

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Е. С. Коновцев, Н. Н. Устинов

РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Е. С. Коновцев, Н. Н. Устинов

**РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС**

Монография

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2022

© Е. С. Коновцев, Н. Н. Устинов, 2022
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022

ISBN 978-5-98346-159-8

УДК 631.555
ББК 41.48:42.112

Рецензенты:

профессор, член-корреспондент Академии наук Республики Башкортостан, заведующий кафедрой строительных, коммунальных и сельскохозяйственных машин, ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, доктор технических наук С. Г. Мударисов;
доцент кафедры энергообеспечения сельского хозяйства, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, кандидат технических наук Д. О. Суринский;
доцент кафедры технических систем в агропромышленном комплексе, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, кандидат технических наук С. Н. Кокошин

Коновцев, Е. С.

Рациональная технология уборки кукурузы на силос : монография / Е. С. Коновцев, Н. Н. Устинов. – Тюмень : ГАУ Северного Зауралья, 2022. – 122 с. – URL: <https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2022/konovtsev-ustinov.pdf>. – Текст : электронный.

В монографии рассмотрены вопросы, связанные с технологией уборки кукурузы на силос с использованием прицепных комбайнов. Представлены рациональные параметры уборки кукурузы на силос с учетом погодных факторов, технологических потерь при уборке. Определены рациональные параметры для определения высоты нашивки кузовов прицепов и транспортных средств в зависимости от объемного веса зеленой массы кукурузы. Разработаны регрессионные модели, описывающие уровень выработки механизаторов и водителей в зависимости от стажа работы и квалификации механизатора. Предложена новая схема выполнения технологического процесса уборки кукурузы на силос с применением конструкции сцепного устройства объединенных транспортных средств для трактора прицепного кормоуборочного комбайна и прицепа/автомобиля. Предложить рациональную схему уборочно-транспортного процесса с использованием сцепного устройства объединенных транспортных средств в результате организованной загрузки автомобилем по двум вариантам технологического процесса. Монография может быть полезна научным работникам, студентам, аспирантам агроинженерного направления.

Монография содержит: 35 рисунков, 65 таблиц, в списке литературы 92 наименования.

Текстовое (символьное) электронное издание

Е. С. Коновцев, Н. Н. Устинов, 2022
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2022

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	5
Глава 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ СРОКОВ УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС	7
1.1 Влияние погодных условий на сроки посева, начало и окончание уборки кукурузы, предназначенной для приготовления силоса.....	7
1.2.Современные технические средства для уборки кукурузы на силос	12
1.3 Зависимость продолжительности уборки от обеспеченности хозяйств скомкомплектованными агрегатами, их технического состояния и стоимости	27
1.4 Виды потерь кукурузы, убираемой для приготовления силоса и определение их величины.....	29
1.5 Определение биологической урожайности по участкам.....	40
1.6 Определение коэффициента учета потерь K_n и его зависимость от производительности уборки и урожайности в результате воздействия заморозков	44
Глава 2. ЗАВИСИМОСТЬ СРОКОВ УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МЕХАНИЗАТОРАМИ, ВОДИТЕЛЯМИ, ИХ КВАЛИФИКАЦИИ И СТАЖА РАБОТЫ	48
2.2. Влияние обеспеченности водителями и механизаторами, их квалификации на сроки уборки урожая кукурузы.....	52
2.3. Влияние зависимости обеспеченности механизаторами водителями их классности и стажа работы и выполнение норм выработки.....	54
Глава 3. ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАРАЩИВАНИЯ БОРТОВ ПЕРЕВОЗОЧНЫХ СРЕДСТВ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМНОГО ВЕСА ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ.....	78
3.1. Факторы, формирующие необходимость наращивания бортов перевозочных средств.....	78
3.2. Параметры наращивания бортов для запланированных к перевозке силосной массы перевозочных средств	79
Глава 4. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ БУКСИРОВКИ АВТОМОБИЛЕЙ И ПРИЦЕПОВ ПРИ ИХ ЗАГРУЗКЕ ЗЕЛЕННОЙ МАССОЙ КУКУРУЗЫ.....	85

4.1	Требования, предъявляемые к способам скашивания «зеленки» и заготовки силоса для снижения его себестоимости.....	85
4.2	Схема конструкции сцепного устройства и его расчет.....	86
4.3	Обзор условий начала уборки кукурузы для приготовления силоса ..	92
4.4	Подбор рациональных вариантов тракторов, перевозочных средств и определение их тягового сопротивления.....	93
Глава 5. РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА		
ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС		
5.2.	Технико-экономические показатели работы скомплектованных агрегатов.....	99
5.3.	Характеристика методов определения расхода топлива в период загрузки зеленой массы кукурузы.	100
5.4.	Затраты за период заготовки кукурузы на силос и факторы, которые необходимо учитывать для снижения себестоимости.....	102
Глава 6. АНАЛИЗ ПОТОКА ОТКАЗОВ ПЕРЕВОЗОЧНЫХ СРЕДСТВ В		
ПЕРИОД УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС		
6.1.	Основные факторы, формирующие отказы перевозочных средств в период уборки кукурузы на силос.....	105
6.2.	Анализ отказов перевозочных средств по дням уборки.....	105
6.3.	Расчет теоретических частот для отказов автомобилей КаМАЗ и ЗиЛ	108
ЗАКЛЮЧЕНИЕ		
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....		
		113
		115

ВВЕДЕНИЕ

Техническая обеспеченность сельскохозяйственного производства при производстве кормов оказывает существенное влияние на результаты работы отрасли и себестоимость производимой продукции. Сроки проведения уборочных работ в хозяйствах нередко превышают нормативные и являются одной из существенных причин потери урожайности и роста себестоимости кормов. Существенным фактором являются погодные условия, которые необходимо учитывать при выборе технологии и организации кормозаготовительных работ.

Снижение затрат при соблюдении всех требований технологии может быть обеспечено при заготовке силоса путем эффективного комплектования машинно-тракторного парка аграрных предприятий. В этой связи в небольших и средних по размеру сельскохозяйственных предприятиях рациональным является использованием прицепных кормоуборочных комбайнов. Преимущества данных машин проявляются в условиях низкой урожайности, при недостатке машин для транспорта и на небольших полях со сложным контуром. Также, эти машины целесообразны при снижении затрат на покупку и обслуживание техники: самоходный комбайн работает только в период уборки кормов, в то время как трактор под прицепной комбайн может использоваться и на других технологических операциях [40,66].

Существенный вклад в повышение эффективности уборочных работ является организация выполнения транспортных операций. Использование современных средств для перевозки силосной массы, эффективное использование уже имеющихся универсальных прицепов, имеющихся в хозяйстве, является актуальной задачей [2, 3,10,15, 34, 35, 46, 89].

Целью работы является разработка рациональной технологии уборки кукурузы на силос с использованием новой конструкции сцепного устройства объединенных транспортных средств.

Исходя из указанной цели поставлены следующие задачи:

1. Определить рациональные параметры уборки кукурузы на силос с учетом погодных факторов, технологических потерь при уборке.

2. Определить рациональные параметры для определения высоты нашивки кузовов прицепов и транспортных средств в зависимости от объемного веса зеленой массы кукурузы.

3. Разработать регрессионные модели, описывающие уровень выработки механизаторов и водителей в зависимости от стажа работы и квалификации механизатора.

4. Разработать новую схему выполнения технологического процесса уборки кукурузы на силос с применением конструкции сцепного устройства объединенных транспортных средств для трактора прицепного кормоуборочного комбайна и прицепа/автомобиля.

5. Предложить рациональную схему уборочно-транспортного процесса с использованием сцепного устройства объединенных транспортных средств в результате организованной загрузки автомобилем по двум вариантам технологического процесса.

Глава 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНЫХ СРОКОВ УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

1.1 Влияние погодных условий на сроки посева, начало и окончание уборки кукурузы, предназначенной для приготовления силоса

В сельскохозяйственном производстве предъявляются строгие требования к срокам проведения уборочных работ.

Для приготовления качественного силоса уборку кукурузы необходимо проводить в определенные сроки, которые зависят от сорта семян, их вегетационного периода, времени посева и погодных условий.

Сев кукурузы на силос начинается 15 мая и продолжается до 30-31 мая. Минимальная температура для прорастания семян кукурузы находится в пределах 8-10° С [6, 61]. Вегетационный период среднеспелых сортов кукурузы находится в пределах 100-125 дней. По мере старения растений химический состав их изменяется, при этом происходит накопление клетчатки и уменьшение содержания протеина. Кроме того, вследствие изменения соотношения между массой стеблей и листьев относительное количество массы листьев уменьшается, в растениях снижается содержание каротина [74, 80]. Поэтому уборку кукурузы на силос необходимо проводить в период, когда в ней накапливается максимальное количество питательных веществ и оптимальное содержание сухого вещества. Этому периоду соответствует фаза выбрасывания метелок [91, 13].

В ряде зарубежных стран, таких как США, Франция, Италия, Великобритания и др. проведены исследования по изучению влияния сроков уборки на содержание сухого вещества в силосе, его качество и определены оптимальные сроки уборки. Для кукурузы, убираемой на силос в США и Франции, рекомендуется срок, когда кукуруза находится в фазе молочно-восковой спелости. В этот период она имеет большое содержание сухого вещества в пределах 40% и высокую перевариваемость. Аналогичные исследования проводились у нас в ВНИИ кукурузы, которые также показали,

что максимальная питательная ценность кукурузы - в период молочно-восковой спелости зерна [13].

В условиях Северного Казахстана, Тюменской области после 1 сентября возможны ранние заморозки (табл. 1.1). Заморозки снижают урожайность кукурузы до 30-50%. Ежегодно до 30% площадей, занятых кукурузой на силос убирается после заморозков, что приводит к большим недоборам урожая. Правильный срок уборки кукурузы при максимальном сборе питательных веществ имеет большое значение. Под влиянием заморозков теряется каротин, что снижает биологическую ценность силоса. По данным ВАСХНИЛ и ВНИИТЭСХ [13] листья кукурузы содержат каротина в 50-100 и белка в 3-5 раз больше, чем стебли, поэтому их нужно особенно беречь от порчи. Определено, что потеря зеленой окраски связана с уменьшением содержания каротина, усилением жизнедеятельности гнилостной микрофлоры и ведет к уменьшению питательных веществ, снижению кормовой и биологической ценности корма. В подмороженной кукурузе значительно теряется протеин, так как очень низкая влажность, при силосовании происходит быстрое разогревание всей массы, что приводит к снижению питательности корма. Если после заморозка кукуруза не убрана в первые 2 дня, то она поражается грибами и происходит распад питательных веществ [13].

В конце июля кукуруза начинает выбрасывать метелку. В этой фазе развития в листьях содержится каротина до 97-100 мг/кг и сахара до 4,4%, что является наилучшим из всех фаз роста. Поэтому уборку кукурузы необходимо начинать до наступления первых заморозков, т.е. с 3-4 августа. Это позволяет получить силосную массу с влажностью в пределах 60-75%, что необходимо для лучшего протекания процесса брожения в хранилище. Но оберегая кукурузу от заморозков ранней уборкой, мы не добиваем питательные вещества с 1га посевной площади. Так, по данным ВНИИ кукурузы, выход кормовых единиц нарастает до 200%, если сравнить фазу формирования зерна с фазой формирования метёлки [13]. Наблюдения показывают, что в период фазы выбрасывания метёлки урожайность за сутки иногда возрастает на 2-3

ц/га [13]. На основании исследований [13,54] можно сделать вывод, что силос, полученный из кукурузы в фазах формирования початков молочной спелости в период с 3 по 20 августа, будет по перевариваемости превышать кукурузный силос, полученный из кукурузы, убранной в более поздние сроки.

По зафиксированным результатам осенних заморозков в период с 2000 по 2022 гг. в Северном Казахстане и Тюменской области были составлены таблицы 1.1 и 1.1а.

Таблица 1.1 - Первые осенние заморозки на территории Северного Казахстана за 2000-2022 гг.

Год	Первый заморозок		Второй заморозок		Третий заморозок	
	дата	T[°C]	дата	T[°C]	дата	T [°C]
1	2	3	4	5	6	7
2000	22 сент.	-1	23 сент.	-2	24 сент.	-4
2001	28 сент.	-1	29 сент.	-2	02 окт.	-2
2002	14 сент.	-2	02 окт.	-3	07 окт.	-1
2003	31 сент.	-1	01 окт..	-2	03 окт..	-1
2004	05 окт.	-1	06 окт.	0	07 окт.	-2
2005	26 сент.	-4	27 сент.	-1	04 окт.	-1
2006	17 сент.	-2	18 сент.	-1	19 сент.	-2
2007	14 сент.	-1	22 сент.	-2	26 сент.	-1
2008	11 сент.	-1	20 сент.	-1	21 сент.	-1
2009	22 сент.	-2	03 окт.	-1	05 окт.	-2
2010	07 окт.	-1	09 окт.	-5	10 окт.	-5
2011	09 окт.	-1	17 окт.	-2	18 окт.	-4
2012	21 сент.	-1	27 сент.	-1	29 сент.	-2
2013	16 сент.	-1	17 сент.	-1	19 сент.	-1
2014	02 сент.	-1	09 сент.	-1	11 сент.	-2
2015	24 авг.	-2	25 сент.	-2	02 окт.	-1
2016	07 окт.	-1	08 окт.	-4	11 окт.	-6
2017	12 сент.	-1	23 сент.	-1	24 сент.	-4
2018	02 сен.	-1	12 сен.	-1	02 окт..	-1
2019	21 сент.	-1	23 сент.	-4	24 сент.	-1
2020	06 сент.	-1	25 сент.	-1	26 сент.	-1
2021	17 сент.	-2	22 сент.	-2	23 сент.	-6
2022	26 сент.	-2	28 сент.	-2	30 сент.	-8

В таблице 1.1а приведены даты первых осенних заморозков, зафиксированные в Тюменской области.

Таблица 1.1а - Первые осенние заморозки в Тюменской области за 2000-2022

гг.

Год	Первый заморозок		Второй заморозок		Третий заморозок	
	дата	T[°C]	дата	T[°C]	дата	T [°C]
1	2	3	4	5	6	7
2000	21 сен.	-1,5	22.сен	-2,9	23.сен	-4,2
2001	14 сен.	-1,5	15.сен	-2,6	16.сен	-2,6
2002	23 сен.	-0,2	26.сен	-1,9	01.окт	-2,5
2003	24 сен.	-2	25.сен	-4,4	26.сен	-3,2
2004	6 окт.	-1	07.окт	-2	12.окт	-0,5
2005	30 сен.	-1,5	03.окт	-0,1	04.окт	-0,7
2006	18 сен.	-0,6	24.сен	-0,6	26.сен	-1,4
2007	2 окт.	-2,4	03.окт	-2,9	04.окт	-1,7
2008	23 сен.	-1,5	24.сен	-1,2	28.сен	-2
2009	15 сен.	-0,5	17.сен	-3	21.сен	-0,2
2010	23 сен.	-0,1	02.окт	-2,9	05.окт	-3,5
2011	23 сен.	-0,4	17.окт	-1,9	21.окт	-1,9
2012	29 сен.	-2,2	05.окт	-3,4	17.окт	-2,4
2013	20 сен.	-4	01.окт	-0,9	02.окт	-0,6
2014	27 сен.	-2,4	28.сен	-2,5	29.сен	-5,5
2015	22 сен.	-1,3	24.сен	-2	05.окт	-0,9
2016	7 окт.	-1	08.окт	-2,4	13.окт	-2,6
2017	25 сен.	-1,3	26.сен	-2,4	27.сен	-2,4
2018	10 окт.	-0,7	13.окт	-2,4	14.окт	-0,5
2019	26 сен.	-0,1	18.окт	-1,6	18.окт	-5,8
2020	4 окт.	-2,4	06.окт	-2	07.окт	-1,9
2021	30 сен.	-1,9	02.окт	-1,1	04.окт	-1,6

Для сохранения выращенного урожая, исходя из данных табл. 1.1 и 1.1а, можно сделать вполне удовлетворительную характеристику окончания работ по уборке кукурузы на силос в ближайшие годы на территориях Северного Казахстана и юга Тюменской области.

Определение начала и продолжительности уборки кукурузы на силос имеет большое значение для увеличения урожая, для выбора необходимого количества транспортных средств и силосоуборочных комбайнов. Уборка кормов на силос – сезонное мероприятие, совпадающее по времени с уборкой

картофеля, зерновых и других сельскохозяйственных культур и требует проведения всех работ в сжатые сроки. Часто наблюдаются значительные отклонения от необходимых сроков, что приводит к уменьшению доли выращенного урожая, ухудшения его качества.

Конечно, для долговременного планирования начала уборки кукурузы на силос кроме прогнозов погоды необходимо шире использовать имеющиеся в настоящее время знания о климате и его изменениях. Механизм климатических изменений пока до конца не ясен. Погода зависит от многих, не всегда поддающихся учету факторов: это и светимость солнца, и изменения скорости вращения Земли, и угла наклона земной оси, и подвижки материков, и процессы влаго- и теплообмена между атмосферой и океаном. Причем, зачастую они действуют в противоположных направлениях. Неопределенность ряда факторов, влияющих на климат, требует постоянного наблюдения за окружающей средой и может быть решена только специалистами. Многие ученые стараются преодолеть эту трудность, изучая и выявляя закономерности процессов в природных явлениях. Но многочисленные прогнозы, составленные для долговременного планирования пока нестабильны.

Поэтому, анализируя данные таблицы можно сделать вывод, что работы по уборке кукурузы на силос необходимо заканчивать к 19-20 августа для предотвращения повреждения первыми осенними заморозками. Имеющаяся характеристика первых осенних заморозков (таб. 1.1) за последние 12 лет является вполне удовлетворительной для определения начала и окончания работ по уборке кукурузы на силос в ближайшие годы по Северным территориям Казахстана и Тюменской области.

