности;

- процессами машинной деградации почв, обусловленными интенсивным использованием в производственных технологиях большого числа технических средств, производящих многочисленные проходы по полю и формирующих «плужную подошву» и устойчивый тренд на снижение почвенного плодородия;

- снижением запасов почвенной влаги, неравномерностью выпадения осадков в период вегетации, обусловленными текущими климатическими изменениями.

Прямой посев культур полностью исключает применение всего перечня почвообрабатывающей техники (дисковой бороны, плуга, культиватора), при этом измельченные и равномерно распределенные по поверхности поля пожнивные остатки позволяют сформировать мульчирующую почву «одеяло»,

имеющее функции сбережения и накопления влаги. Использование в севообороте культур с мощной стержневой корневой системой позволяет устранить «плужную подошву» и эффекты дифференциации почвенного плодородия по глубине корнеобитаемого слоя.

2) Сравнительный анализ методик оценки экономической эффективности технологий производства продукции растениеводства показывает, что, при наличии достаточно большого их числа, между ними не существует принципиальных отличий в общем смысловом содержании, перечне и порядке определения показателей экономической эффективности, присутствуют лишь различия в оформлении исходных данных, результатов и форме реализации в виде программного продукта.

Основные положения методик допускают варьирование структурных элементов машинных технологий при условии соблюдения принципа «единственности различий» как для систем более высокого порядка – систем земледелия.

3) Существуют следующие отличия исследуемой технологии возделывания кукурузы на зерно с прямым весенним посевом от традиционной:

- базовый набор последовательных технологических операций возделывания кукурузы, состоящий из восьми основных обязательных операций и одной-двух факультативных, выполняемых по необходимости;

- машинно-тракторный парк, базирующийся на применении техники исключительно зарубежного производства (самоходная техника: опрыскиватель, тракторный и комбайновый парк – John Deere (США), почвообрабатывающие орудия – Köckerling (Германия), прочая техника – фирм Италии, Австрии и Германии), при этом возраст технических средств не превышает 10 лет;

- система обработки почвы – минимальная осенняя, отсутствие весенних почвообрабатывающих операций – весенний прямой посев культуры;

- система удобрения – отказ от применения гранулированных минеральных удобрений в пользу ежегодного внесения по всей пашне твердого органического (перегной птичьего помета) и жидких минеральных (КАС и ЖКУ);

- система защиты растений основана на применении гербицидов зарубежного производства;
- использование семян зарубежной селекции и экспортно-ориентированная продажа урожая;
- организация производства с круглосуточным режимом работы механизаторов в период выполнения полевых работ.

Применение весеннего прямого посева кукурузы на зерно в данном случае не приводит к полному или резкому снижению числа почвообрабатывающих операций (четыре операции обработки почвы в традиционной технологии и три – в изучаемой с прямым посевом). Принципиален лишь отказ от основной зяблевой обработки в виде отвальной вспашки и предпосевной культивации. Изменяется и назначение почвообрабатывающих операций – второе дискование предназначено для заделки органического удобрения (перегноя птичьего помета), а последующее глубокое рыхление выступает в качестве альтернативы отвальной вспашке.

4) При исследовании технологической операции прямого посева установлено следующее:

- практическая реализация прямого посева кукурузы на зерно с одновременным внесением жидких удобрений осуществляется с использованием высокопроизводительной техники зарубежного производства (как тракторов, так и сельхозмашин), оснащенной электронными системами управления и навигации. Для раскрытия потенциала техника эксплуатируется максимально возможное время в сутки, при этом суточная выработка агрегата может достигать 110-120 га;

- пропашная сеялка Optima TFmaxi HD II (Kverneland, Германия) обеспечивает высокое качество посева, размещая 95 % семян с заданным интервалом в посевном горизонте. На поверхности почвы остаются единичные семена. На данной операции имеется потенциал повышения производительности в части организации механизированной загрузки семян.

Машинно-тракторные агрегаты на остальных технологических операциях обеспечивают высокие значения эксплуатационно-технологических показателей и качества выполнения технологического процесса.

5) Расчеты показателей экономической оценки технологии с применением прямого посева, проведенные на трех уровнях (посевной агрегат, машинно-тракторный парк и технология в целом) установили следующее:

а) на уровне посевного агрегата:

- уровень капитальных вложений выше в 3,7 раза (36,6 млн. руб. против 9,8 млн. руб. в традиционном варианте);

- трудоемкость механизированных работ прямого посева составила 0,20 чел.-ч/га, что ниже базового показателя на 0,15 чел.-ч/га или на 43 %;

- потребность в топливе равна 2,6 кг/га, что ниже базового показателя на 0,2 кг/га или на 7 %;

- удельные эксплуатационные затраты денежных средств составили 3,3 тыс. руб./га, что значительно выше базового показателя – на 2,2 тыс. руб./га или в 3 раза;