1.2. Современные технические средства для уборки кукурузы на силос

Существующие технологические схемы и компоновки кормоуборочных комбайнов обусловлены многообразием конструктивных решений рабочих органов, систем приводов, а также способов агрегатирования как самих комбайнов с энергетическим средством, так и транспортных средств с комбайнами. Поэтому в качестве конструктивных признаков, позволяющих наиболее полно охарактеризовать комбайн, могут быть взяты, например, типы основных активных рабочих органов, сменные приспособления, способы агрегатирования и др. [12, 26, 42, 52, 85, 86, 75, 79].

Первая группа – комбайны универсальные со сменными навешиваемыми приспособлениями. В качестве сменных приспособлений используют жатки для уборки грубостебельных культур, трав, а также подборщики. Это расширяет функциональные возможности комбайна и позволяет использовать их на заготовке различных видов кормов. В свою очередь, существуют два типа жаток для уборки грубостебельчатых культур: первый тип – жатки сплошного среза, предназначенные для уборки культур независимо от характера их посева; второй тип – ручьевые, предназначенные для уборки культур рядного посева. Жатки первого типа можно разделить на платформенные и роторные.

Вторая группа – комбайны одноцелевые с постоянными жатками сплошного среза.

Процессы измельчения и транспортирования растительной массы являются наиболее ответственными при работе комбайнов. Конструкции измельчающих аппаратов барабанного типа подразделяются на швыряющие и нешвыряющие, аппараты плосконожевые и с винтообразными ножами, одно-, двух- и многосекционные. Дисковые измельчающие аппараты, кроме измельчений растительного материала, обеспечивают его транспортирование установленными за ножами швыряющими лопатками.

По типу транспортирующего рабочего органа комбайны подразделяются на две группы. В первую входят комбайны, у которых процессы измельчения и швыряния совмещены – барабанные или дисковые измельчающие аппараты. Во вторую группу входят комбайны, использующие вспомогательные рабочие органы – швырялки или ускорители, которые придают измельченной массе дополнительную кинетическую энергию [увеличивают скорость выгрузки].

По способу агрегатирования с энергетическим средством комбайны подразделяются на три основных класса – самоходные [колесные и гусеничные], прицепные и навесные [полунавесные] на трактор или другое энергетическое средство.

Достигнутый в настоящее время технический уровень кормоуборочных комбайнов позволяет ввести ряд новых отличительных признаков. Например, по типу приводов активных рабочих органов – с механическим и [или] гидравлическим; по удобству настройки и управления комбайнами, а также обнаружению неисправностей – с системой индикации, бортовыми информаторами или компьютерами, системами автоматического контроля за технологическими процессами.

Ростсельмаш реализует на рынке F 2000 – новейшее семейство кормоуборочных комбайнов [72] имеют новый измельчающий аппарат, обеспечивающий высокую (до 85%) равномерность длин резки, что повышает поедаемость корма, а самый короткий тракт в классе позволяет добиться производительности до 200 т/ч. Комбайны оснащены линейкой дизельных двигателей мощностью до 643 л.с. с турбонаддувом обеспечивает эффективное использование потенциала комбайнов. Поперечное расположение двигателя обеспечивает оптимальное распределение веса. Топливный бак объемом 1500 л позволяет работать без дозаправки в течение дня.

Машина реализует следующий технологии заготовки:

Зерносенаж – для заготовки зерносенажа предусмотрены два варианта жаток – с сегментнопальцевым ножевым аппаратом и с режущим аппаратом ротационного типа. Доизмельчитель с вальцами 190 мм отлично дробит зерна, повышая усваиваемость корма;

Трава – два типоразмера подборщиков, два варианта жаток прямого среза, синхронизация скорости подборщика с ходовой скоростью комбайна и травяные ножи, входящие в базовую комплектацию машины гарантируют легкую заготовку травы при любой урожайности;

Кукуруза – предусмотрено три типоразмера кукурузных жаток – так вы можете подобрать жатку для оптимальной загрузки машины при вашей урожайности. Кукурузные ножи (опция) повышают равномерность длин резки, повышая сохранность и поедаемость корма. Большой выбор конфигураций доизмельчителя позволяет настроить его под ваши условия и технологию заготовки;

Корнаж – специальная жатка, позволяет отделять початки зрелой кукурузы от стеблей. Далее початок измельчается, а зерно дробится доизмельчителем. Таким образом заготавливается корнаж – высокопитательный корм/добавка для балансировки рациона.

Для повышения эффективности эксплуатации техники на отечественных машинах Ростсельмаш РСМ Круиз-контроль, РСМ Контроль силосопровода, РСМ Карта урожайности.

Система РСМ Круиз-контроль автоматически регулирует скорость в зависимости от загрузки двигателя непрерывного мониторинга уровня загрузки двигателя и, основываясь на заданных значениях оптимальной загрузки и предельной скорости, автоматически изменяет скорость комбайна. Таким образом система обеспечивает постоянный оптимальный уровень загрузки двигателя. При смене режимов работ система автоматически меняет обороты двигателя для обеспечения экономии ГСМ.

Система РСМ Контроль силосопровода позволяет автоматизировать процесс выгрузки и минимизировать потери на просыпании массы. Реализуются следующие функции:

- запоминание пяти рабочих и одного транспортного положения и автоматический перевод в одно из запомненных положений;
- автоматический перевод силосопровода в выбранное рабочее положение при переводе комбайна в режим «поле»;
- автоматический перевод силосопровода в транспортное положение при переводе комбайна в режим «дорога»;
- отображение положения силосопровода на экране бортового компьютера;
- автоматическое снижение скорости поворота силосопровода при приближении к крайнему положению;
- поворот силосопровода на установленное расстояние по команде механизатора;
- автоматическое управление козырьком силосопровода так, чтобы при любом повороте подъеме или опускании силосопровода, выгрузка осуществлялась строго по линии параллельной движению комбайна.

В качестве опции к зерноуборочным и кормоуборочным комбайнам компания Ростсельмаш предлагает установку РСМ Карта урожайности. Высокоточные опции работают, основываясь на специальных датчиках: измерения потока массы и измерения влажности. С помощью данных с этих датчиков механизатор может расширить информативность штатной бортовой системы управления комбайном.

В кормоуборочных комбайнах датчик измерения потока массы установлен на питающем аппарате и непрерывно контролирует расстояние между задними вальцами комбайна, позволяя механизатору получить данные о средней производительности, средней урожайности, мгновенной производительности комбайна, среднем расходе раствора из бака или из канистры на тонну собранного урожая. Датчик измерения влажности

установлен на силосопроводе и непрерывно контролирует влажность и температуру технологической массы.

Анализируя информацию, которая поступает на платформу Агротроник прямо с датчиков на технике, у пользователя есть возможность: строить отчеты и карты урожайности, вести учет собранного урожая, давать оценку урожайности как всего поля, так и отдельных его участков, компенсировать урожайность участков с низкими показателями путем дифференцированного внесения удобрений.

На кормоуборочных комбайнах KRONE с помощью системы KRONE CropControl [20], урожайность полей. CropControl создается полная документация об урожайности кормовых культур при уборке. Система NIR Control dual во время уборки определяет данные о влажности и компонентах собираемой растительной массы (сухое вещество, крахмал, сырой протеин, зола, сырой жир, усваиваемая и неусваиваемая клетчатка).

Система AutoCalibrate от автоматическая онлайн-калибровка зарегистрированного урожая ViG X в поле при помощи взвешивающего устройства на прицепе в шлейфе кормоуборочной техники. ViG X и прицеп также оснащены регистраторами данных, включая соединение для мобильной радиосвязи. Калибровка производится периодически при каждой загрузке «калибровочного транспортного средства». AutoCalibrate работает с высокой степенью точности и впервые позволило отказаться от весов на шасси.

Разработанный John Deer [19] и запатентованный совместно с Carl Zeiss датчик HarvestLab 3000 John Deer [19] использует метод ближней инфракрасной спектроскопии (NIR) для анализа различных составляющих в убираемой культуре, силосе. Еще в 2009 году технология была сертифицирована Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) для анализа сухой массы в кукурузном силосе с незначительными отклонениями в диапазоне 0,67–1,85 %. Датчик может учитывать спектр длины волны на 12 % шире для гарантии дополнительного уровня точности и обеспечивает более 4000 измерений в секунду (приблизительно 1 млн измерений на каждую

загрузку прицепа). Система предоставляет Вам не просто одно случайное выбранное значение, а статистически надежные данные в процессе работы. Ошибки, которые обычно происходят в ходе отбора пробы в ручном режиме (например, воздействие кислорода или тепла до момента попадания образца в следующую лабораторию), полностью исключены. Что не менее важно: все данные отображаются и документируются индивидуально для каждого рабочего участка в режиме реального времени. Это позволяет операторам корректировать настройки и обеспечивает возможность оптимизации настроек машины непосредственно в поле, вместо ожидания в течение нескольких дней результатов лабораторных анализов.

Самоходные кормоуборочные комбайны ПО «Гомсельмаш» (<https://gomselmash.by/>) созданы на базе универсального энергетического средства. К ним относится универсальное энергетическое средство УЭС-250 «Полесье» с полунавесным кормоуборочным комбайном КПК-3000 [«Полесье 3000»] и кормоуборочный комплекс К-Г-6 «Полесье». Промежуточным вариантом был комбайн КВК-250 [«Полесье-700»] и последующим – КВК-800 [«Полесье 800»].

Кроме самоходных кормоуборочных комбайнов для заготовки сенажа в хозяйствах используются прицепные кормоуборочные машины: комбайн прицепной КПИ-2,4 к тракторам классов 1,4 и 2 и его модернизированная модель КПИ-2,4А; к тракторам класса 3 – комбайн прицепной кормоуборочный КДП-3000 «Полесье», прицепной кормоуборочный комбайн универсальный КПКУ-75, который выпускался до 1989 г.

Основные технические характеристики кормоуборочных комбайнов зарубежных фирм приведены в табл. 1.2. Учитывая, что кормоуборочные комбайны предназначены для работы на уборке различных по своим свойствам кормовых культур, то необходимо знать пропускную способность каждого комбайна на различных культурах. В зарубежной практике принято характеризовать комбайны по пропускной способности при уборке кукурузы

на силос, а для других культур необходим перерасчет пропускной способности.



Рисунок 1.1 Комбайн КПИ-2,4 (ПН-400 "Простор") [65]

Комбайн КПИ-2,4 (ПН-400 "Простор") скашивает зелёные и подбирает из валков подвяленные сеяные и природные растения, скашивает кукурузу и другие высокостебельчатые культуры с одновременным их измельчением и погрузкой в транспортные средства. Широкий диапазон измельчения позволяет использовать растительную массу для непосредственного скармливания животным, приготовления сенажа, корнажа, гранулированных и брикетированных кормов и травяной муки. Комбайн состоит из прицепного измельчителя и сменных рабочих органов: подборщика, жатки для кошения трав и жатки сплошного среза для уборки кукурузы. Агрегатируется: - МТЗ-80, МТЗ-82.

Пропускная способность (производительность) комбайна, на уборке, кг/с (т/ч), не менее: зеленой трава влажностью, 75 %, урожайностью не менее 20 т/га - 6,2 (16,7) подвяленной травы влажностью, 55 %, массой валка на метр длины

6 кг - 4 (10,8) кукурузы влажностью 80 %, урожайностью 45 т/га - 8,5 (22,9) при уборке кукурузы с доизмельчением - 4,7 (13,0).

Кормоуборочный комбайн КПИ-2,4 (ПН-400 Простор)

Прицепной кормоуборочный комбайн КСД — 2.0 Sterh 2000 [72] (рис.1.2) обладает поистине широкими техническими возможностями: скашивание с укладкой в прокос, скашивание с формированием валка, измельчение и погрузка в транспортное средство, доизмельчение травяной массы — легко выполнимые задачи.



Рисунок 1.2 - Прицепной кормоуборочный комбайн STERN 2000

Естественные и сеяные травы, ботва сахарной свеклы и картофеля, измельченная стерня подсолнечника, силосные культуры становятся кормами высшего качества, попадая под ножи прицепного комбайна Sterh. Конструкция комбайна позволяет вести работу на повышенной скорости, загружая измельченной массой транспортное средство или укладывая скошенную массу в прокос. Sterh агрегируется с трактором МТЗ-80/82. Оптимальная кинематика и надежный редуктор обеспечивают производительность комбайна до 38 т/ч. Специальная конструкция опорных

колёс позволяет регулировать ширину колеи и дает возможность работы на различных междурядьях.

Роторный подбирающий аппарат отвечает за грубое измельчение массы, аппарат с режущей парой проводит доизмельчение. Ножи из спецсплава самозатачиваются, при этом двухлезвийные ножи измельчителя имеют двойной ресурс — после износа одной стороны нож можно просто перевернуть.

Комбайн прост в транспортировке и досборке, благодаря раскладывающейся снице. гидравлический привод силосопровода позволяет управлять процессом выгрузки массы прямо из кабины трактора. Рабочая ширина захвата – 2 м; производительность – 38 т/ч; высота среза, 38-200 мм; масса конструкционная – 1250 кг; рабочая скорость 5,7-7,2 км/ч; габаритные размеры - 4360x3350x3570 мм (длина x ширина x высота); Частота вращения ВОМ – 540 об/мин; частота вращения измельчающего аппарата - 2545 об/мин.

Таблица 1.2. Техническая характеристика кормоуборочных комбайнов

Фирма-изготовитель, модель	Мощность двигателя, кВт	Пропускная способность, кг/с			Масса, кг			Производительность за 1 ч основного времени, т		
		по силосно й массе из кукуруз ы	по сенаж ной массе	по зелен ой массе	с кукуру зной жаткой	с подбо рщик ом	с жаткой для травы	при уборке силосно й массы кукуруз ы	при уборке сенажн ой массы	при уборке зеленой травы
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Claas Jaguar 900	445	57,9	23,7	34,7	10440	9396	10231	187,6	76,8	112,4
Claas Jaguar 880	354	46,0	19,8	27,6	10200	9180	9996	149,0	64,2	83,9
Claas Jaguar 860	305	39,6	17,6	23,8	10200	9180	9996	128,3	57,0	77,1
John Deere 6910	301	39,1	17,4	23,5	10200	9180	9936	126,7	58,0	76,1
Case IH	310	40,3	17,9	24,5	13800	12420	13524	120,6	56,9	79,4
Case IH Mammuth 7400	355	46,2	19,9	27,7	10250	9260	10050	144,7	64,5	89,7
Mengele SF 7000	320	41,6	18,3	25,0	10000	9850	5800	134,8	53,3	81,0
«Гомсельмаш» КВК800	331	43,0	18,9	25,8	12835	11952	12578	139,3	61,2	83,6
Claas Jaguar 690	206	330	15,3	18,8	9090	8181	8173	106,9	49,6	60,9
Claas Jaguar 820	228	39,0	17,4	23,4	9250	8325	8972	126,4	56,4	75,8
Claas Jaguar 840	262	41,9	18,4	25,1	9600	8670	9312	135,8	59,6	81,3
Fortschritt E 281	125	20,0	10,4	12,0	5480	5370	6130	64,8	33,7	38,9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Fortschritt E 282	162	25,9	12,6	15,5	8895	8015	8850	83,9	40,8	50,2
John Deere 4720	173	27,7	13,3	16,6	4008	3607	3888	89,8	41,1	53,8
John Deere 5830	213	34,1	15,7	20,5	7456	6710	7307	110,5	50,9	66,4
Fox-Brady 6460	147	23,5	11,7	14,1	6228	5605	6041	76,1	37,9	45,7
«Гомсельмаш» К-Г-6	180	28,8	13,7	17,3	9250	8325	8979	93,3	44,4	56,1
Fox-Brady 6860	167	26,7	12,9	16,0	6874	6187	6668	86,5	41,8	53,8
Gehe CB 1226	221	35,4	16,2	21,2	2825	2542	2740	114,7	52,8	68,7
Heston 7155	129	20,6	10,6	12,4	2174	1957	2109	66,7	34,3	40,2
Heston 7165	184	29,4	14,0	17,6	2459	2213	2385	95,3	45,4	57,0
Heston 7730	228	36,5	16,5	21,4	13854	12469	13458	118,3	53,5	69,3
Massey Ferguson-san 684	184	29,4	14,0	17,6	5743	5243	5573	95,3	45,4	57,0
New Holland 2100	239	38,4	17,2	23,0	8765	7888	8502	124,4	55,7	75,5
New-Iden 868	172	27,5	13,2	16,5	7097	6387	6884	89,1	42,8	53,5
Case IH Mammuth 6900	274	35,8	16,7	21,5	7310	5962	6900	116,0	54,1	69,7
Kemper Champion 3000	184	29,4	14,0	17,6	2200	1480	2134	95,3	45,4	54,0
John Deere 6610	184	29,4	14,0	17,6	9950	8595	9264	95,2	45,4	54,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
John Deere 7610	228	36,5	16,5	21,9	9870	8883	9573	118,3	53,5	71,0
John Deere 6810	265	32,8	15,2	17,7	10170	9153	9865	106,3	49,2	57,4
New Hollang 718	40	6,4	4,26	3,84	1323	1192	1259	20,7	13,8	12,4
New Hollang 790	110	17,6	9,91	10,6	1753	1578	1665	57,0	32,1	34,3
New Hollang 1600	132	21,1	10,8	12,7	3832	3449	3640	68,4	35,0	41,2
Zweegers Zonez MH 80	22	3,5	2,67	2,10	398	358	178	11,3	8,6	6,8
Zweegers Zonez MH 160	55	8,8	5,48	5,28	817	753	792	28,5	17,8	17,1
New-Idea 660	70	11,2	6,58	6,72	1682	1513	1631	36,3	21,3	21,8
New-Idea 680	105	17,1	9,16	10,3	1868	1681	1775	55,4	29,7	39,4
Fox Bzady 4310	92	14,7	8,27	8,82	2810	2529	2669	47,6	26,8	28,7
John Deere 3970	140	22,4	11,4	14,4	2400	2160	2280	42,6	36,9	43,4
Taarup 105	55	8,8	5,48	5,87	1096	986	1041	28,5	17,8	17,9
Taarup 605 B	74	11,8	6,25	7,08	1910	1719	1814	38,2	20,2	22,9
Zweegers Zonez MH 320	103	16,5	8,89	9,90	1697	1527	1612	53,5	28,8	31,1
Kemper Champion 1200	80	12,8	8,13	8,68	1860	1175	1350	41,2	26,3	29,9
«Гомсельмаш» КСК-100А	147	23,5	11,7	14,1	8690	7621	8255	76,1	37,9	45,7
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
«Гомсельмаш» КПКУ-75	121	19,4	10,1	11,6	5500	4950	5255	62,8	32,7	37,6
КПИ-2,4	44	7,0	4,57	61,8	3900	3510	3705	22,7	14,8	15,7
«Гомсельмаш» КДП-3000	110	17,6	9,34	10,6	4350	3975	4132	57,0	30,4	34,3

Другой особенностью использования кормоуборочных комбайнов для обеспечения пропускной способности измельчающего аппарата является подача требуемого объема растительной массы.