б) на уровне машинно-тракторного парка технологии сохраняется та же тенденция, но разрыв между показателями уменьшается:

- стоимость МТП для технологии прямого посева составила 175 млн. руб., что значительно выше стоимости традиционного МТП – на 84 млн. руб. или на 93 %;

- в технологии прямого посева трудоемкость механизированных работ при возделывании кукурузы на зерно составила 1,6 чел.-ч/га, что ниже, чем при применении традиционного МТП на 1,4 чел.-ч/га или на 46 %;

- потребность в топливе равна 71 кг/га, что незначительно выше аналогичного показателя при применении традиционного МТА – на 0,8 кг/га или на 1,3 %;

- удельные эксплуатационные затраты денежных средств при использовании МТП в технологии прямого посева равны 28 тыс. руб./га, что выше по

сравнению с аналогичным показателем применения традиционного МТП на 11 тыс. руб./га или на 69 %;

в) на уровне технологии в целом с учетом достигнутых значений урожайности:

- себестоимость возделывания при применении технологии прямого посева составила 5235 руб./т, что на 711 руб./т или на 16 % выше традиционного варианта;

- погектарная прибыль при применении технологии прямого посева значительно выше величины погектарной прибыли, полученной при применении традиционной технологии – на 55,7 тыс. руб. или на 77 %;

- рентабельность реализованной продукции при применении технологии прямого посева получена на уровне 244 %, что выше показателя традиционной технологии на 17 п.п.

В связи с невозможностью полного отказа от обработки почвы в технологии с прямым посевом снижение доли затрат на почвообработку в общих технологических затратах составило:

- по удельному расходу топлива – до 59 % (против 72 % в традиционной);
- эксплуатационных затрат денежных средств – до 22 % (против 45 % в традиционной).

Доля обработки почвы в общей трудоемкости механизированных работ в технологии с прямым посевом составляет 41 % против 39 % в традиционной технологии.

б В целом технология производства кукурузы на зерно с весенним прямым посевом, реализуемая в КФХ Деревянко В.И., основанная на исключительном применении парка технических средств, семян и средств защиты растений зарубежного производства, а также при ежегодном внесении органического удобрения по всей площади севооборота, показывает в условиях центральной агроклиматической зоны Краснодарского края вполне конкурентные результаты экономической эффективности по сравнению с технологией с отвальной вспашкой и весенней предпосевной культивацией.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 (Сборник законодательства Российской Федерации, 2016, № 49, ст. 6887).

2 ГОСТ 16265-89. Земледелие. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1990. – 22 с.

3 СТО АИСТ 001-2010 Агротехническая оценка сельскохозяйственной техники. Термины и определения. – 55 с.

4 Небавский В.А. Опыт внедрения технологии нулевой обработки почвы // Краснодар. – 2003. – 135 с.

5 Науку привяжут к «нулю» // Деловой крестьянин. – 2019. – № 5. – С. 12–14.

6 Сельскохозяйственный журнал. – 2019. – № 5 (12). – 101 с. [Электронный ресурс]: – URL <https://elibrary.ru/contents.asp?id=41802504> (дата обращения: 03.04.2021).

7 Технология возделывания кукурузы // ГБУ Краснодарского края Кубанский сельскохозяйственный информационно-консультационный центр. – 19 с.

8 Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Гольдяпин В.Я. и др. Машинно-технологическое обеспечение возделывания кукурузы: анализ. обзор – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 96 с.

9 Система земледелия Краснодарского края (методич. рекомендации) Краснодар. – 2009. – 265 с.

10 Гольдяпин В.Я. Инновационные технологии прямого посева зерновых культур: научн. анализ. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.

11 Сеялка пропашная Gherardi G-208 [Электронный ресурс]: – URL [https:// agroservers.ru/b/seyalka-propashnaya-gherardi-g-208-1081198.htm](https://agroservers.ru/b/seyalka-propashnaya-gherardi-g-208-1081198.htm) (дата

обращения: 13.06.2021).

12 Сеялка прямого посева CRUCIANELLI PLANTOR [Электронный ресурс]: – URL <https://www.argselmash.ru/seyalka-pryamogo-poseva-crucianelli-plantor/> (дата обращения: 09.08.2021).

13 Сеялка универсальная прямого посева «Атрия» (No-Mini-Till, традиционная технология) [Электронный ресурс]: – URL <https://www.remsintez.com/> (дата обращения: 08.07.2021).

14 СТО АИСТ 1.3-2010 Машинные технологии производства продукции растениеводства. Правила и методы испытаний. – 25 с.

15 Банникова Н.В., Костюченко Т.Н., Тенищев А.В. и др. Методика экономической оценки эффективности использования технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы. // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 3. – С. 43–47.

16 ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – М.: Стандартинформ, 2013. – 24 с.

17 ГОСТ 24055-2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: Стандартинформ, 2017. – 23 с.

18 ГОСТ 31345-2017 Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ. – 2018. – 54 с.