Для загрузки измельчающего аппарата высокопроизводительного комбайна на уборке кукурузы урожайность ее должна быть не менее 300...350 ц/га при ширине захвата 5...6 метров и рабочей скорости 8...10 км/ч. При этом пропускная способность составляет 42...46 кг/с. При уборке зеленой травы такой комбайн обеспечивает пропускную способность 25...28 кг/с, а сенажной массы – 16...18 кг/с. При уборке травы на зеленый корм с урожайностью травы

не менее 220...240 ц/га ширина захвата жатки должна быть 6 метров и рабочей скорости не менее 10 км/ч. При заготовке зеленой подкормки жатка шириной захвата 6 метров должна быть смонтирована на комбайне, а при заготовке сенажной массы жаткой такой ширины захвата должна быть скошена трава и уложен в валок для провяливания до сенажной влажности. Однако, учитывая, что траву необходимо убирать из многолетних, однолетних растений, промежуточных посевов и вторых укосов, достичь урожайности более 220 ц/га не всегда удастся. Средняя урожайность многолетних трав составляет 160 ц/га, однолетних и трав в промежуточных посевах – 110 ц/га, а при повторных укосах – до 60 ц/га. Поэтому для загрузки измельчающего аппарата энергонасыщенных комбайнов необходимо формировать валки из скошенной косилками травы с ширины захвата 10...15 метров граблями или валкообразователями-сдваивателями или использовать на уборке трав с пониженной урожайностью кормоуборочные комбайны меньшей энергоемкостью и не в самоходном исполнении, агрегатируемых с трактором. Так, для среднего модельного хозяйства страны на ближайшую перспективу для заготовки кормов из трав и силосных культур с измельчением необходимо иметь два типа кормоуборочных комбайнов: один с пропускной способностью по кукурузе на силос 42,6 кг/с в самоходном исполнении с мощностью установленного двигателя 315 кВт, второй – с пропускной способностью по кукурузе 16 кг/с в прицепом, полунавесном или навесном исполнении в агрегате с трактором мощностью двигателя не менее 106 кВт. Кормоуборочные комбайны классифицируются по мощности двигателя, установленного на шасси самоходного комбайна или трактора, с которым агрегируется комбайн. От мощности двигателя на привод рабочих органов комбайна зависит масса машины, пропускная способность измельчающего аппарата и производительность комбайна.

Для определения производительности кормоуборочного комбайна в гектарах принимается урожайность многолетних трав, равная 200 ц/га, а кукурузы на силос – 350 ц/га. При определении производительности в час

эксплуатационного времени производительность за час основного времени умножается на коэффициент 0,6, учитывающий техническое состояние комбайна, простой на обслуживании и ремонте; другие остановки организационного порядка и простои за счет времени смены груженого транспорта на порожний.

Технико-технологическими параметрами, определяющими типаж кормоуборочных комбайнов, являются масса машины, пропускная способность измельчающего аппарата и производительность за час основного времени работы.

Все образцы кормоуборочных комбайнов, освоенных промышленностью, подразделены на пять классов с мощностью двигателя от 20 до 524 кВт с интервалом через 100 кВт. К первому классу относятся комбайны с мощностью двигателя от 20 до 120 кВт. Это, в основном, комбайны, агрегатируемые с трактором в прицепном исполнении. К второму классу относятся комбайны с мощностью двигателя 121...221 кВт, которые выполнены, в основном, в самоходном исполнении. Комбайны с двигателем мощностью 222...322 кВт относятся к третьему классу, с мощностью двигателя 323...423 – к четвертому классу, а с двигателем мощностью 424...524 – к пятому классу только в самоходном исполнении.

Согласно методике использования условных коэффициентов перевода тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов в эталонные единицы при определении нормативов их потребности [11] определена нормативная потребность в кормоуборочных комбайнах (табл. 1.3) для Тюменской области.

В качестве эталонной технологической операции для кормоуборочных комбайнов принята уборка силосных культур. В качестве эталонного принят кормоуборочный комбайн Дон 630 М с мощностью двигателя 213 кВт (220 л.с.) и производительностью в час основного времени 109 тонн. Нормативная потребность в эталонных комбайнах при $K_n=0.96$ для АПК области составляет 1065,91 ед.

Таблица 1.3 – Потребность в кормоуборочных комбайнах (в эталонных единицах, 287 тыс. га., эталон – комбайн «Дон-680М»)

Показатель	Площадь уборки силоса, сенажа, зеленых кормов, тыс. га	Нормативная потребность в кормоуборочных комбайнах						Всего
		диапазон мощности, кВт						
		до 44	59-88	110- 147	154- 220	220- 331	свыше 338	
Эталонных единиц на 1000 га.	287	0,155	0,296	1,742	1,357	0,112	0,052	3,714
Кол-во комбайнов		44,48	84,95	499,95	389,46	32,14	14,92	1065,91

Для перевозки измельченной массы применяются современные прицепы зарубежного и отечественного производства фирм JOSKIN, KRONE, АО ПК «Ярославич», «Бобруйскагромаш».

Прицеп фирмы JOSKIN Silo-Space2 - это прицеп для перевозки силоса и зеленой массы нового поколения, ставящий своей целью повысить производительность аграриев и предпринимателей. Это новая модель перенимает все сильные стороны своего предшественника Silo-Space, которые легли в основу его успеха (ходовая часть, транспортер, подвеска). Silo-Space2 отодвигает пределы объема и маневренности. Его концепция опирается на конический кузов с донным транспортером, обеспечивающий плавную и быструю выгрузку продукта. На его самонесущее шасси установлен кузов максимальной высоты, вмещающий груз объемом до 59 м³. Имеющие прочную конструкцию, установленную на ходовую часть JOSKIN, прицепы Silo-SPACE оснащены гидравлической подвеской, придающей устойчивость агрегату и в поле, и на дороге.

Широкая линейка самозагружающихся прицепов и прицепов для транспортировки измельченной массы производится фирмой KRONE, реализуются серии AX, MX, RX, TX, ZX, GX с вместимостью от 25 до 56 м³.

Машиностроительный завод АО ПК «Ярославич» [22] представляет на рынок широкую линейку современных прицепов с возможностью использования для перевозки силосной массы.

Тракторные полуприцепы предназначены для перевозки сельскохозяйственных и других сыпучих и твердых грузов: зерно, картофель, корнеплоды, корма, силос, сенаж, торф, снег, песок, гравий, навоз, и другие грузы. Их активно задействуют при уборке овощей и зерновых культур, перевозке силосной массы. Производителем представлена техника серии «Гигант» грузоподъемностью от 6 до 35 тонн (ПСП-30, ПСП-35, ПСП-20, ПСП-18, ПСП-15).

Ассортимент самосвальных тракторных полуприцепов представлен моделями с грузоподъемностью от 6 до 25 тонн (ПС-25Г Армата, ПС-20БМ, ПС-15БМ, ПС-12БМ). Вместимость каждого из них варьируется. Она увеличивается почти в три раза при использовании комплектации с сетчатыми бортами.

Полуприцепы новой серии ПСП-3565, ПСП-3252, ПСП-2240 с горизонтальной разгрузкой предназначены для транспортировки различных сельскохозяйственных грузов по всем видам дорог и в полевых условиях, а также для более тяжелых и сложных грузов.

Прицепы ведущего белорусского производителя сельхозтехники «Бобруйскагромаш» [69] представлены тракторные прицепы следующих видов:

ПС-30-1 – Полуприцеп специальный предназначен для приема и транспортировки измельченной массы кормовых культур от кормоуборочных комбайнов, последующей ее доставки к месту хранения и выгрузки назад конвейером;

ПС-45 – Полуприцеп предназначен для приема и транспортировки измельченной массы кормовых культур от кормоуборочных комбайнов, а также для последующей ее доставки к месту хранения и выгрузки назад конвейером или загрузки в приемный бункер упаковщика силосно-сенажной массы УСМ-1 или аналогичных машин. Производится в четырех исполнениях.

Доступны к заказу модели с жесткими и шарнирно закрепленными бортами, с увеличенной грузоподъемностью (ПС-45А) и ходовой системой на шинах низкого давления;

ПС-60А – полуприцеп грузоподъемностью 14 тонн с жестко закрепленными надставными бортами, предназначен для приема и транспортировки измельченной массы кормовых культур от кормоуборочных комбайнов с последующей выгрузкой назад конвейерами, а также для перевозки других легковесных грузов с удельной насыпной массой до 400 кг/м³.

1.3 Зависимость продолжительности уборки от обеспеченности хозяйств комплектованными агрегатами, их технического состояния и стоимости

Сроки уборки урожая в значительной степени зависят от подготовки агрегата к работе. Подготовка должна соответствовать техническим условиям, которые включают в себя проверку, а при необходимости, ремонт и регулировку всех механизмов, узлов, проверку в работе, комплектацию запасными частями и инструментом. Хорошая подготовка силосоуборочного комбайна позволяет с первых дней иметь высокую выработку, сводит к минимуму простои по техническим неисправностям. Организация труда не на должном уровне ведет к увеличению сроков сельскохозяйственных работ и к необоснованному завышению потребности в уборочных машинах, увеличению себестоимости продукции. Силосоуборочные комбайны в течение года используются непродолжительное время, что значительно повышает удельный вес амортизации в себестоимости полученного силоса. Поэтому увеличение сезонной и сменной выработки на силосоуборочный комбайн – важный фактор повышения эффективности их использования. Силосоуборочный комбайн не должен иметь сложных и дорогостоящих узлов и агрегатов и должен быть прост в обслуживании. Такими характеристиками

обладают только прицепные комбайны в сравнении с самоходными. По формуле можно определить затраты на содержание и приобретение техники:

$$S_c < S_a^{kc} + S_3^{kc}, \text{ руб.}$$

где: S_c – стоимость сохраненной доли урожая кукурузы, руб.;

S_a^{kc} – отчисления на реновацию имеющихся силосоуборочных комбайнов, руб.;

S_3^{kc} – сумма затрат на хранение до следующей уборки, руб.

В этом случае необходимо стремиться свести эти потери до экономически обоснованного минимума, т.е. необходимо получить за определенный период времени наивысшую урожайность кукурузного силоса при наименьших затратах средств. Но главным фактором в уборке является срок выполнения работ, так как он в конечном итоге приводит к увеличению получаемого урожая. При затягивании сроков уборки сложность потерь урожая нередко превышает затраты, связанные с работой агрегата. Поэтому уборка, проведенная в сроки, при которых будут наименьшие затраты является уборкой в экономически целесообразные сроки. В литературе часто встречается термин «оптимальные сроки». Даже в пределах единого РАПО различны сроки созревания кукурузы, большая разница в обеспеченности транспортными средствами и силосоуборочными комбайнами и правильнее будет называть агротехнические сроки уборки с наименьшими затратами – экономически целесообразные сроки уборки. Для этого необходимо учитывать начало и окончание проведения уборки кукурузы на силос с агротехническим и экономическим обоснованием. Экономически целесообразная продолжительность выполнения работ зависит в основном от стоимости техники, стоимости продукта, получаемого с единицы площади, производительности агрегата и коэффициента учета потерь. Некоторые исследователи [50, 4, 39, 74] предлагают определить оптимальную продолжительность проведения полевых механизированных работ по формуле [1], которую можно применить для определения экономически целесообразной продолжительности уборки кукурузы на силос:

$$D_p = \sqrt{\frac{\sum C_{oi} \cdot L_i \cdot \gamma_i}{100 K_n \cdot U \cdot C_n \cdot W_{\partial n}}} \quad [1]$$

где: C_{oi} – балансовая стоимость i -х машин, руб.;

L_i – процент отчислений на реновацию i -х машин;

γ_i – удельный вес данной работы в общем объеме работ, выполняемых данной машиной, часть работы;

D_p – продолжительность выполнения данной работы, дни;

$W_{\partial n}$ – дневная производительность агрегата, га/день;

U – урожайность культуры, ц/га;

C_n – зональная закупочно-сдаточная цена продукта, руб/ц;

K_n – коэффициент учета потерь урожая при растягивании сроков работы от экономически целесообразного момента на один день, доля/день.

В исследованиях [50, 4, 39, 74] анализировались связи между урожайностью различных культур и потерями для условий Урала, Сибири при несвоевременной уборке без учета потерь при воздействии заморозков на кукурузу. Эти потери при уборке кукурузы на силос составляют значительный удельный вес. Также представляет интерес определение общих потерь для условий Северного Казахстана, Тюменской области так как урожайность даже на одном поле колеблется в широких пределах – от 5 до 40%, поэтому возникают погрешности в определении потерь.

1.4 Виды потерь кукурузы, убираемой для приготовления силоса и определение их величины.

При уборке кукурузы на силос нужно различать три вида потерь урожая:

1. Технологические – потери зеленой массы на поле в результате неправильного выбора режима работы силосоуборочного комбайна и конструктивных недостатков;
2. Погодно-биологические – потери питательности и качественного состава корма от несвоевременной уборки в результате воздействия на кукурузу заморозков;

3. Техничко-экономические - увеличение себестоимости получаемой силосной массы в результате увеличения затрат на уборку при значительном увеличении уровня её технической оснащённости.

Технологические потери при уборке кукурузы в зависимости от причин, вызывающих их, следующие:

1. От высокого среза стеблей – происходит на плохо выровненном поле, имеющем борозды, канавы, гребни;
2. От двойного среза стеблей – происходят при неправильно выбранных параметрах вращения мотвила, когда стебель после среза снова падает в режущий аппарат и отрезается часть стебля или листьев, которые падают на землю;
3. От недореза стеблей – происходят при наткании пальцев режущего аппарата на стебли, в результате стебель надламывается и падает;
4. От приминания и обрыва стеблей делителем – происходят при неправильном движении комбайна по рядкам;
5. От обламывания и выкидывания части растений мотвилком за пределы хедера – происходят при большой скорости вращения мотвила;
6. От выпадения зеленой массы из разгрузочного элеватора – происходят при несогласованной работе силосоуборочного комбайна и транспортного средства;
7. От выпадения массы с платформы хедера – происходят в результате конструктивного недостатка;
8. От выдувания ветром при загрузке – происходят в ветреную погоду при малой шторке выгрузного элеватора.

Для определения сроков уборки кукурузы на силос нет необходимости определять все виды технологических потерь в отдельности, а достаточно определить потери от высокого среза и общие технологические потери. При определении общих технологических потерь поле было измерено вешками погектарно исходя из ширины захвата комбайна КС-2,6. Сбор теряемой массы

при всех видах потерь производился в полог, укрепленный сзади и под силосоуборочным комбайном на растяжках. Потери по п.п. 3, 4 собирали вручную. Затем по каждому гектару собранную массу перегружали в прицеп и взвешивали. В результате применения приспособления «Сцепное устройство объединенных транспортных средств» была обеспечена синхронность движения транспортных средств и силосоуборочных комбайнов и устранены технологические потери по п.6. Потери от высокого среза были определены в результате замеров высоты среза на десяти участках площадью $2,6 \times 10 \text{ м}^2$ каждый, при установке копирующего башмака на срез 0,13м.

Таблица 1.4 - Результаты замеров высоты среза на участках

Участки	Количество стеблей с высотой среза, [м]					
	до 0,05 м	0,05 - 0,1 м	0,1 - 0,15 м	0,15-0,20 м	0,20-0,25 м	0,25-0,30 м
1	2	3	4	5	6	7
1	9	72	141	116	34	1
2	8	73	142	107	36	3
3	8	65	154	109	41	3
4	9	61	158	120	26	5
5	7	67	145	125	32	4
6	2	69	156	111	29	2
7	10	65	142	122	37	5
8	11	67	129	127	33	2
9	9	78	138	108	38	3
10	7	64	122	123	29	1
ИТОГО	80	681	1427	1168	335	29

Частоты замеров высоты среза, полученные при исследовании на полях СО Максимовское, отличаются от частотей, полученных при возведении аналогичных работ в ВНИИТЭСХ [56].

Таблица 1.5 - Частоты замеров высоты среза

Показатели	Высота среза, [м]					
	до 0,05	0,05-0,1	0,1-0,15	0,15-0,20	0,20-0,25	0,25-0,30
Частость, % по [50]	1	12	53	26	7	1
Частость, % по исследованиям	2,2	18,7	39,2	32,1	9,2	0,8

Исходя из данных высоты среза, полученных в результате исследования общих технологических потерь можно построить теоретическую кривую распределения высоты среза [рис. 1.2] по формуле:

$$F(t) = \frac{N \cdot k}{\alpha} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad [2]$$

где: N – число проведенных испытаний, равное сумме частот эмпирического [наблюдаемого] распределения $\sum m$;

k – величина интервала дробления эмпирического ряда распределения;

$t = \frac{h-h}{\alpha}$ – нормированное отклонение.

Величина $F(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$ табулирована.