19 ГОСТ 33687-2016 Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ. – 2017. – 42 с.

20 ГОСТ 33677-2015 Машины и орудия для междурядной и рядной обработки почвы. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ. – 2016. – 43 с.

21 ГОСТ 28718-2016 Техника сельскохозяйственная. Машины для внесения твердых органических удобрений. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ. – 2017. – 38 с.

22 ГОСТ 34630-2019 Техника сельскохозяйственная. Машины для защиты растений. Опрыскиватели. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ. – 2020. – 39 с.

23 ГОСТ 28301-2015 Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2016. – 39 с.

24 Kverneland Optima TFMаxі [Электронный ресурс]: – URL <https://ru.kverneland.com/Ceyalki/Pnevmaticheskie-seyalki-tochnogo-vyseva/Kverneland-Optima-TFMаxі/> (дата обращения: 20.04.2021).

25 ГОСТ 34393-2018. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартиформ, 2018. – 12 с.

26 John Deere. 8RT 310 Трактор [Электронный ресурс]: – URL <https://www.deere.ru/ru/тракторы/крупногабаритные-тракторы/8r-серия-my20/8rt-310/> (дата обращения: 20.08.2021).

27 Köckerling. Rebell-classic-T Мощная дисковая борона с транспортным шасси [Электронный ресурс]: – URL <https://www.koeckerling.de/ru/produkty/obrabotka-pochvy/diskovye-borony/rebell-classic-t> (дата обращения: 18.06.2021).

28 Köckerling. Vektor. Безостановочная готовность [Электронный ресурс]: – URL <https://www.koeckerling.de/ru/produkty/obrabotka-pochvy/kultivatory/vector> (дата обращения: 17.06.2021).

29 Hatzenbichler/ Пропашной культиватор "SKM" для кукурузы, подсолнечника. [Электронный ресурс]: – URL <http://www.hatzenbichler.ru/tech/43/2601/> (дата обращения: 20.05.2021).

30 John Deere. M 4030 Самоходный опрыскиватель. [Электронный ресурс]: – URL <https://www.deere.ru/ru/самоходные-и-прицепные-опрыскиватели/m4030/> (дата обращения: 12.07.2021).

31 Bergmann. Универсальные разбрасыватели TSW 6240 S [Электронный ресурс]: – URL <https://www.bergmann-goldenstedt.de/ru/oborudovanie/oborudovanie/universalnye-razbrasyvateli/tsw-6240-s/> (дата обращения: 13.05.2021).

32 Merlo. TF42.7-145 S [Электронный ресурс]: – URL <https://www.merlo.com/ITA/eng/products/medium-capacity-telehandlers/turbo-farmer-42.7/tf42.7-145> (дата обращения: 14.05.2021).

33 John Deere. S770 Зерноуборочный комбайн [Электронный ресурс]: –

URL <https://www.deere.ru/ru/зерноуборочные-комбайны/серия-s/s770//> (дата обращения: 20.08.2021).

34 Olimac. Drago GT [Электронный ресурс]: – URL <https://www.olimac.it/en/dragogt-corn-head/> (дата обращения: 16.06.2021).

35 Назаров А.Н., Юзенко Ю.А. Техническое обеспечение и эксплуатационно-технологические показатели прямого посева кукурузы на зерно. Материалы XIII Международной научно-практической интернет-конференции «Информ-Агро-2021». 2021. – С. 125-131.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Характеристика технических средств

Трактор John Deere 8310RT (рисунок А.1, таблица А.1) предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ: вспашки, чизелевания, сплошной культивации, лущения, дискования, посева сельскохозяйственных культур [26].



Рисунок А.1 – Общий вид гусеничного трактора John Deere 8310RT с сеялкой точного высева Optima TFmaxi (HD II+ e-drive)

Таблица А.1 – Краткая техническая характеристика гусеничного трактора John Deere 8310RT

Наименование показателя	Значение показателя
Тип движителя	гусеничный
Номинальная мощность двигателя, л. с.	320
Рабочий объем двигателя, л	9
Число передач вперед/назад	16/5
Емкость топливного бака, л	695
Обороты ВОМ, об./мин	540
Производительность гидросистемы, л/мин	227,1
Длина/высота трактора, мм	6116/3527
Масса, кг	16200
Изготовитель	John Deere, США

Гусеничный трактор John Deere 8310RT оборудован дизельным 6-цилиндровым двигателем John Deere PowerTech PSX с двойным турбонаддувом. Система наддува – турбоагнетатель с неизменяемой геометрией и промежуточным охлаждением «воздух-воздух».

Трактор John Deere 8310RT обеспечивает высокую тягу по прямой, эффективную передачу мощности и высокую проходимость. Трансмиссия PowerShift – это 16 передач переднего хода, 5 передач заднего хода, полностью автоматическое переключение передач и система автоматического поддержания постоянной скорости.

Гидравлическая система закрытого типа – PFC (с компенсацией по давлению и потоку) с датчиком нагрузки.

Трактор John Deere 8430 (рисунок А.2, таблица А.2) предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ: вспашки, чизелевания, сплошной культивации, лущения, дискования, посева сельскохозяйственных культур, а также на транспортных работах с сельскохозяйственными прицепами, оборудованными тормозами.



Рисунок А.2 – Общий вид трактора John Deere 8430

Таблица А.2 – Краткая техническая характеристика трактора John Deere 8430

Наименование показателя	Значение показателя
Тип движителя	колесный
Мощность двигателя, л.с.	305
Запас крутящего момента, %	35
Число передач вперед/назад	16/4
Емкость топливного бака, л	681
Обороты ВОМ, об./мин	1000
Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм	5739×2484×3053
Колея, мм:	
- передних колес	1525-2270
- задних колес	1829-3423
Масса, кг	10346

Трактор выполнен по классической схеме: все колёса ведущие, передние управляемые – меньшего диаметра.

Трактор имеет полурамную конструкцию, которая состоит из передней полурамы и корпуса трансмиссии (КПП и задний мост). В передней части, на полураме установлен шестицилиндровый рядный дизельный двигатель жидкостного охлаждения с турбонаддувом и промежуточным охлаждением.

На тракторе установлен девятилитровый дизельный двигатель «Power Tech Plus» с промежуточным охлаждением турбонаддува. Двигатель оборудован электронным регулятором топливного насоса. Запуск двигателя осуществляется электростартером с сиденья тракториста. За двигателем между лонжеронами рамы в передней части блока коробки передач установлена муфта сцепления. Сцепление влажное, управляется электромагнитом, имеется традиционная педаль муфты сцепления. Коробка передач типа Automatic Powershift. Привод переднего моста осуществляется механической передачей от КПП.

Гидравлическая система вмещает 36 л. Насос подачи выдает 120 л/мин.

Колея передних и задних колёс трактора регулируется в зависимости от условий и характера работы. На тракторе установлена комфортабельная одноместная кабина типа «Комфорт-Гард», герметизированная, цельнометаллическая с защитным каркасом, оборудованная кондиционером и отопителем.

Пульт управления трактором расположен справа в подлокотнике кресла (ручной газ, рычаг переключения коробки передач; кнопки управления гидронавесной системой (ГНС); кнопка включения ВОМ, рычаг управления силовым регулятором). Дальше справа от кресла размещена панель, на которой установлены дисплеи и приборы, регистрирующие показания датчиков (количество топлива в баке, давление масла в двигателе, температура охлаждающей жидкости и т.д.).

Сенсорная система управления с шестью кнопками на панели позволяет выводить на экран дисплея сведения о работе систем и всего трактора. На панели установлены кнопки включения фар, кондиционера и отопителя, стеклоочистителей и др.

На тракторе установлен независимый двухскоростной вал отбора мощности (ВОМ). Для увеличения сцепного веса трактора предусмотрена возможность залива жидкости в шины передних и задних колёс (на одинарных шинах) и навешивания дополнительных грузов.

С целью уменьшения воздействия движителей на почву и повышения сцепных качеств, при работе на рыхлом грунте предусмотрена установка сдвоенных колес на длинных задних полуосях.

Универсально-пропашной трактор John Deere 7730 (рисунок А.3, таблица А.3) предназначен для выполнения различных сельскохозяйственных работ: вспашки, чизелевания, сплошной культивации, лущения, дискования, посева сельскохозяйственных культур. Также используется в кормопроизводстве и на транспортных работах.



Рисунок А.3 – Общий вид колесного трактора John Deere 7730

Трактор John Deere 7730 отличается большой массой и удлиненной колесной базой. Конструкция трактора позволяет оборудовать его фронтальным погрузчиком.

Трактор оборудован 6-цилиндровым двигателем John Deere Power Tech Plus, объемом 6,8 л и системой IPM (интеллектуальное управление мощностью).

Таблица А.3 – Краткая техническая характеристика трактора John Deere 7730

Наименование показателя	Значение показателя
Тип движителя	колёсный
Номинальная мощность двигателя, л. с.	180
Рабочий объем двигателя, л	6,8
Число передач, вперед/назад	16/16
Емкость топливного бака, л	390
Обороты ВОМ, об./мин	1000
Производительность гидросистемы, л/мин	129
Длина/высота трактора, мм	4027/3184
Дорожный просвет, мм	560
Масса, кг	7767
Изготовитель	John Deere, США

Посредством дополнительных сменных балластных грузов достигаются необходимые эксплуатационные характеристики работы трактора. Массу трактора можно регулировать в диапазоне от 7850 до 10230 кг.

Трактор John Deere 7730 оснащен гидронавесной системой, состоящей из задней трех точечной навески категории 3/3N с электрогидравлическим управлением.