Дисперсия ряда определяется по формуле:

$$\alpha^2 = \frac{\sum h^2 \cdot m}{\sum m} - h^2 \quad [3]$$

Теоретическая частота каждого варианта m' представляет собой произведение:

$$m' = \frac{N \cdot k}{\alpha} \cdot f[t] \quad [4]$$

где k – величина интервала эмпирического ряда распределения среза.

Для определения средней высоты среза \bar{h} по формуле средней арифметической и построения теоретической кривой распределения высоты среза составлена таблица 1.6.

Таблица 1.6 - Расчет эмпирической средней величины среза \bar{h} распределение теоретических частот высоты среза

Показатели	Высота среза стеблей, [м]					
	до 0,05	0,05-0,1	0,1-0,15	0,15-0,20	0,20-0,25	0,25-0,30
\bar{h} - средняя высота, [см]	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5
m – количество стеблей, [шт.]	80	681	1427	1168	335	29
w , [%]	2,2	18,7	39,2	32,1	9,9	0,8
$h \cdot m$	200,0	5107,5	17837,5	20440,0	7537,5	797,5
h^2	6,25	56,25	156,25	306,25	506,25	756,25
$h^2 \cdot m$	500,0	38306,25	222968,75	357700,0	169593,75	21931,25
$h \cdot \bar{h}$	11,46	6,46	1,46	3,54	8,54	13,54
t	2,38	1,34	0,30	0,74	1,77	2,81
$f [t]$	0,0224	0,1626	0,3814	0,3123	0,0940	0,0079
m' - теоретическое количество стеблей, [шт.]	87	629	1475	1208	363	31
w	2,29	16,26	38,88	31,85	9,57	0,82

Из таблицы: $\sum m = N = 3720$; $\sum h \cdot m = 51920$; средняя высота среза $\bar{h} = \frac{\sum hm}{\sum m} = 13,96$ см; $\bar{h}^2 = 194,88$; $\sum h^2 m = 811000$; средний квадрат отклонения – дисперсия $\alpha^2 = 23,13$; среднее квадратическое отклонение $\alpha = \pm 4,81$;

$\frac{N \cdot k}{\alpha} = 3866,94$; коэффициент вариации

$$V_{\alpha} = \frac{\alpha}{\bar{h}} \cdot 100\% = 34,46\% \quad [5]$$

Средняя ошибка выборки $M = \sqrt{\frac{\alpha^2}{m} \left[1 - \frac{m}{N}\right]} = 0,0788$, или 7,88% [6], где $N \approx 140000$ шт. - общее количество растений на одном гектаре для сорта "Краснодарская 1/49".

По теоретическим частотам на рис. 1.3 построена теоретическая кривая, изображающая теоретическое распределение высоты среза. Теоретическая кривая изображена пунктирной линией.

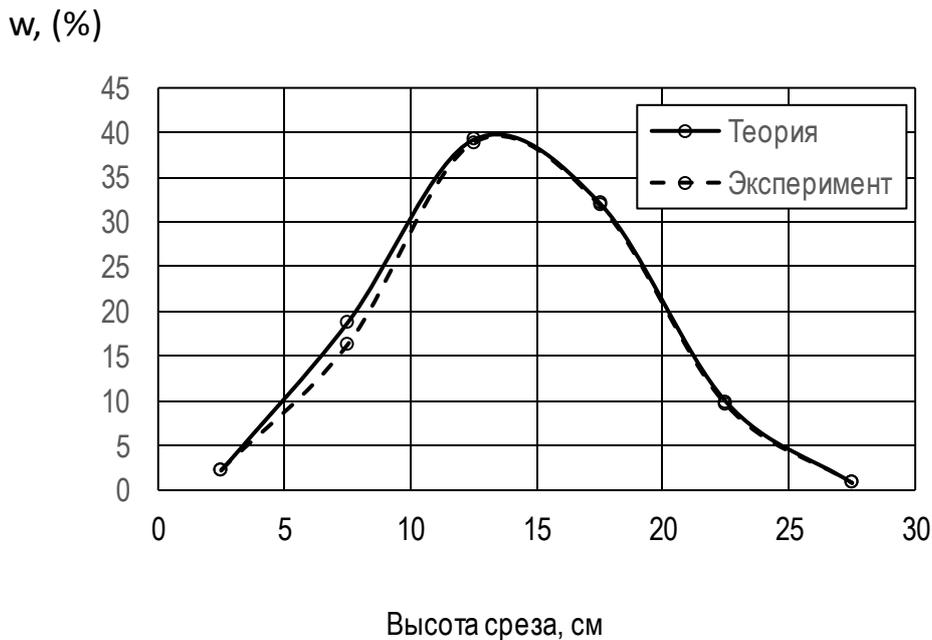


Рисунок 1.3. Распределение средней высоты среза

По графику на рис.1.3 видно расхождение между теоретическим распределением высоты среза и полученным в результате исследований. Чтобы определить является ли распределение высоты среза, полученное в результате исследования нормальным, произведена оценка по критерию согласия Пирсона - $P(X^2)$. Величина X^2 определяется по формуле:

$$X^2 = \sum \frac{[m - m']^2}{m'}$$

где m – эмпирические частоты; m' - теоретические частоты.

Значение числа степеней свободы K , которое является одним из аргументов определения критерия согласия Пирсона, равно числу групп ряда распределения минус число исчисленных статистических характеристик [средняя, дисперсия и т.д.], использованных при вычислении теоретического распределения.

При $K=4$ искомая вероятность $P[X^2]=P = 0,404$ [10], т.е. она достаточно велика, т.к. в качестве границы между случайным и существенным берется 1% уровень значимости. Значит, полученное распределение числа растений кукурузы по высоте среза подчиняется закону нормального распределения, а

расхождение между теоретической и эмпирической кривыми можно считать случайным.

Оценка близости эмпирического распределения к нормальному произведена и по критерию согласия Романовского:

$$\frac{\chi^2 - K}{\sqrt{2K}} = \frac{6}{2,83} = 2,12 \quad [7]$$

т.к. $2,12 < 3$, то расхождение между теоретическими и эмпирическими частотами можно считать несущественным. Высота среза выше нормативного на 0,96 см, т.е. $h_{\Delta} = 0,96$ см. Чтобы определить величину потерь, были взвешены срезы стеблей длиной 1 см, взятые в местах высокого среза на площади $30 \times 2,6 \text{ м}^2$.

Таблица 1.5 - Результаты взвешивания срезов стеблей кукурузы длиной $h=1$ см

№ п/п	Вес P, [г]	Частота [m]	Частость, m' [%]	P · m	$\overline{p^2}$	$\overline{p^2} \cdot m$
1	2	3	4	5	6	7
1.	2,5-2,6	4	0,37	10,20	6,5025	26,0100
2.	2,6-2,7	7	0,65	18,55	7,0225	49,1575
3.	2,7-2,8	13	1,21	35,75	7,5625	98,3125
4.	2,8-2,9	17	1,59	48,45	8,1225	138,0825
5.	2,9-3,0	28	2,61	82,60	8,7025	243,6700
6.	3,0-3,1	34	3,17	103,70	9,3025	316,2850
7.	3,1-3,2	40	3,73	126,00	9,9225	326,9000
8.	3,2-3,3	48	4,48	156,00	10,5625	507,0000
9.	3,3-3,4	51	4,76	170,85	11,2225	572,3475
10.	3,4-3,5	66	6,16	227,70	11,9025	785,5650
11.	3,5-3,6	75	7,00	266,25	12,6025	945,1875
12.	3,6-3,7	83	7,74	302,95	13,3225	1105,7675
13.	3,7-3,8	94	8,77	353,50	14,0625	1321,8750
14.	3,8-3,9	88	8,21	338,80	14,8225	1304,3800
15.	3,9-4,0	73	6,81	288,35	15,6025	1138,9825

16.	4,0-4,1	62	5,78	251,10	16,4025	1016,9550
17.	4,1-4,2	56	5,22	232,40	17,2225	964,4600
18.	4,2-4,3	47	4,38	199,75	18,0625	848,9375
19.	4,3-4,4	39	3,64	169,65	18,9225	737,9775
20.	4,4-4,5	31	2,89	137,95	19,8025	613,8775
21.	4,5-4,6	28	2,61	127,40	20,7025	579,6700
22.	4,6-4,7	26	2,43	120,90	21,6222	562,1850
23.	4,7-4,8	18	1,68	85,50	22,5625	406,1250
24.	4,8-4,9	15	1,40	72,75	23,5225	352,8375
25.	4,9-5,0	12	1,12	59,40	24,5025	294,0300
26.	5,0-5,1	9	0,84	45,45	25,5025	229,5225
27.	5,1-5,2	5	0,47	25,75	26,5225	132,6125
28.	5,2-5,3	3	0,28	15,75	27,5625	82,6875

Из таб. 1.6 : $\sum m = 1072$; $\sum P \cdot m = 4072,40$; средний вес среза $\bar{P} = 3,80$ г;
 $\overline{P^2} = 14,44$.

Для построения теоретической кривой распределения веса срезов стеблей кукурузы составлена таблица 1.7. При составлении таблицы использованы формулы [3, 4, 5, 6, 7], таб. 1.6.

Таблица 1.6 Расчет частоты и частости теоретического распределения срезов стеблей кукурузы

№ п/п	\bar{P} [г]	h	t	F[t]	m	m'
1	2	3	4	5	6	7
1.	2,55	1,25	2,39	0,0229	5	0,47
2.	2,65	1,15	2,21	0,0347	7	0,66
3.	2,75	1,05	2,01	0,0529	11	1,03
4.	2,85	0,95	1,82	0,0761	16	1,50
5.	2,95	0,85	1,63	0,1057	22	2,06
6.	3,05	0,75	1,44	0,1415	29	2,72
7.	3,15	0,65	1,25	0,1826	38	3,56
8.	3,25	0,55	1,05	0,2299	47	4,40
9.	3,35	0,45	0,86	0,2756	56	5,25

10.	3,45	0,35	0,67	0,3187	66	6,19
11.	3,55	0,25	0,48	0,3555	73	6,84
12.	3,65	0,15	0,29	0,3825	79	7,40
13.	3,75	0,05	0,09	0,3973	82	7,69
14.	3,85	0,05	0,09	0,3973	82	7,69
15.	3,95	0,15	0,29	0,3825	79	7,40
16.	4,05	0,25	0,48	0,3555	73	6,84
17.	4,15	0,35	0,67	0,3187	66	6,19
18.	4,25	0,45	0,86	0,2756	56	5,25
19.	4,35	0,55	1,05	0,2299	47	4,40
20.	4,45	0,65	1,25	0,1826	38	3,56
21.	4,55	0,75	1,44	0,1415	29	2,72
22.	4,65	0,85	1,63	0,1057	22	2,06
23.	4,75	0,95	1,82	0,0761	16	1,50
24.	4,85	1,05	2,01	0,0529	11	1,03
25.	4,95	1,15	2,21	0,0347	7	0,66
26.	5,05	1,25	2,39	2,0229	5	0,47
27.	5,15	1,35	2,59	0,0139	3	0,28
28.	5,25	1,40	2,68	0,0110	2	0,18

Дисперсия ряда по таблице $\alpha^2 = 0,272$; $\alpha = \pm 0,5216$; $\frac{N \cdot m}{\alpha} = 205,52$; коэффициент вариации: $V_\alpha = 13,72\%$; средняя ошибка выборки $M = 0,01586$ или $1,58\%$; $\sum m' = 1067$.

По теоретическим частотам из таблицы 1.7 на рис. 1.3 построена теоретическая кривая, изображающая теоретическое распределение высоты среза. Теоретическая кривая изображена пунктирной линией. Между эмпирическими частотами и теоретическими имеются расхождения. Оценка расхождений проведена по критерию согласия Пирсона $P(X^2)$ по формуле [10]. При $K=26$ вероятность $P(X^2) = P(25) = 0,5190$, т.е. расхождения между эмпирическими и теоретическими частотами распределения высоты среза можно считать случайными. Критерий согласия Романовского определенный по формуле [11] равен $0,13 < 3$, т.е. расхождения между эмпирическими и

теоретическими частотами несущественны и теоретическое распределение высоты среза стеблей кукурузы хорошо воспроизводит эмпирическое распределение высоты среза.

Средние потери от высокого среза на 1 гектар составляют:

$$\bar{П}_в = \frac{N \cdot \bar{P} \cdot \bar{h}_\Delta}{1000} = \frac{140000 \cdot 3,80 \cdot 0,96}{1000} = 510 \text{ кг} \quad [61]$$

Результаты исследования технологических потерь приведены в таблице 1.7.

Таблица 1.7

Участки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Потери массы, [кг]	612	584	558	505	531	564	528	456	462	474	542	591	545	650	538	557

Для построения теоретической кривой распределения технологических потерь составлена таблица 1.8. Для составления таблица 1.5. Для составления таблицы 1.8 использованы формулы 3, 4, 5, 6, 7, таблица 1.7.

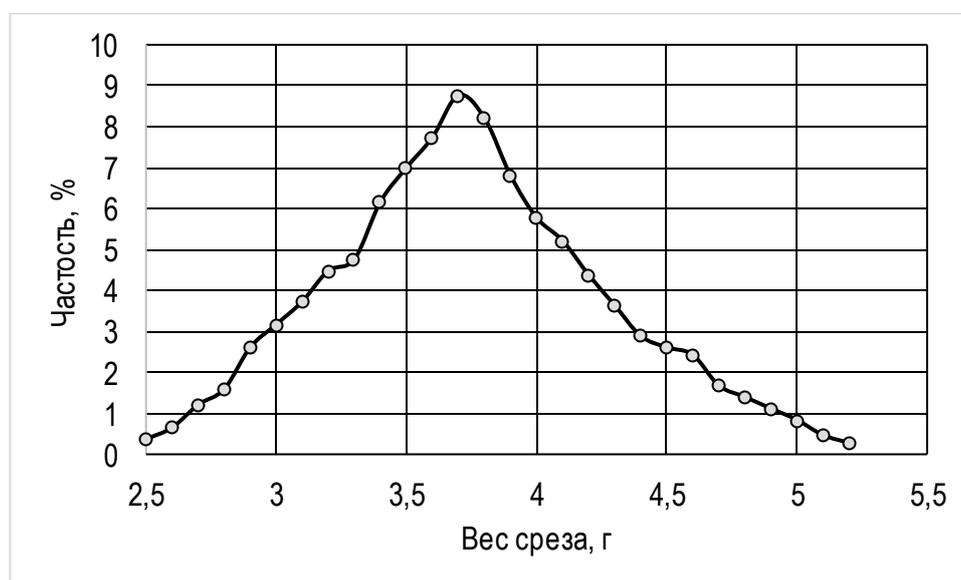


Рисунок 1.4 Распределение среднего веса срезов стеблей кукурузы длиной $h=1$ [см/г]

Для удобств расчета теоретического распределения технологических потерь по таблице 1.8 составлен вариационный ряд технологических потерь с интервалом 30 кг.

Таблица 1.8 - Расчет частоты и частости теоретического распределения технологических потерь

Показатели	Технологические потери, [кг]						
	650÷620	620÷590	590÷560	560÷530	530÷500	500÷470	470÷440
1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее значение потерь $\bar{П}_T$	635	605	575	545	515	485	455
Частота, m	1	2	2	5	3	1	2
Частость, w	6,25	12,5	12,5	31,25	18,75	6,25	12,5
$\bar{П}_T \cdot m$	403225	366025	330625	297024	265225	235225	207025
$\bar{П}_T^2$	635	1210	1150	2725	1545	485	910
$\bar{П}_T^2 \cdot m$	403225	732050	661250	1485125	795675	235225	414050
$\bar{П}_T - \bar{\bar{П}}_T$	94	64	34	4	26	56	86
t	1,80	1,22	0,65	0,08	0,50	1,07	1,65
$F[t]$	0,0790	0,1895	0,3230	0,3977	0,3984	0,2251	0,1023
m'	1	2	3	4	4	2	1
w'	5,88	11,76	17,65	23,53	23,53	11,76	5,88

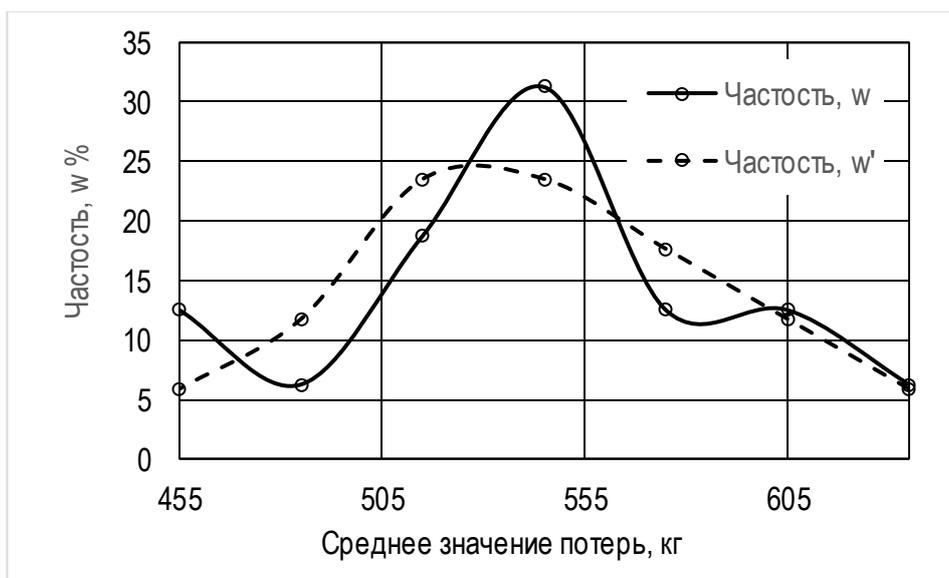


Рисунок 1.5. Распределение теоретических и эмпирических технологических потерь

Из таблицы 9 $\sum m=16$; $\sum \bar{П}_T \cdot m=8660$; средние технологические потери $\bar{\bar{П}}_T=541$ кг; $\bar{\bar{П}}_T^2=292681$; $\sum \bar{П}_T^2 \cdot m = 4726600$; дисперсия $\alpha^2 = 2731,5$; среднее квадратическое отклонение $\alpha = \pm 52,26$; $\frac{N \cdot k}{\alpha} = 9,18$; коэффициент вариации по

среднему линейному отклонению технологических потерь $V_{\alpha} = \frac{\alpha}{\Pi_T} \cdot 100\% = 9,66\%$; средняя ошибка малой выборки $M = \frac{\alpha}{\sqrt{n}} = 13,50$ [9], где n – число наблюдений.