Гидросистема трактора сделана по принципу системы, чувствительной к нагрузке, на базе регулируемого насоса «Закрытая система». Производительность гидравлического насоса 129 л/мин.

Компактная дисковая борона Rebell 500 (рисунок А.4, таблица А.4) предназначена для мелкой обработки почвы после уборки, а также для подготовки к традиционному или мульчирующему посеву [27].



Рисунок А.4 – Общий вид бороны дисковой Rebell 500

Борона состоит из рамы, на которой в два ряда на упругих стойках индивидуально закреплены вырезные диски, шасси, двойного STS-катка, однорядной пружинной бороны (штригеля), гидравлической системы.

Таблица А.4 – Краткая техническая бороны дисковой Rebell 500

Наименование показателя	Значение показателя
Тип	прицепной
Требуемая мощность, кВт	от 118
Число рядов, шт.	2
Число рабочих органов, шт.	42
Высота рамы, см	60
Диаметр диска, мм	510
Масса, кг	5060
Изготовитель	Köckerling, Германия

Стерневой культиватор Vector 460 (рисунок А.5, таблица А.5) предназначен для мелкой пожнивной обработки и глубокого рыхления почвы [28].



Рисунок А.5 – Стерневой культиватор Vector 460 в работе

Культиватор состоит следующих основных узлов: телескопического дышла, рамы, на которой в 4 ряда смонтированы рабочие органы, ходовой системы, гидросистемы, двойного кольцевого катка с U-образным профилем колец и регулируемой однорядной пружинной бороны.

Таблица А.5 – Краткая техническая стерневого культиватора Vector 460

Наименование показателя	Значение показателя
Тип	прицепной
Требуемая мощность, кВт	от 162
Число рабочих органов, шт.	17
Захват, мм: - культиваторной лапы; - рыхлителя	270 40
Глубина обработки, см: - культиваторными лапами; - рыхлителями	до 8 до 40
Высота рамы, см	85
Диаметр катка, мм	530
Масса, кг	5950
Изготовитель	Köckerling, Германия

Культиватор оснащен:

- быстросъемной системой рабочих органов Top Mix для простого и быстрого переоборудования для обработки почвы до 40 см;

- блоком регулировки глубины Easy-Shift, с помощью которого можно бесступенчато регулировать глубину обработки без необходимости остановки и выхода из кабины трактора.

Пропашной культиватор SKM (рисунок А.6, таблица А.6) предназначен для ухода за посевами кукурузы, подсолнечника и других культур с междурядьем от 56 до 75 см [29].



Рисунок А.6 – Общий вид пропашного культиватора SKM и полуприцепа с емкостями для удобрений

Таблица А.6 – Краткая техническая характеристика культиватора SKM

Наименование показателя	Значение показателя
Тип	навесной
Требуемая мощность, кВт	от 131
Междурядье, см	70
Ширина захвата, м	11,2
Число рядков, шт.	16
Масса, кг	1460
Изготовитель	Hatzenbichler, Австрия

Культиватор SKM состоит из гидравлически складывающейся жесткой рамы, выполненной из профильной трубы. Виброзубцы культиватора расположены на отдельном параллелограмме, с двумя полулапами и тремя стрелчатými лапами 150 (200) мм на внутреннее обрабатываемое междурядье, и одной полулапой и двумя стрелчатыми лапами на крайние обрабатываемые междурядья. Вместо стрелчатых лап могут устанавливаться долотья шириной 30 мм.

Использование в конструкции культиватора SKM профильной трубы позволяет закрепить параллелограмм на раме всего лишь с помощью одного узла, что обеспечивает возможность оперативно изменять ширину обрабатываемого междурядья. Регулировка глубины обработки осуществляется плавно с помощью шпинделя опорного колеса Farmflex.

Для избегания повреждения растений орудие комплектуются защитными щитками или дисками, с параллелограммным ведением, на подшипниковой опоре. При необходимости орудие можно оснастить широким спектром рабочих органов: окучники, задняя зубовая борона, пальчиковая мотыга для обработки внутри ряда.

Культиватор оборудован системой автоматического подруливания, которая реализована следующим образом: расположенные по бокам управляющие диски связаны с буксиром посредством рычажного механизма в точке соединения верхней тяги, благодаря этому культиватор точно следует за управляющими движениями трактора и позволяет избежать "подрезание" ряда на уклонах, что позволяет выполнять культивацию очень близко от рядов.

На культиваторе установлена система внесения "в рядок" жидких удобрений (КАС), объемом 1000 л., включающая в себя GPS-контроль нормы внесения и возможность дифференцированного внесения с использованием электронных карт (ТС-ГЕО) (рисунок А.7).



Рисунок А.7 – Резервуар системы внесения жидких удобрений

Самоходный опрыскиватель John Deere M4030 (рисунок А.8, таблица А.7) предназначен для работы в качестве универсального средства для обработки различных культур гербицидами, инсектицидами и другими препаратами. Обеспечивает простоту управления, высокие рабочие скорости, плавный ход [30].



Рисунок А.8 – Общий вид опрыскивателя John Deere M4030

Таблица А.7 – Краткая техническая характеристика опрыскивателя самоходного John Deere M4030

Наименование показателя	Значение показателя
Тип машины	самоходная
Номинальная мощность двигателя, л. с.	245
Рабочий объем двигателя, л	6,8
Рабочая скорость движения, км/ч	До 30,0
Рабочая ширина захвата, м	24,4-30,5
Пределы регулирования штанги по высоте, см	от 73,0 до 225,0
Количество секций штанги, шт.	5
Расстояние между форсунками, см	38,1 / 50,8
Вместимость бака, л	3000
Производительность насоса, л/мин	15-360
Рабочее давление в нагнетающей магистрали, МПа	1,03
Дорожный просвет, см	111,8
Колея, см	от 312 до 394
Масса, кг	10333
Изготовитель	John Deere, Бразилия

На самоходном опрыскивателе M4030 установлен рядный дизельный двигатель John Deere Power Tech мощностью 205 кВт и объемом 6,8 л. с. с турбонаддувом и четырьмя клапанами.

Самоходный опрыскиватель John Deere M4030 оснащен баком на 3000 л и 30 м штангой. Штанга обеспечивает дополнительную устойчивость с помощью качающей подвески, которая помогает преобразовать воздействие неровных участков на поле в горизонтальное (из стороны в сторону) движение штанги, избегая вертикального движения. Также за счет максимальной ширины захвата, опрыскиватель совершает меньше проходов по полю, уменьшается уплотнение почвы и сокращается время опрыскивания.

Самоходный опрыскиватель John Deere M4030 оснащен интеллектуальными системами: управления форсунками ExactApply, автоматического контроля высоты стрелы BoomTrac, автоматического управления AutoTrac, управления на разворотной полосе (HSM) и телематической системой JDLink. Все функции опрыскивателя интегрированы в дисплей GS2, позволяя оператору использовать системы точного земледелия.

Кабина опрыскивателя отличается комфортом, безопасностью, технологичностью и большим удобством для оператора.

Универсальный разбрасыватель TSW 6240S (рисунок А.9, таблица А.8) предназначен для транспортирования и распределения по поверхности поля различных материалов: компоста, извести, мела, любых видов навоза крупного рогатого скота, помета птицы и др. [31].



Рисунок А.9 – Общий вид универсального разбрасывателя TSW 6240S в агрегате с трактором John Deere 8430

Таблица А.8 – Краткая техническая характеристика универсального разбрасывателя TSW 6240S

Наименование показателя	Значение показателя
Тип	полуприцепной
Требуемая мощность, кВт	118-221
Собственная масса, кг	8940
Грузоподъемность, кг	15060
Допустимая полная масса, кг	24000
Габаритные размеры, мм	9400×2550×3300
Рабочие органы	два диска Ø 1000 мм
Вместимость кузова, м ³	19,7
Привод донного транспортера	гидравлический
Высота погрузки, м	3,0
Производитель	Bergmann, Германия

Универсальный разбрасывателя TSW 6240S состоит из следующих основных узлов: рамы, конического кузова, тандемного шасси, донного транспортера с двухсторонним гидравлическим приводом и автоматической системой натяжения цепей, разбрасывателя, состоящего из двухвального фрезерного агрегата, двух разбрасывающих дисков и щитка, подрессоренного дышла нижнего зацепления, индикатора высоты шибера, гидравлической системы.

Фронтальный телескопический погрузчик TF42.7 (рисунок А.10, таблица А.9) предназначен для выполнения погрузочных работ с различными видами грузов (насыпные, тарные, штучные и др.) во всех отраслях промышленности, в том числе сельском хозяйстве [32].



Рисунок А.10 – Фронтальный телескопический погрузчик TF42.7

Таблица А.9 – Краткая техническая характеристика фронтального телескопического погрузчика TF42.7

Наименование показателя	Значение показателя
Тип	самоходный
Требуемая мощность, кВт	73,1
Высота подъёма, м	7,1
Вылет, м:	
- максимальный	3,7
- при максимальном грузе	1,5
Грузоподъёмность кг:	
- максимальная	4200
- на максимальной высоте	3500
- на максимальном вылете	1600
Масса, кг	7700
Производитель	Merlo, Италия

Погрузчик состоит из рамы, шасси, двигателя, трансмиссии, телескопической стрелы с ковшом и кабины.

Комбайн зерноуборочный S770i (рисунок А.11, таблица А.10) предназначен для уборки зерновых колосовых и других культур [33].