Проверка теоретического и эмпирического распределений технологических потерь произведена по критерию согласия Пирсона при $k = 5$:

$$P(X^2) = P[2,29] = 0,8491.$$

Вероятность достаточно высока, значит расхождения между эмпирическими и теоретическими частотами случайны. Оценка расхождения по критерию Романовского:

$$\frac{x^2 - k}{\sqrt{2k}} = 0,858 < 3.$$

Следовательно, расхождения незначительны, теоретическое распределение хорошо воспроизводит эмпирическое и закон эмпирического распределения можно принять за нормальное распределение.

Общие технологические потери с каждого гектара составляют:

$$\bar{\Pi}_{\text{общ}} = \bar{\Pi}_T + \bar{\Pi}_B = 1051 \text{ кг}$$

1.5 Определение биологической урожайности по участкам.

Чтобы оценить величину технологических потерь с каждого гектара, необходимо определить уровень выращенного урожая – биологическую урожайность. Широкие пределы колебания урожайности на одном и том же поле, зависят от многих причин и прежде всего от качества обработки поля в различных его частях, качества семян и глубины их заделки, количества полученных атмосферных осадков, состава почвы.

Однако отработка производственных типовых зональных технологических карт и производственных моделей новых комплексных решений в сельском хозяйстве и в сельскохозяйственной науке пока не производилась [58, 73], а ведь именно они определяют основные параметры выращивания и уборки той или иной культуры. Каждой зональной технологии

возделывания и уборки сельскохозяйственных культур, гарантирующей получение планируемой урожайности должна соответствовать определенная система машин, чего пока нет. В результате урожайность кукурузы не стабилизирована и меняются её кормовые свойства. Биологическая урожайность была определена взвешиванием стеблей кукурузы, срезанных по изготовленному шаблону на высоте 0,13 м в 12 клетках 2,6×12 м².

Таблица 1.9 - Биологическая урожайность стеблей кукурузы U_6 в зависимости от веса стеблей на участке.

Показатели	Участки 2,6×12 м ²											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вес, кг	29,956	28,456	21,330	24,944	19,466	21,675	23,714	22,215	20,038	28,386	26,837	20,495
U_6 , ц/га	96,013	91,205	68,365	79,949	62,391	69,471	76,006	71,202	64,224	90,980	86,016	65,688

Для определения биологического урожая кукурузы подвергнувшегося воздействию первых осенних заморозков были взвешены стебли кукурузы (табл.1.10) на площадях примыкающих к участкам на которых определена урожайность до заморозков (табл. 1.9)

Таблица 1.10. Биологическая урожайность $U_{6з}$ различных участков кукурузы после воздействия заморозков

Показатели	Участки 2,6×12 м ²											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вес стеблей на участке, кг	18,854	9,769	17,101	10,206	14,168	18,664	19,122	15,799	19,091	12,143	9,397	9,828
$U_{6з}$, ц/га	60,429	31,311	54,811	32,712	45,410	59,821	61,288	50,638	61,189	38,920	30,119	31,500

Оценка отклонения среднего значения частичной совокупности от среднего значения нормальной общей совокупности произведена с помощью интеграла Стюдента, т.к. выборка участков меньше 20 и генеральная совокупность обладает нормальным распределением:

$$P[t < t_{\phi}] = C \int_{-t}^{\downarrow t} \left[1 + \frac{t^2}{n-1}\right]^{\frac{n}{2}} dt = S[t_a] \quad [11]$$

Величина нормированного отклонения по выборочным данным и предполагаемым границам генеральной средней:

$$t_{\phi} = \frac{\bar{x}' - \bar{x}''}{\sqrt{\frac{[\sum(x' - \bar{x}')^2 + \sum(x'' - \bar{x}'')^2][n_1 \cdot n_2]}{(n_1 + n_2 - 2) \cdot n_1 \cdot n_2}}} \quad [12]$$

Для определения x' и $[\bar{x}']^2$ составлены таблицы 12 и 13 малой выборки.

Таблица 1.11. Урожайность кукурузы по участкам до заморозков.

Участки	Урожайность кукурузы [U ₆] ц/Га	[U ₆] ²
1	96,013	9218,501
2	91,205	8318,355
3	68,365	4673,772
4	79,949	6391,842
5	62,391	3892,635
6	69,471	4826,224
7	76,006	5776,918
8	71,202	5069,723
9	64,224	4124,721
10	90,980	8277,363
11	86,016	7398,759
12	65,688	4314,918
Итого:	921,510	72283,731

Из таблицы: $n_1 = 12$; $\bar{U}_6 = 76,793$ ц/Га; $\sum[U_6]^2 = 72283,731$; $\sum U_6 = 921,510$; $\alpha = 11,676\%$; $V_{\alpha} = 15,205\%$; $M_{\text{мв}} = 3,3745$

$$\sum[U_6 - \bar{U}_6]^2 = \sum[U_6]^2 - \frac{[\sum(U_6)]^2}{n_1} = 1518,640 \quad [13]$$

При биологической урожайности $\bar{U}_6 = 76,763$ ц/Га общие технологические потери составляют 575,047 кг или 7,49% от биологической урожайности. Тогда фактически получаемая урожайность составит: $\bar{U}_{\phi} = \bar{U}_6 - \bar{P}_{\text{общ}} = 71,013$ ц/Га.

Таблица 1.12

Участки	Урожайность кукурузы, ц/Га [U_{63}]	$[U_{63}]^2$
1	60,429	3651,669
2	31,311	980,379
3	54,811	3004,245
4	32,712	1070,077
5	45,410	2960,447
6	59,821	3578,553
7	61,288	3756,217
8	50,638	2564,210
9	61,189	3744,096
10	38,920	1514,768
11	30,119	907,155
12	31,500	992,251
Итого:	558,148	28724,067

Из таблицы $n_2 = 12$; $\bar{U}_{63} = 46,512$ ц/Га; $\sum[U_{63}] = 558,148$; $\sum[U_{63}]^2 = 28724,067$; $\alpha = 13,019$ ц; $V_\alpha = 27,99\%$; $M_{мб} = 3,762$.

$$\sum[U_{63} - \bar{U}_{63}]^2 = \sum[U_{63}]^2 - \frac{[\sum(U_{63})]^2}{n_2} = 2763,267$$

$$\bar{U}_2 - \bar{U}_{63} = 30,281 \text{ ц; } t_\phi = 5,317.$$

Из приложения [25] по табл. IV для $n=12+12-2=22$ находим $S[5,3]=0,999$.

Вероятность того, что стандартизованная разность $[t]$ между средней биологической урожайностью U_6 и биологической урожайностью после заморозков U_{63} будет больше стандартизованной разности вычисленной по результатам малой выборки $[t_\phi]$:

$$P[[t] > t_\phi] = 2[1 - S[t_\phi]] \quad [14]$$

$$\text{Тогда: } P[\bar{U}_6 - \bar{U}_{63} > 30,281] = 2[1 - S[5,3]] = 2[1 - 0,999] = 0,002.$$

Так как вероятность $P=0,002$ очень мала, то средняя биологическая урожайность \bar{U}_6 очень существенно отличается от биологической урожайности получаемой после заморозков \bar{U}_{63} .

Отсюда можно сделать вывод, что попадание кукурузы под заморозок значительно снижает урожай.

Оценку существенного расхождения между двумя выборочными средними урожайностями можно произвести и по правилу трех сигм:

$$t_{\phi} > 3G_{t[\phi]} \quad [15]$$

где $G_{t[\phi]}$ – среднее квадратическое отклонение, вычисляемое по известной формуле:

$$G_{t[\phi]} = \sqrt{\frac{n_1+n_2-2}{n_1+n_2-4}} = 1,0488 \quad [16]$$

Подставляя полученное значение среднего квадратического отклонения в формулу, получим, что $5,317 > 3,146$, т.е. $t_{\phi} > 3G_{t[\phi]}$. Поэтому расхождения между двумя выборочными следует считать существенным, не случайным.

1.6 Определение коэффициента учета потерь K_n и его зависимость от производительности уборки и урожайности в результате воздействия заморозков

Коэффициент учета потерь K_n определен по формуле:

$$K_n = \frac{U_{max} - U_T}{U_{max} \cdot D_p} \quad [17]$$

Где: U_{max} – максимальная урожайность, ц;

U_T – текущая урожайность, ц;

Для технологических потерь при $U_{max} = \bar{U}_6 = 76,763$ ц/Га и $U_T = \bar{U}_{\phi} = 71,013$ ц/Га $K_n = 0,0049 \approx 0,005$. Для кукурузы попавшей под заморозок $K_n = 0,026 = 0,03$.

Таблица 1.13 - Зависимость коэффициента учета потерь урожая от максимальной урожайности, текущей урожайности и продолжительности уборки в результате воздействия заморозков

№ п/п	U_{max} , [ц/Га]	U_T , [ц/Га]	D_p , [дни]	K_n
1	76	46	10 ÷ 15	0,04 ÷ 0,03
2	80	56	10 ÷ 15	0,03 ÷ 0,02
3	80	40	5 ÷ 10	0,1 ÷ 0,05
4	90	61	10 ÷ 15	0,03 ÷ 0,02

5	90	44	5÷10	0,1÷ 0,05
6	100	70	10÷ 15	0,03÷ 0,02
7	100	50	5÷10	0,1÷ 0,05
8	120	84	10÷ 15	0,03÷ 0,02
9	120	60	5÷10	0,1÷ 0,05
10	150	105	10÷ 15	0,03÷ 0,02
11	150	75	5÷10	0,1÷ 0,05
12	200	140	10÷ 15	0,03÷ 0,02
13	200	100	5÷10	0,1÷ 0,05
14	250	175	10÷ 15	0,03÷ 0,02
15	250	125	5÷10	0,1÷ 0,05
16	300	210	10÷ 15	0,03÷ 0,02
17	300	150	5÷10	0,1÷ 0,05
18	350	245	10÷ 15	0,03÷ 0,02
19	350	175	5÷10	0,1÷ 0,05

Значение коэффициента учета потерь K_n показывает насколько требовательна уборка кукурузы на силос к продолжительности её выполнения. Найденные значения коэффициента учета потерь уменьшаются с увеличением рабочих дней проведения уборки и увеличиваются в связи с повреждениями урожая заморозками.

Работы по определению K_n для различных зон проводились в на Урале [4], в вычислительном центре ВАСХНИЛ [13]. Полученные значения K_n приведены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 - Значения K_n для различных зон, доля/день

Наименование операции	БНИИ	ВНИИТЭСХ	Южный Урал
Уборка кукурузы	0,012	0,009	0,0168

Анализ приведенных данных показывает, что при повреждении заморозками кукурузы, предназначенной для уборки на силос, коэффициент учета потерь K_n резко возрастает от 0,005 до 0,1.

Зональные значения величин для определения экономически целесообразной продолжительности в условиях Акмолинской области приведены в табл. 1.15.

Таблица 1.15. Экономически целесообразная продолжительность уборки кукурузы на силос в условиях Акмолинской области

№ п/п	Урожайность, [ц/га]	Производительность агрегата, [га/день]		Экономически целесообразная продолжительность, [дни]		Требуется комбайнов, [шт.]
		3	4	5	6	
1.	71	8÷10	10,00	11÷10	10,2	20
2.	80	8÷10	9,00	11÷10	10,0	21
3.	90	8÷10	8,56	10÷9	9,8	24
4.	100	7÷9	8,12	10÷9	9,4	26
5.	120	7÷8	7,68	10÷9	8,9	29
6.	150	7÷8	7,18	9÷8	8,1	3
7.	180	6÷7	6,87	8÷7	7,7	38
8.	200	6÷7	6,62	8÷7	7,4	41
9.	250	6÷7	6,06	7÷6	6,9	49
10.	300	5÷6	5,50	7÷6	6,5	55
11.	350	5÷6	5,00	7÷6	6,4	61

Для уборки кукурузы на силос в экономически целесообразные сроки – 10 дней на площади 2166 га СО Максимовское необходимо иметь 20 силосоуборочных комбайнов КС-2,6. При урожайности 350 ц/га в экономически целесообразные сроки сокращаются до 6,4 дня, а потребное количество комбайнов увеличивается до 61.

СО Максимовское имеет 16 силосоуборочных комбайнов КС-2,6 и, чтобы избежать воздействия заморозков, необходимо начинать уборку 3-4 августа и заканчивать её к 20 августа, т.е. вести её 16-17 рабочих дней. Дневная нагрузка на 1 силосоуборочный комбайн будет в пределах 8-9 га. Из таблицы 1.16 видно, что особое влияние на срок уборки оказывает урожайность и при росте её с 80 до 350 ц/га экономически целесообразные сроки сокращаются на 5 рабочих дней, а потребное количество комбайнов возрастает на 305%. Но эта потребность не может быть удовлетворена из-за недостатка их в этом регионе.

При недостаточном количестве комбайнов или низкой их выработки сроки уборки увеличиваются, что приводит к потере части выращенного урожая в результате воздействия ранних заморозков. Потери части урожая [50] можно подсчитать по формуле:

$$\Pi_y = K_n \cdot U_\sigma \cdot C_n \cdot D_p \quad (\text{руб./га}) \quad [18]$$

где: Π_y – стоимость потерь урожая, руб./га; D – дни уборки.

Глава 2. ЗАВИСИМОСТЬ СРОКОВ УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС ОТ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ МЕХАНИЗАТОРАМИ, ВОДИТЕЛЯМИ, ИХ КВАЛИФИКАЦИИ И СТАЖА РАБОТЫ

2.1. Основные факторы, формирующие требования при проведении уборки кукурузы на силос

Одним из важных условий приготовления высококачественного силоса при наименьших потерях является проведение уборки силосных культур в экономически целесообразные сроки. А они накладывают жесткие условия при выборе режимов работы силосоуборочных комбайнов и обслуживающего транспорта и необходимо решение на уровне требования времени проведения их технического обслуживания, бытового устройства механизаторов и водителей, решение вопросов загрузки, бесперебойной транспортировки силосной массы и организации её разгрузки.

В северных районах Казахстана на уборке урожая работают тракторы 14 марок, уборочные машины 12 марок и 23 марки грузовых автомобилей.

Многие из них используются не с полной загрузкой даже в самый напряженный период. Комбайны простаивают из-за нехватки транспорта или комбайнеров, транспортные средства простаивают из-за неправильного распределения за комбайнами, а тракторы используются не полностью из-за неуккомплектованности прицепами и навесными машинами и орудиями и трактористами. В среднем 60% времени механизатора затрачивается на выполнение основной работы, а 40% расходуется на устранение неисправностей, комплектование агрегата, обслуживание.

В Казахстане на одного сельского жителя приходится в 5,6 раза больше сельскохозяйственных угодий и в 2,5 раза посевных площадей по сравнению с Российским показателем, что является одной из главных причин задержек при уборке урожая.

Вегетационный период, высеваемых в Казахстане зональных сортов кукурузы, не позволяет начать уборку её на силос раньше 3-4 августа, так как

будет большой недобор силосной массы, меньше будет набор сухого вещества. А сдвиг уборки на поздние сроки подвергает кукурузу первым осенним заморозкам и в результате урожайность уменьшается на 30-50%. [22]

Сроки уборки можно сократить, увеличив дневную выработку на каждый силосоуборочный комбайн. Для выполнения этой программы все усилия за получение с каждого гектара наибольшего количества продукции с наименьшими затратами труда и средств должны быть неразрывно связаны с усилиями за высокопроизводительное использование машинно-тракторного и автомобильного парка.

Усложнение конструкций применяемых автомобилей, силосоуборочных комбайнов, тракторов, увеличение скоростей их движения, интенсификация технологических процессов и повышение требований к их техническому состоянию требует повышения общеобразовательного и профессионального уровня водителей и механизаторов, совершенствования организации труда.

Исследования [43] показали, что в группе механизаторов, имеющих образование свыше 7 классов, дневная выработка выше на 17%, чем в группе с образованием до 5 классов.

Время дороже всего. А это значит, что необходимо резко уменьшать простои, постоянно повышать квалификацию не только механизаторов, но и всех работников, участвующих в сельскохозяйственном производстве. [43] Водители и механизаторы с большим стажем и высокой классностью быстрее выполняют работы по ежесменному уходу, регулировке, имеют меньше простоев, не обусловленных производственным заданием. У них производительность выше на 35,9%. [43]

Высокая производительность у специальных звеньев кукурузоводов с закрепленными за ними перевозочными средствами-прицепами и тракторами, т.к. они заинтересованы в снижении себестоимости продукции и уборке выращенного урожая в сжатые сроки.

Сокращению сроков уборки кукурузы на силос способствовало применение «Сцепного устройства объединенных транспортных средств» в

период загрузки позволившее исключить простой в ожидании транспорта для перевозки.

Сокращению сроков уборки и увеличению заготавливаемого корма для сельскохозяйственных животных способствует слаженная работа уборочно-транспортных звеньев, укомплектованных профессионально подготовленными квалифицированными механизаторами и водителями.

Но низкая обеспеченность механизаторскими кадрами приводит к тому, что силосоуборочные комбайны работают в одну смену. В связи с этим и транспорт – важное звено агропромышленного комплекса, призванное обеспечить ритмичную, своевременную, в полной сохранности и с наименьшими затратами доставку зеленой массы к силосным траншеям, используются не в полную нагрузку.