Рисунок А.11 – Общий вид зерноуборочного комбайна S770i на уборке кукурузы

Таблица А.10 – Краткая техническая характеристика зерноуборочного комбайна S770i

Наименование показателя	Значение показателя
Тип комбайна	самоходный
Тип молотильно-сепарирующего устройства (МСУ)	роторный
Конструктивная ширина захвата жатки, м	5,6
Рабочая скорость, км/ч	12,0
Транспортная скорость, км/ч	30,0
Частота вращения ротора, об./мин	210-50/380-1000
Тип ротора	аксиальный
Диаметр ротора, мм	762
Длина ротора, мм	3124
Площадь деки, м ²	1,10
Площадь деки выгрузного битера, м ²	0,36
Скорость выгрузки, л/с	120
Тип очистки	воздушно-решетная
Тип сепаратора	Ротор TriStream с фиксированным потоком растительной массы
Площадь сепарации, м ²	1,54
Емкость бункера, м ³	10,6
Емкость топливного бака, л	950
Масса комбайна (без жатки), кг	17247
Марка двигателя	John Deere PowerTech
Мощность двигателя номинальная, кВт/л.с.	278/378
Рабочий объем, л	9,5
Производитель	John Deere, США

Комбайн состоит из жатки, молотильно-сепарирующей системы с одним ротором, ветро-решётной очистки, бункера с выгрузным устройством, моторной установки, силовой передачи, ходовой системы, органов управления, кабины, гидравлической системы, электрооборудования.

Моторная установка – двигатель John Deere PowerTech, 6-цилиндровый, с одним турбонагнетателем, номинальной мощностью 278 кВт (378 л.с.).

Молотильно-сепарирующая система с одним ротором, дает явное преимущество перед другими, более традиционными системами. Вместо того, чтобы разделять поток растительной массы на два, выполняется обработка единого потока, для чего требуется меньшая мощность. Это обусловлено тем, что большой диаметр ротора создает более высокую инерцию, чем роторы меньшего размера, что позволяет уменьшить скорость вращения. Кроме того, растительная масса проходит через зоны обмолота несколько раз. За сепарацию зерна отвечает ротор с тремя функциональными зонами.

На комбайне установлена система DynaFlo, отвечающая за очистку. Один из ее элементов – мощный вентилятор, создающий мощный поток воздуха и равномерно распределяющий его по всему решетному стану. Растительная масса остается на длинных решетках дольше, что в сочетании с эффективностью вентилятора обеспечивает высокое качество очистки и минимизирует потери.

Основные органы управления зерноуборочным комбайном JD S770i – информативный 10-дюймовый сенсорный дисплей и рукоятка CommandPro. Комбайн оснащен интегрированной системой регулировки комбайна (ICA2), отвечающей за автоматическую настройку комбайна в течение всего времени выполнения технологической операции, вне зависимости от условий работы.

Жатка кукурузная Drago GT-8 (рисунок А.12, таблица А.11) предназначена для среза початков кукурузы и подачи их в наклонную камеру зерноуборочного комбайна, а также для измельчения стеблей. Жатка подходит для всех распространенных зерно- и кормоуборочных комбайнов, а также может поставляться с дополнительными адаптерами для использования одной жатки на

разных комбайнах [34].



Рисунок А.12 – Жатка кукурузная Drago GT-8

Таблица А.11 – Краткая техническая характеристика жатки кукурузной Drago GT-8

Наименование показателя	Значение показателя
Тип	навесная, ручьевая
Число рядов	8
Междурядье, см	70
Диаметр шнека, мм	500
Масса, кг	2670
Производитель	Olimac, Италия

Жатка представляет собой рядную конструкцию с жесткой рамой и состоит из корпуса, режущего и подающего аппаратов, измельчающих ножей с приводами, шнека с редукторным приводом. Каждый ряд культуры обеспечен двумя ножами.

Жатка может оснащена опциями: оборудованием для уборки подсолнечника, боковым шнеком, гидравлически складываемой рамой и др.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Технологические карты технологий производства кукурузы на зерно

Таблица Б.1 – Технологическая карты производства кукурузы на зерно в КФХ Деревянко В.И.

Технологическая операция	Состав агрегата	Агросрок	Производительность за 1 ч времени смены, га	Удельный расход топлива, кг/га	Технологические параметры
Дискование стерни предшественника	JD 8430+Rebell 500	15.06-30.06	5,0	6,5	Предшественник – кукуруза на зерно, озимая пшеница, ячмень, соя
Внесение твердого органического удобрения	JD 8430+TSW 6240 S	20.07-20.08	8,4	4,2	Доза внесения перегноя – 5 т/га, Рабочая ширина захвата – 11 м
Культивация	JD 8310RT+Vector 460	25.07-20.08	4,0	10,9	Глубина обработки 10-15 см
Глубокое рыхление	JD 8310RT+Vector 460	25.08-30.09	3,3	19,4	Глубина обработки 25-30 см
Посев с внесением ЖКУ	JD 8310RT+Optima TFmaxi	05.04-20.04	5,0	3,1	Норма высева семян – 78 тыс. шт./га Доза внесения ЖКУ – 50 л/га
Химпрополка	JD M4030	15.04-25.04	18,8	0,5	Расход рабочей жидкости – 200 л/га, Препарат Ураган Форте – 2,0 л/га
Химпрополка	JD M4030	10.05-15.05	18,8	0,5	Расход рабочей жидкости – 200 л/га, Препарат Майстер Пауэр – 1,5 л/га
Междурядная культивация с подкормкой	JD 7730+SKM	20.05-25.05	8,4	8,0	Глубина обработки 10-15 см Доза внесения КАС 32 – 200 л/га
Прямое комбайнирование	JD S770i+Draco GT 8-70	01.09-30.10	2,3	11,7	Урожайность – до 100 ц/га