Наиболее рациональным является групповая работа силосоуборочных комбайнов и транспортных средств, когда транспортные средства закрепляются за группой комбайнов. Исследованиями и практикой установлено, что включать в группу целесообразно от 2-х до 4-х силосоуборочных комбайнов и на каждый комбайн 3-4 и более автомобилей. [73]

В Балкашинского АО 18 опытных водителей на автомобилях КамАЗ и ЗИЛ, в 2001 году – 23 и в 2002 году – 24 из 60 водителей, участвовавших в перевозках зеленой массы с полей на расстояние 10-15 км перевезли за 18 рабочих дней более, чем по 1000 тонн силоса каждый. Контракт на выполнение работ, заключенный между АО автопредприятия и СО хозяйств кукурузоводов обязывают их обеспечить бесперебойную отгрузку зеленой массы от силосоуборочных комбайнов. В результате увеличивается сменная выработка и снижаются сроки уборки.

Водители I и II классов со стажем работы более 5 лет работают на перевозках урожая с прицепами, что является большим резервом повышения эффективности автомобильного транспорта и сокращения сроков уборки. Прицепы и полуприцепы не требуют больших затрат на их эксплуатацию,

увеличения численности подвижного состава. Но они позволяют почти вдвое увеличить производительность труда и на 30-40% снизить себестоимость перевозок. Осенью выявляется массовая нехватка механизаторов и водителей.

В каждом СО района в среднем не хватает 60 механизаторов, а в целом по Акмолинской области на 1 трактор приходится 0,95 механизатора. Основными причинами нехватки механизаторов и водителей в области являются трудности сельскохозяйственного производства, когда в напряженный период приходится работать по 14-16 часов.

Таблица 2.1.

№ п/п	Наименование хозяйств	Кол-во тракторов	Кол-во зерно- и силосо-уборочных комбайнов	Кол-во автомобилей	Имеется	
					Ремонтных рабочих	Трактористов, комбайнеров, водителей
1.	СО Балкашинский	119	83	43	37	203
2.	СО Бараккульский	103	96	39	17	168
3.	СО Белгородский	81	66	43	21	147
4.	СО Веселовский	131	135	56	50	265
5.	СО Колос	101	76	35	18	163
6.	СО Максимовский	141	96	38	34	222
7.	СО Победа	97	107	40	38	138
8.	СО Приозерный	126	120	40	19	229
9.	СО Сандыктавский	140	107	53	70	253
10.	СО Широковский	111	109	33	26	147
11.	СО Новоникольский	93	46	65	22	154
12.	СО 1-е мая	74	65	34	27	138
13.	СО Каменский	125	103	44	48	204
14.	Балкашинское АО	-	-	189	52	179
15.	Каменское АО	-	-	103	30	110
16.	Веселовское АО	-	-	156	28	161
	Всего по району	1342	1209	1011	537	2881

Таблица 2.1.1.

№ п/п	Наименование хозяйств	Требуется трактористов, водителей, комбайнеров	Недостает трактористов, водителей, комбайнеров	% обеспеченности	Группа по обеспеченности
1.	СО Балкашинский	245	42	82	4
2.	СО Бараккульский	238	70	70	2
3.	СО Белгородский	190	43	77	3
4.	СО Веселовский	322	57	82	4
5.	СО Колос	212	49	77	3
6.	СО Максимовский	275	53	80	4
7.	СО Победа	244	106	56	1
8.	СО Приозерный	286	57	80	4

9.	СО Сандыктавский	300	47	84	4
10.	СО Широковский	253	106	58	1
11.	СО Новоникольский	204	50	75	3
12.	СО 1-е мая	173	35	79	3
13.	СО Каменский	272	68	75	3
14.	Балкашинское АО	274	16	94	2
15.	Каменское АО	110	-	100	1
16.	Веселовское АО	188	-	100	1
	Всего по району:	3957	857	78	

Хотя есть прирост обеспеченности трактористами, комбайнерами, водителями, но прирост техники выше, поэтому обеспеченность техники механизаторскими кадрами снижается.

Одновременно снижаются и показатели, характеризующие использование комбайнов и тракторов, хотя общие показатели характеризующие работу всего машинно-тракторного парка выше, т.к. это достигнуто за счет его роста.

Таблица 2.2 -Уровень использования комбайнов и тракторов по Сандыктаускому РАПО

Год	Силосоуборочные комбайны			Тракторы		
	Отработано дней	выработка	Выработка за смену [га]	Отработано дней	КИП	Выработка [га]
1 год	33	147	4,47	161	0,441	1230
2 год	32	140	4,40	158	0,435	1209
3 год	30	125	4,20	152	0,416	1157

Таблица 2.3 - Уровень использования автомобилей по Сандыктоускому району

Год	Отработано дней	КИП	Перевезено тонн на 1 автомобиль
1 год	184	0,504	956
2 год	182	0,498	899
3 год	179	0,49	862

2.2. Влияние обеспеченности водителями и механизаторами, их квалификации на сроки уборки урожая кукурузы

В Акмолинской области эффективно ведется трудовое воспитание учащихся школ, популяризация сельскохозяйственных профессий,

прививается уважение к труду, уважение к передовикам производства, улучшается связь с автомобильными АО. Так, только в 14 школах Сандыктауского района ежегодно готовится более 40 водителей и 270 трактористов.

В результате работы, проведенной по подготовке и закреплению механизаторов и водителей, создаются целые династии.

Таблица 2.4 - Подготовка механизаторов из числа работников животноводства и других участков производства Сандыктауского района.

№ п/п	Наименование хозяйства	1986			1987		
		Комбайнеры	Трактористы	Водители	Комбайнеры	Трактористы	Водители
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	СО Балкашинский	-	-	5	-	22	-
2.	СО Барракульский	22	-	-	16	-	9
3.	СО Белгородский	19	-	2	16	-	9
4.	СО Веселовский	28	-	-	20	-	7
5.	СО Колос	20	-	-	43	-	-
6.	СО Максимовский	-	-	28	39	15	2
7.	СО Победа	24	-	5	28	-	6
8.	СО Приозерный	24	24	3	54	30	10
9.	СО Сандыктавский	-	21	3	-	25	-
10.	СО Новоникольский	-	25	9	-	21	-
11.	СО 1-е мая	20	-	1	-	-	-
12.	СО Каменский	29	-	-	75	-	-
13.	Каменское АО	4	-	-	4	-	-
14.	Веселовское АО	4	-	-	4	-	-
15.	СО Широковский	21	-	1	22	-	-
	Всего по району	420	98	58	349	123	50

Исследование показало, что в зависимости от обеспеченности механизаторами затраты труда по уборке на одну тонну силосной массы варьируют в широких пределах. Так для «Искра» – 0,44 чел.ч. ÷0,522, «Горьковское» – 0,091 чел.ч. ÷0,32 чел.ч., Еркеншеликское – 0,44 чел.ч. - 0,84÷0,69 чел.ч. Эти выводы подтверждаются и по хозяйствам Сандыктауского РАПО.

Таблица 2.5. Затраты на 1 тонну кукурузного силоса по хозяйствам Сандыктауского РАПО.

№ п/п	Наименование хозяйства	Затраты чел. – час <u>Т</u>	Себестоимость 1 тонны [руб.]
1.	СО Балкашинский	0,126	2240
2.	СО Барракульский	0,45	4780
3.	СО Веселовский	0,24	5040
4.	СО Каменский	0,35	3880
5.	СО Колос	0,62	4020
6.	СО Максимовский	0,09	3500
7.	СО Победа	0,55	5780
8.	СО Приозерный	0,50	3400
9.	СО Сандыктавский	0,46	2740
10.	СО Широковский	0,58	2580
11.	СО Новоникольский	0,64	3140
12.	СО 1-е мая	0,98	3720
13.	Балкашинское СХО	0,71	3740
14.	СО Белгородский	0,32	3300

Наиболее важным показателем использования силосоуборочных комбайнов является дневная выработка, т.к. от нее зависит срок уборки урожая. По исследованиям выработка 4,9 – 5,7 га, по исследованиям [25] 3,9 – 4,7 га.

2.3. Влияние зависимости обеспеченности механизаторами водителями их классности и стажа работы и выполнение норм выработки

Чтобы учесть влияние зависимости обеспеченности механизаторами, их классности и стажа работы на выполнение норм выработки была обследована работа механизаторов и водителей 13 СО сельхоз хозяйств и автопредприятий района.

Таблица 2.6 - Классность и стаж работы механизаторов и водителей
Сандыктауского РАПО

№ п/п	Наименование хозяйства	всего	Механизаторов по классам, чел.			Механизаторов по стажу, чел.				
			I	II	III	до 3-х лет	3-5 лет	5-10 лет	10- 15 лет	свыше 15 лет
1.	СО Балкашинский	121	45	46	30	13	10	36	21	41
2.	СО Барракульский	111	57	15	39	24	24	22	13	28
3.	СО Веселовский	193	89	48	56	43	25	35	36	54
4.	СО Каменский	134	43	41	50	38	13	21	40	22
5.	СО Колос	103	36	29	38	15	21	27	20	20
6.	СО Максимовский	153	82	35	36	32	25	32	21	43
7.	СО Победа	85	32	31	22	13	17	19	11	25
8.	СО Приозерный	161	56	63	42	18	23	32	29	59
9.	СО Сандыктавский	174	86	44	47	28	61	46	12	27
10.	СО Широковский	105	49	28	28	18	16	28	17	26
11.	СО Новоникольский	96	21	34	41	24	21	22	14	15
12.	СО 1-е мая	83	51	8	24	13	14	18	17	21
13.	Балкашинское СХО	116	34	21	55	36	14	22	16	28
14.	СО Белгородский	83	46	22	15	4	9	19	29	22
15.	Водители всех хозяйств	1221	465	336	420	375	178	199	204	265
16.	Всего по району	2939	1189	807	943	794	471	578	500	696

Так как силосоуборочный комбайн имеет определенный предел сменной выработки, предел затраты времени на ремонтные и профилактические воздействия, то нагрузка на один агрегат играет существенную роль в сроках уборки урожая. Нагрузка на силосоуборочный комбайн приведена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Нагрузка на силосоуборочный комбайн

№ п/п	Наименование хозяйства	Кол-во бригад	Посевная площадь кукурузы, м ²	Силосоуборочный комбайн, шт.	Нагрузка на один силосоуборочный комбайн, м ²	% отношения механизаторов I и II к общему
1.	СО Барракульский	2	2100 · 10 ⁴	19	110,5 · 10 ⁴	76,57
2.	СО Белгородский	3	2100 · 10 ⁴	13	161,5 · 10 ⁴	81,92
3.	СО Веселовский	4	2700 · 10 ⁴	21	128,6 · 10 ⁴	70,98
4.	СО Каменский	3	2200 · 10 ⁴	18	122,2 · 10 ⁴	62,68
5.	СО Колос	2	1260 · 10 ⁴	11	114,5 · 10 ⁴	63,10
6.	СО Максимовский	3	2166 · 10 ⁴	16	135,3 · 10 ⁴	76,47
7.	СО Победа	2	1500 · 10 ⁴	14	107,1 · 10 ⁴	74,11
8.	СО Приозерный	4	2600 · 10 ⁴	23	113,0 · 10 ⁴	73,91
9.	СО Сандыктавский	4	2100 · 10 ⁴	17	123,5 · 10 ⁴	74,71
10.	СО Широковский	3	3200 · 10 ⁴	25	128,0 · 10 ⁴	73,33
11.	СО 1-е мая	2	1200 · 10 ⁴	10	120,0 · 10 ⁴	71,08
12.	СО Балкашинский	3	1299 · 10 ⁴	10	129,9 · 10 ⁴	75,20
13.	СО Новоникольский	3	1800 · 10 ⁴	12	150,0 · 10 ⁴	57,29
14.	Балкашинское РСХО	2	3700 · 10 ⁴	25	128,0 · 10 ⁴	52,58
	Итого:	40	29925 · 10⁴	234	127,9 · 10⁴	52,58

Таблица 2.7.1.

№ п/п	Наименование хозяйства	Дни уборки кукурузы	Выработка на 1 силосоуборочный комбайн в день, м ²
1.	СО Барракульский	29	3,81 · 10 ⁴
2.	СО Белгородский	37	4,36 · 10 ⁴
3.	СО Веселовский	29	4,43 · 10 ⁴
4.	СО Каменский	29	4,3 · 10 ⁴
5.	СО Колос	28	4,09 · 10 ⁴
6.	СО Максимовский	25	5,41 · 10 ⁴
7.	СО Победа	30	3,57 · 10 ⁴
8.	СО Приозерный	26	4,34 · 10 ⁴
9.	СО Сандыктавский	27	4,57 · 10 ⁴
10.	СО Широковский	30	4,26 · 10 ⁴
11.	СО 1-е мая	26	4,61 · 10 ⁴
12.	СО Балкашинский	27	4,81 · 10 ⁴
13.	СО Новоникольский	33	4,54 · 10 ⁴
14.	Балкашинское РСХО	38	3,89 · 10 ⁴
	Итого:	30	4,26 · 10⁴

Анализ взаимосвязанности дневной выработки с обеспеченностью комбайнов механизаторами по таблицам 2.1 и 2.7 показывает, что наиболее

рациональное соотношение числа механизаторов и комбайнов в 4 группе, т.к. темп прироста дневной выработки в пределах 35%.

Таблица 2.8.

№ п/п	Показатель	Группы по обеспеченности кадрами			
		1, до 60	2, до 70	3, до 80	4, до 90
1.	Количество хозяйств в группе	2	2	5	5
2.	Обеспеченность в среднем по группе	0,57	0,70	0,77	0,82
3.	Дневная выработка на комбайн, га	3,56	3,85	4,26	4,82
4.	Темп прироста дневной выработки к 1 группе, %	-	8,14	19,66	35,39

По РАПО 30,7% водителей 3-го класса и 30,4% механизаторов 3-го класса от общей численности (таб. 2.6). Поэтому, при низкой обеспеченности комбайнерами, трактористами и водителями повышение квалификации этой категории работников является большим резервом повышения производительности труда, важным резервом повышения надежности сельскохозяйственной техники, положительно влияет на долговечность ее деталей и узлов, является необходимым условием для эффективного использования техники, сокращения сроков уборки кукурузы на силос. Силосоуборочные комбайны в течение года используются непродолжительное время, что значительно повышает удельный вес амортизации в себестоимости полученного силоса, поэтому увеличение сменной и сезонной выработки позволило закончить уборку кукурузы до осенних заморозков и получить дополнительно доброкачественный силос в пределах 8-10%.

Высококвалифицированные механизаторы и водители, применяя передовые приемы и методы уборки, имеют меньше простоев по организационным, техническим, технологическим причинам, лучше используют рабочее время.

Для правильного составления планируемой годовой выработки 1718 механизаторов и 1221 водителей при различных значениях классности и стажа работы проведен регрессивный анализ. Для этого по имеющейся выработке, стажу и классности механизаторов и водителей (приложение 1.2) был

проведен анализ их влияния на результативный признак в отдельности каждого факториального признака.

Таблица 2.9 -Распределение механизаторов по проценту норм выработки в зависимости от классности

Выполнения норм, %	I кл.	II кл.	III кл.
50	1	7	39
70	15	26	142
90	92	105	183
110	185	159	107
130	198	95	39
150	147	53	9
170	68	21	4
190	18	5	-

По составленному распределению процента норм выработки механизаторов и водителей в зависимости от классности и стажа по табл. 2.9, 2.13, 2.23, используя формулы, построены теоретические кривые процента норм выработки:

$$F[t] = \frac{Nk}{\alpha} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$$

где N – число механизаторов [водителей] равное сумме частности эмпирического [наблюдаемого] распределения;

k – величина дробления эмпирического ряда распределения;

t – нормированное отклонение.

Величина $F[t] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$ табулирована и определенная по таблице приложения II [23]. Дисперсия ряда определяется по формуле:

– P²

$$\alpha^2 = \frac{\sum P^2 m}{\sum m}$$

Теоретическая частота каждого варианта $m' = \frac{Nk}{\alpha} \cdot f [t]$

Нормированное отклонение: $t = \frac{P - \bar{P}}{\alpha}$

Для определения средней выработки по формуле средней арифметической и построения теоретической кривой чистоты распределения нормы выработки механизаторов I составлена таблица 2.10 [23].

Таблица 2.10.

показатель	норма выработки, %							
	50	70	90	110	130	150	170	190
P	50	70	90	110	130	150	170	190
m	-	16	92	185	198	147	68	18
Pm	-	1120	8280	20350	25740	22050	11560	3420
P²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
P²m	-	7840074	5200	2238500	3346200	3307500	1965200	649800
P·P̄	-	57,79	37,79	17,79	2,21	22,21	42,21	62,22
t	-	2,18	1,43	0,67	0,08	0,84	1,59	2,35
F[t]	-	0,0371	0,1435	0,3187	0,3977	0,2803	0,1127	0,0252
m'	-	20	79	174	217	153	62	14

Из таблицы $\sum m = 724$, $\sum Pm = 92520$

Средняя норма выработки: $\bar{P} = \frac{\sum Pm}{\sum m} = 127,79\%$ $\bar{P}^2 = 16330,284$

$\sum P^2m = 12330800$. Дисперсия ряда $\alpha^2 = 701,207$. Среднее квадратное отклонение $\alpha = \pm 26,480$; $\frac{Nk}{\alpha} = 546,828$; Коэффициент вариации: $V_\alpha = \frac{\alpha}{\bar{P}} \cdot 100\% = 20,72\%$.

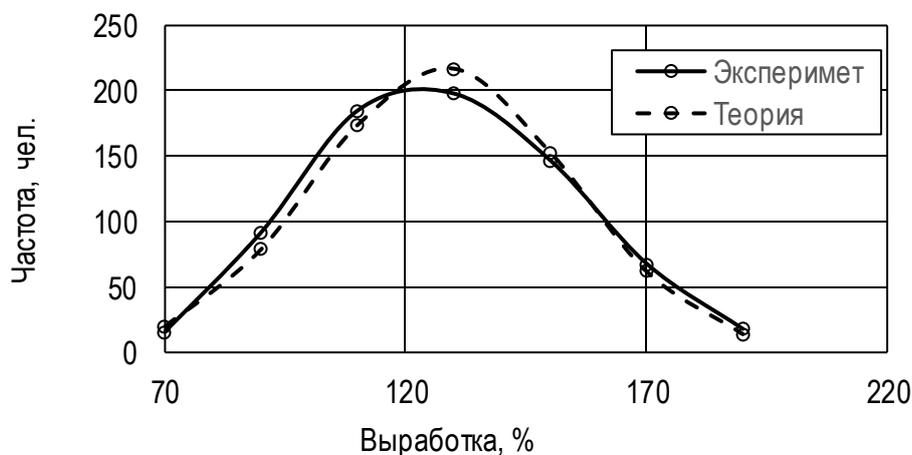


Рисунок 2.1. Распределение средней выработки механизаторов I класса.

Для определения соответствия распределения средней выработки нормальному закону произведена оценка по критерию согласия Пирсона [23]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{[m - m']}{m'} = 0,8 + 2,13 + 0,69 + 1,66 + 0,23 + 0,58 + 1,14 = 7,23$$

$P[7] = 0,3208$, т.е. значительно отличается от нуля. Следовательно, расхождение между фактическим и теоретическим распределением можно

считать несущественным, а само распределение подчиняющимся нормальному закону распределения.

Оценка близости эмпирического распределения к теоретическому по критерию согласия Романовского:

$$\frac{X-k}{\sqrt{2k}} = \frac{7-6}{3,66} = 0,27 < 3, \text{ т. е. соответствует.}$$

Таблица 2.11

№ п/п	Показатель P ₂	Норма выработки, %							
		50	70	90	110	130	150	170	190
1.	m ₂	7	26	150	159	95	53	21	5
2.	W	350	1820	9450	17490	12350	7950	3570	950
3.	m ₂ P ₂	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
4.	P ₂ ²	17500	127400	850500	1923900	1605500	1192500	606900	180500
5.	P ₂ · \bar{P}_2	64,50	44,50	24,50	4,50	15,50	35,50	55,50	75,50
6.	t	2,44	1,68	0,93	0,17	0,58	1,34	2,097	2,85
7.	F[t]	0,0203	0,0973	0,2589	0,3932	0,3372	0,1669	0,0449	0,0069
8.	m ₂	7	34	92	140	120	59	16	3

$\sum m = 471$; $\bar{P} = 114,50$; $\bar{P}^2 = 13110,25$; $\sum P_m = 53930$; $\sum P^2 m = 6504700$; $\alpha^2 = 700,153$; $\alpha = \pm 26,46$.

$$\frac{Nk}{\alpha} = \frac{471 \cdot 20}{26,46} = 356,00$$

1.	X ² = 0
2.	X ² = 1,88
3.	X ² = 1,83
4.	X ² = 2,58
5.	X ² = 5,20
6.	X ² = 0,61
7.	X ² = 1,56
8.	X ² = 1,33
	$\sum X^2 = 14,99$

$$\sum X^2 = 14,99 \quad P[15] = 0,0203$$

$$\text{Критерий Романовского } X^2 = \frac{15-5}{36} = \frac{9}{6} = 1,5 < 3$$

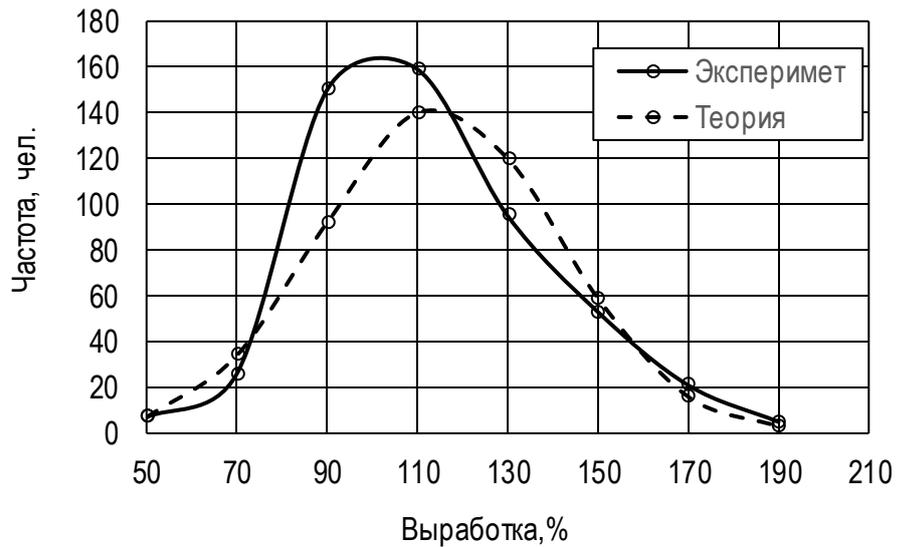


Рисунок 2.2. Распределение средней выработки механизаторов 2-го класса.

Таблица 2.12 - Расчет средней эмпирической нормы выработки и распределение теоретических частот норм выработки механизаторов III класса

Показатель	Норма выработки, %						
	50	70	90	110	130	150	190
P	50	70	90	110	130	150	190
m	39	142	183	107	39	9	4
w	-	-	-	-	-	-	-
P · m	1950	9940	16470	11770	5070	1350	680
P²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900
P² · m	97500	695800	1482300	1294700	659100	202500	115600
P · P̄	40,306	20,306	0,306	19,694	39,694	59,694	79,694
t	1,73	0,87	0,013	0,85	1,71	2,57	3,43
F[t]	0,0893	0,2732	0,3989	0,2780	0,0925	0,0147	0,0039
m'	40	123	180	125	42	7	2

$$\sum m = 523, \quad \bar{P} = 90,306, \quad \bar{P}^2 = 8155,171, \quad \sum P \cdot m = 47230, \quad \alpha^2 = 539,854,$$

$$\alpha = \pm 23,235,$$

$$\sum P \cdot m = 4547500, \quad \frac{Nk}{\alpha} = \frac{523 \cdot 20}{3,235} = 450,183$$

$$\sum X^2 = 0,025 + 2,93 + 0,05 + 2,59 + 0,21 + 0,57 + 2,0 = 8,375$$

$$X = 8,375; P[8] = 0,2381$$

Критерий Романовского

$$X^2 - k = \frac{8-6}{6} = 0,33 < 3$$

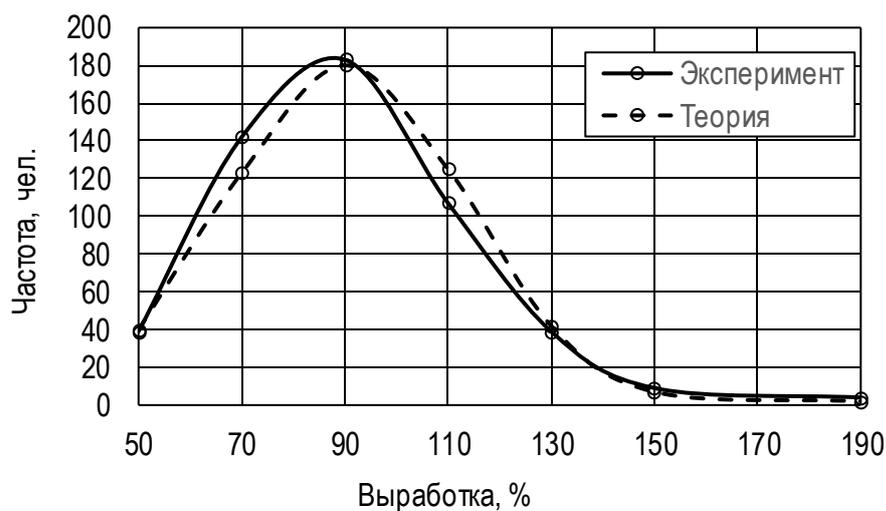


Рисунок 2.3. Распределение средней выработки механизаторов III класса

Таблица 2.13 - Распределение механизаторов по проценту норм выработки в зависимости от стажа работы

Выполнение норм, %	До 3-х лет	3 – 5 лет	5 - 10	10 - 15	Свыше 15 лет
50	26	15	11	2	-
70	109	48	36	16	4
90	120	57	70	48	41
110	47	82	112	81	98
130	12	48	72	79	135
150	5	23	44	43	100
170	-	16	25	19	42
190	-	4	9	8	12

Таблица 2.14 - Расчет средней эмпирической нормы выработки и распределение теоретических частот норм выработки механизаторов при стаже работы до 3-х лет

Показатель		Норма выработки							
X ²	P	50	70	90	110	130	150	170	190
0,14	m	26	109	120	47	12	5		
2,39	P · m	1300	7630	10800	5170	1560	750		
-	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
2,81	P ² · m	65000	534100	972000	568700	202800	112500		
-	P · P̄	35,30	15,30	4,70	24,70	44,70	64,70		
3	t	1,72	0,75	0,23	1,20	2,18	3,16		
-	F[t]	0,0909	0,3011	0,3885	0,1942	0,0371	0,0042		
-	m'	28	94	120	60	12	2		

$\sum m = 319, \quad \sum mP = 27210, \quad P=85,30, \quad P^2=7276,09, \quad \sum mP^2 = 2455100, \quad \alpha = \pm 20,50$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = 311,219$$

$$= 0,14 + 2,39 + 2,81 + 3 = 8,34$$

$$X^2 = 8,34, \quad \text{Критерий Романовского } \frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{8-6}{2 \cdot 6} = \frac{2}{3,46} = 0,57 < 3$$

$$K = 6, \quad P[8] = 0,2381$$

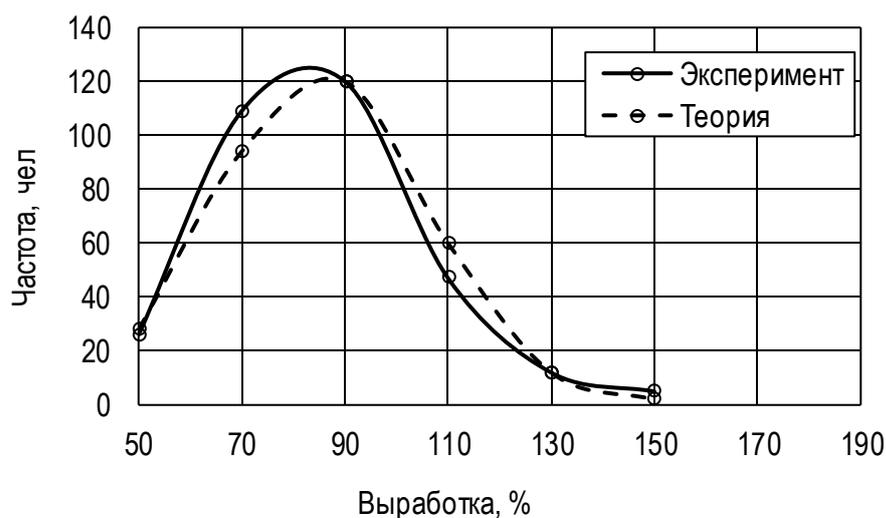


Рисунок 2.4. Распределение средней выработки механизаторов при стаже работы до 3-х лет.

Таблица 2.15 -Расчет средней эмпирической нормы выработки и распределение теоретических частот норм выработки механизаторов при стаже работ от 3 до 5 лет

Показатель		Норма выработки, %							
X^2	P	50	70	90	110	130	150	170	190
2	m_i	15	48	57	82	48	23	16	4
-	$P \cdot m$	750	3360	5130	9020	6240	3450	2720	760
2,63	P^2	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
0,57	$P^2 \cdot m$	37500	235200	461700	992200	811200	517500	462400	144400
1,10	$P \cdot \bar{P}$	57,270	37,270	17,270	2,730	22,730	42,730	62,730	82,730
1,42	t	1,79	1,16	0,54	0,09	0,71	1,34	1,96	2,59
1,63	F[t]	0,0804	0,2036	0,3448	0,3973	0,3101	0,1626	0,0584	0,0139
2,27	m'	15	38	63	73	57	30	11	3

$$\sum m = 293; \sum mP = 31430; \bar{P} = 107,270; P^2 = 11506,852; \sum mP^2 = 3662100; \alpha^2 = 991,782; \alpha = 31,925;$$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = \frac{293 \cdot 20}{31,925} = 183,555$$

$$X^2 = 2 + 2,63 + 0,57 + 1,10 + 1,42 + 1,63 + 2,27 + 0,33 = 9,95$$

$$X^2 \approx 10 \quad P[10] = 0,1247;$$

$$\text{Критерий Романовского: } \frac{10^{-6}}{\sqrt{2k}} = \frac{4}{3,66} = 1,09 < 3$$

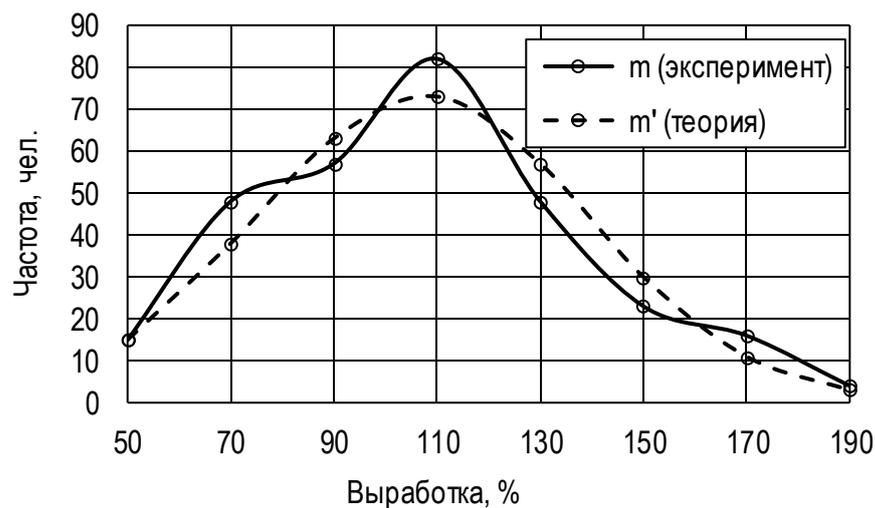


Рисунок 2.5. Распределение средней выработки механизаторов при стаже работы от 3 до 5 лет.

Таблица 2.16 -Расчет средней эмпирической нормы выработки и распределение теоретических частот норм выработки при стаже работы от 5 до 10 лет

Показатель		Норма выработки, %							
X^2	P	50	70	90	110	130	150	170	190
-	M	11	36	70	112	72	44	25	9
0,06	P · m	550	2520	6300	12320	9360	6600	4250	1710
-	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
2,31	P ² · m	27500	176400	567000	1355200	1216800	990000	722500	324900
2,58	P · \bar{P}	65,066	45,066	25,066	5,066	14,934	34,934	53,934	74,934
1,23	t	2,10	1,46	0,81	0,16	0,48	1,13	1,78	2,42
1,25	F[t]	0,0440	0,1374	0,2874	0,3939	0,3555	0,2107	0,0818	0,0213
2,66	m'	11	34	70	97	87	52	20	5

$$\sum m = 379; \sum Pm^2 = 43610; P = 115,066; P^2 = 13240,184; \sum P^2m = 5380300; \alpha^2 = 955,858; \alpha = 30,917; \frac{N \cdot k}{\alpha} = \frac{379 \cdot 20}{30,917} = 245,17$$

$$X^2 = 0,06 + 2,31 + 2,58 + 1,23 + 1,25 + 2,66 = 10,09; X^2 = 10,09 \quad P[10] = 0,1247$$

$$\text{Критерий Романовского: } \frac{X^2 k}{\sqrt{2k}} = \frac{10-6}{3,66} = 1,09 < 3$$

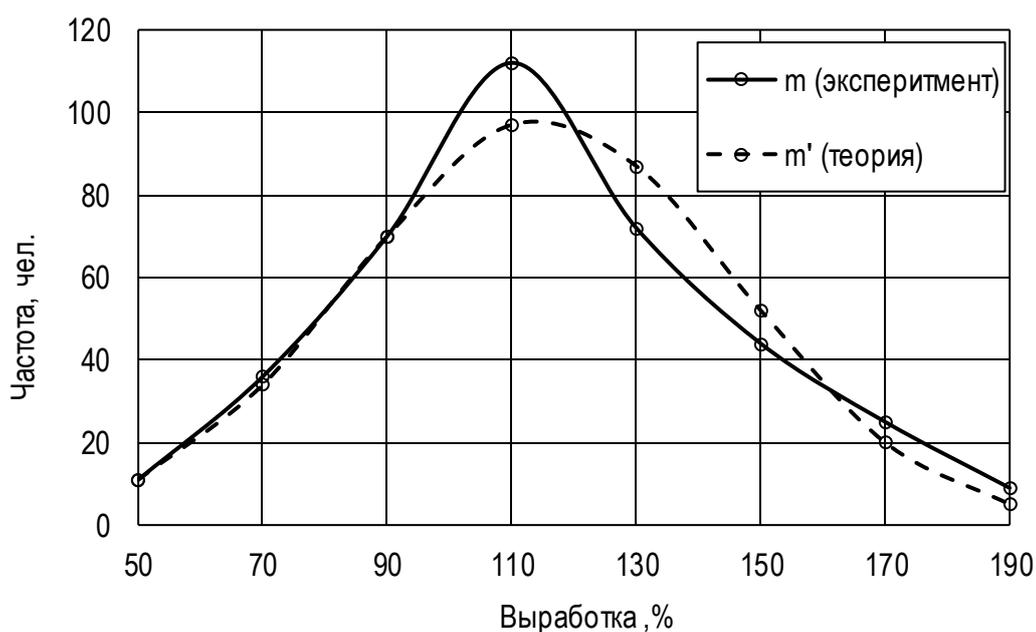


Рисунок 2.6. Распределение средней выработки механизаторов при стаже работы от 5 до 10 лет.