Таблица Б.2 – Технологическая карта возделывания и уборки кукурузы на зерно валидационного полигона Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) (площадь – 549 га, урожайность – 70 ц/га)

Технологическая операция	Состав агрегата	Агросрок	Производительность за 1 ч сменного времени, га/ч	Удельный расход топлива, кг/га	Исходные требования на выполнение технологических операций
1 Дискование стерни в 2 следа	Versatile 2375+Challenger-1435 John Deere-8420+Catros 6001-2 K-744P1+КДК-9	12.07-20.07	7,1 4,3 7,1	6,6 7,3 8,3	Глубина обработки – 5-10 см, заделка пожнивных остатков – 80 %, сохранение стерни на поверхности – 20 %, содержание комков от 1 до 5 см должно быть не менее 90 %
2 Вспашка зяби	K-744P1+ПНУ-8×40П Versatile 2375+ПСК-8 John Deere-8420+ПС-6/60	21.07-08.08	1,4 1,7 1,4	26,9 22,8 23,4	Глубина вспашки – 25-27 см, заделка пожнивных растительных остатков должна быть не менее 97 %, отклонение глубины вспашки не более ±2 см
3 Культивация зяби	K-744P1+КШМ-10,8 Versatile 2375+КПМ-10,0	14.10-02.11	7,9 7,8	5,8 5,6	Глубина обработки – 10-12 см, подрезание сорных растений – 100 %, заделка пожнивных остатков – 20 %, сохранение стерни на поверхности – 79,8 %
4 Внесение минеральных удобрений	МТЗ-82+Bogballe-M2 Беларус-1025.2+Bogballe-M2	09.04-19.04	21,4 22,8	0,4 0,5	Ширина внесения – 23 м, отклонение от установленной дозы – не более 10 %, неравномерность распределения – не более 10 %, аммиачная селитра 150 кг/га
5 Предпосевная культивация с заделкой минеральных удобрений	Versatile 2375+Система-Korund 900 L K-744P1+КШМ-10,8	09.04-19.04	7,1 8,6	6,0 5,9	Глубина обработки – 5-6 см
6 Посев	Беларус-1025.2+Kuhn Planter МТЗ-82+Gaspardo SP МТЗ-82+УПС-8-02	10.04-20.04	2,8 2,9 2,9	3,3 2,6 2,4	Глубина посева – 5-6 см, норма высева семян – 80 тыс. шт./га
7 Довсходовое боронование	МТЗ-82+БШ-12	11.04-21.04	10,0	0,9	Глубина – 3-4 см, среднее отклонение от заданной глубины ±1 см, уничтожение проростков сорняков должно быть – не менее 90 %
8 Химпрополка посевов	МТЗ-82+ОПГ-3000/24 МК	12.05-19.05	11,7	0,4	Расход рабочей жидкости – 200 л/га, гербицид Элюмис МД – 1,6 л/га, отклонение концентрации рабочего расхода – не более ±5 %, отклонение расхода жидкости – не более ± 10 %

Окончание таблицы Б.2

Технологическая операция	Состав агрегата	Агросрок	Производительность за 1 ч сменного времени, га/ч	Удельный расход топлива, кг/га	Исходные требования на выполнение технологических операций
9 Междурядная культивация	МТЗ-82+КРН-5,6 Беларус 1025.2+КРН-5,6	20.05-31.05	2,3 2,3	2,6 2,9	Глубина обработки 6-8 см, ширина защитной зоны – от 5 до 10 см с одной стороны рядка, поврежденных растений – не более 1,6 %, подрезанных сорных растений в междурядье – 100 %
10 Внекорневая подкормка	МТЗ-82+ОПГ-3000/24 МК	16.06-23.06	11,7	0,4	Расход рабочей жидкости – 200 л/га, подкормка Цинк сернокислый – 1 кг/га, Гумат Калия – 0,5 л/га
11 Уборка урожая	КЗС-1218 «GS-12»+OptiCorn-870 КЗС-1218+ППК-81	10.09-25.09	1,4 1,4	11,6 11,6	Потери зерна – не более 2,0 %, дробление зерна – не более 2 %, содержание сорной примеси – не более 2 %, влажность зерна – не более 14,0 %