Таблица 2.17. – Расчет средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки механизаторов при стаже работы от 10 до 15 лет

Показатель		Норма выработки, %							
X ²	m	2	16	48	81	79	43	19	8
-	P · m	100	1120	4320	8910	10270	6450	3230	1320
0,2	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
0,11	P ² · m	5000	78400	388800	980100	1335100	967500	549100	288800
0,01	P · P̄	71,351	51,351	31,351	11,351	8,649	28,649	48,649	68,649

0,98	t	2,54	1,83	1,12	0,40	0,31	1,02	1,73	2,44
1,8	F[t]	0,0158	0,0748	0,2131	0,3683	0,3802	0,2371	0,0893	0,0203
-	m'	3	16	45	78	80	50	19	5

$\sum m = 296$; $\sum Pm = 35920$; $P = 121,351$; $P^2 = 14726,065$; $\sum P^2 m = 4592800$;
 $\alpha^2 = 790,151$; $\alpha = \pm 28,1096$

$$N \cdot k = \frac{296 \cdot 20}{28,1096} = 210,604$$

$$X^2 = 0,33 + 0,2 + 0,11 + 0,01 + 0,98 + 1,8 = 3,43$$

$$X^2 = 3,43 \quad P[4] = 0,6767$$

Критерий Романовского: $\frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{4 - 6}{3,66} = 0,54 < 3$

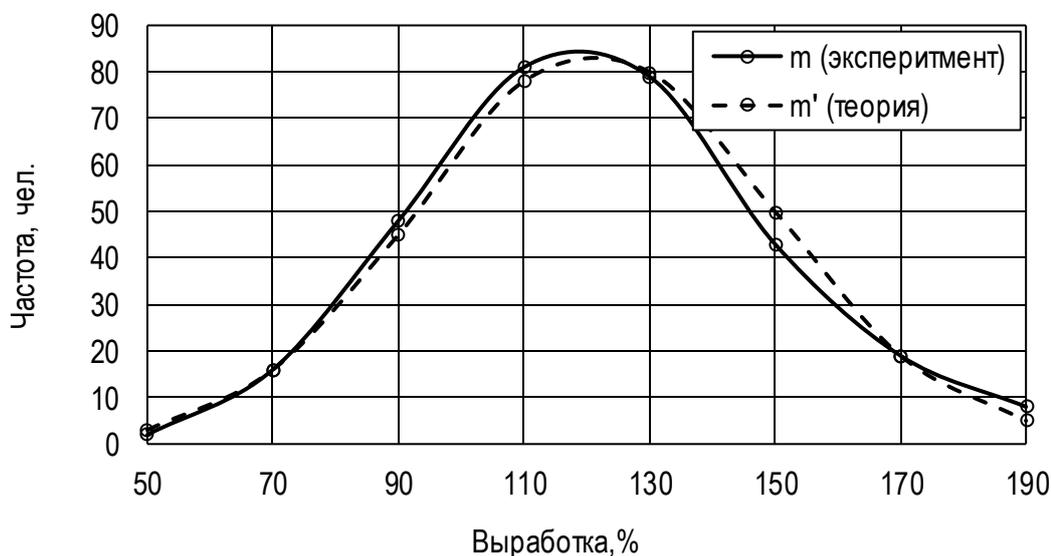


Рисунок 2.7. Распределение средней нормы выработки механизаторов при стаже работы от 10 до 15 лет.

Таблица 2.18 – Расчет средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки механизаторов при стаже работы свыше 15 лет

Показатель		Норма выработки, %							
X^2	P	50	70	90	110	130	150	170	190
6,2	m	-	4	41	98	135	100	42	12
0,20	P · m	-	280	3690	10780	17160	15000	7140	2280

0,26	P^2	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
1,87	$P^2 \cdot m$	2500	19600	332100	1185800	2281500	2250000	1213800	433200
0,16	$P \cdot \bar{P}$	-	60,696	40,696	20,696	0,696	19,304	39,304	59,304
0,53	t	-	2,12	1,42	0,72	0,02	0,67	1,37	2,07
0,28	$F[t]$	-	0,0422	0,1456	0,3079	0,3989	0,3187	0,1561	0,0468
-	m'	-	13	44	93	120	96	47	14

$\sum m = 431$, $\sum Pm = 56330$, $P = 130,696$, $P^2 = 17081,444$, $\sum P^2 m = 7716000$, $\alpha^2 = 821,108$, $\alpha = 28,655$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = \frac{431 \cdot 20}{28,655} = 300,820$$

$$X^2 = 6,2 + 0,20 + 0,26 + 1,87 + 0,16 + 0,53 + 0,28 = 9,50$$

$$X^2 = 9,50 \quad P[10] = 0,1247$$

Критерий Романовского: $\frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{10 - 6}{3,66} = 1,09 < 3$

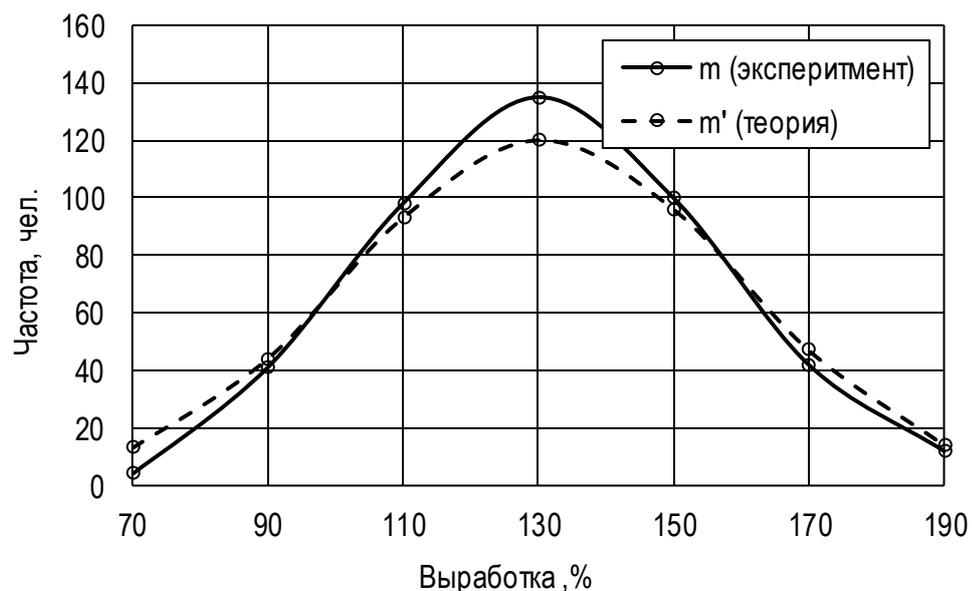


Рисунок 2.8. Распределение средней выработки механизаторов при стаже работы свыше 15 лет

Таблица 2.19. Распределение водителей 3-х акционерных автомобильных обществ и 13 сельскохозяйственных СО по % норм выработки в зависимости от классности

Выполнение норм, %	I класс	II класс	III класс
50	4	10	25
70	12	27	67

90	59	66	127
110	121	95	113
130	141	73	62
150	86	43	17
170	34	16	6
190	10	6	3

Таблица 2.20. Распределение средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки водителей I класса

Показатель		Норма выработки, %							
X ²	P	50	70	90	110	130	150	170	190
2	m	4	12	59	121	141	86	34	10
0,01	P · m	200	840	5310	13310	18330	12900	5780	1900
0,46	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
0,11	P ² · m	10000	58800	477900	1464100	2382900	1935000	982600	361000
0,68	P · P̄	75,957	55,957	35,957	15,957	4,043	24,043	44,043	64,043
0,12	t	3,01	2,22	1,42	0,63	0,16	0,95	1,75	2,54
2,66	F[t]	0,0043	0,0339	0,1456	0,3271	0,3939	0,2541	0,0863	0,0158
-	m'	2	13	54	121	145	94	32	6

$\sum m = 465$, $P = 125,957$, $P^2 = 15865,165$, $\sum Pm = 58570$, $\sum P^2 m^2 = 7672300$, $\alpha^2 = 634,404$, $\alpha = 125,187$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = \frac{465 \cdot 20}{25,187} = 369,238$$

$$X^2 = 2 + 0,07 + 0,46 + 0,11 + 0,68 + 0,12 + 2,66 = 6,10$$

$$X^2 = 6,10 \quad P[6] = 0,4232 \text{ при } k = 6$$

Критерий Романовского: $\frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{6,10 - 6}{3,66} = 0,02 < 3$

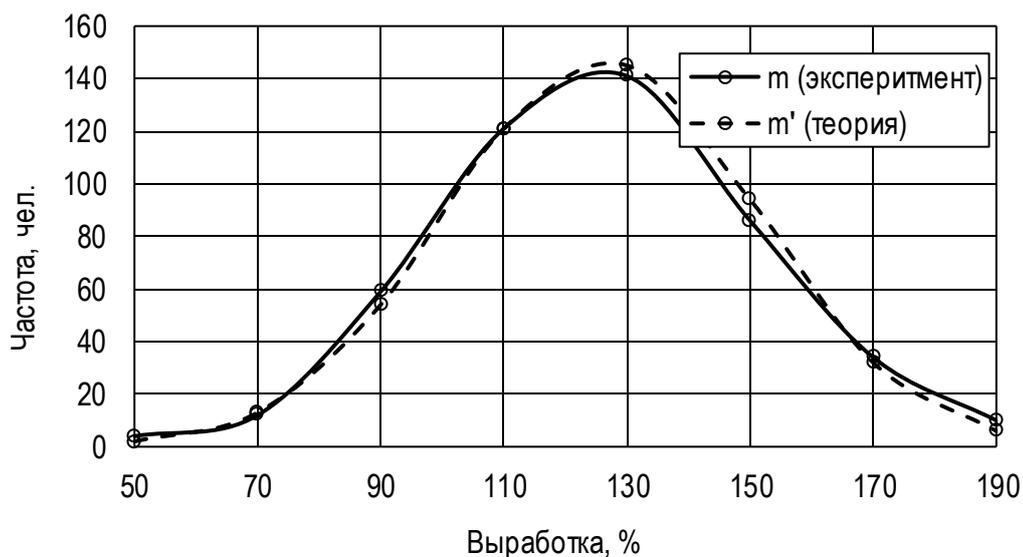


Рисунок 2.9. Распределение средней выработки водителей I класса

Таблица 2.21- Распределение средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки водителей II класса

показатели		Норма выработки, %							
X ²	P	50	70	90	110	130	150	170	190
0,5	m	10	27	66	95	73	43	16	6
0,13	P · m	500	1890	5940	10450	9490	6450	2720	1140
0,06	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
0,27	P ² · m	25000	132300	534600	1149500	1233700	967500	462400	216600
0,17	P · P̄	64,821	44,821	24,821	4,821	15,179	35,179	55,179	75,179
0,08	t	2,19	1,52	0,84	0,16	0,51	1,19	1,87	2,55
1	F[t]	0,0363	0,1257	0,2803	0,3939	0,3503	0,1965	0,0694	0,0154
	m'	8	29	64	90	80	45	16	4

$$\sum m = 336, P = 114,821, P^2 = 13183,862, \sum Pm = 38580, \sum P^2m = 4721600, \alpha^2 = 868,518, \alpha = 29,4706$$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = 228,024$$

$$X^2 = 0,5 + 0,13 + 0,06 + 0,27 + 0,17 + 0,08 + 1 = 2,21$$

$$X^2 = 2,21 \quad k = 6 \quad P[2] = 0,9197$$

$$\text{Критерий Романовского} - 1,09 \quad \frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{2-6}{3,66} = 1,09 < 3$$

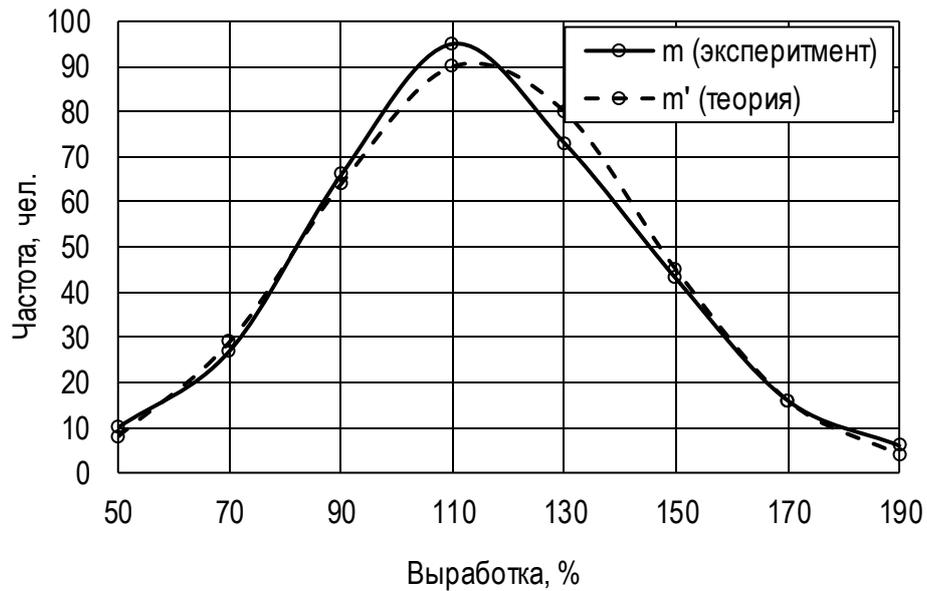


Рисунок 2.10 Распределение средней выработки водителей II-го класса

Таблица 2.22. Распределение средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки водителей III класса

Показатели		Норма выработки, %							
X ²	P	50	70	90	110	130	150	170	190
5	m	25	67	127	113	62	17	6	3
0,4	P · m	1250	4690	11430	12430	7800	2550	1360	760
-	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
1,98	P ² · m	62500	328300	1028700	1367300	1047800	382500	173400	108300
0,37	P · P̄	50,643	30,643	10,643	9,357	29,357	49,357	69,357	89,357
-	t	2,09	1,27	0,44	0,39	1,21	2,04	2,87	3,7
3	F[t]	0,0449	0,1781	0,3621	0,3697	0,1919	0,0498	0,0065	0,0036
0,5	m'	16	62	126	129	67	17	3	2

$$\sum m = 420, \sum Pm = 42270, P = 100,643, P^2 = 10129,013, \alpha = \pm 24,133, \alpha^2 = 582,415$$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = 348,071$$

$$X^2 = 5,0 + 0,4 + 1,98 + 0,37 + 3,0 + 0,5 = 11,25$$

$$X^2 = 11,25, k = 6, P[III] = 0,0884$$

$$\frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{11 - 6}{3,66} = 1,36 < 3$$

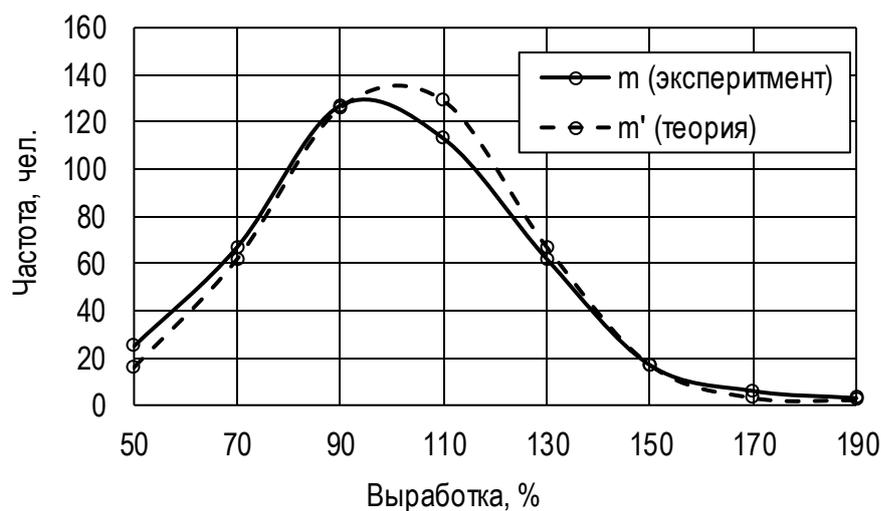


Рисунок 2.11. Распределение средней выработки водителей III класса

Таблица 2.23 - Распределение водителей 3-х автопредприятий и 13 СО по проценту норм выработки в зависимости от стажа работы

Выполнение норм, %	До 3-х лет	3 – 5 лет	5- 10 лет	10 – 15 лет	свыше 15 лет
50	59	12	8	5	8
70	182	27	19	13	17
90	115	52	40	28	30
110	15	49	64	63	75
130	4	23	33	48	63
150	-	11	18	25	36
170	-	4	12	14	21
190	-	-	5	8	15

Таблица 2.24. – Распределение средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки водителей при стаже работы до 3-х лет

Показатели		Норма выработки,				
X ²	P	50	70	90	110	130
0,29	m	59	182	115	15	4
0,20	P · m	2950	12740	10350	1650	520
0,40	P ²	2500	4900	8100	12100	16900
0,5	P ² · m	147500	891800	931500	181500	67600
2,0	P · P	25,227	5,227	14,773	34,773	54,773
	t	1,56	0,32	0,91	2,15	3,39
	F[t]	0,1182	0,3790	0,2637	0,0396	0,0044
	m'	55	176	122	18	2

$\sum m = 375, \sum Pm = 28210, P = 75,227, P^2 = 5659,1015, \alpha = \pm 16,144, \alpha^2 = 260,6318$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = 464,569 \quad k = 3$$

$$X^2 = 0,29 + 0,20 + 0,40 + 0,5 + 2,0 = 3,39$$

$$X^2 = 3,39 \quad P[3] = 0,3916$$

Критерий Романовского: $\frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{3,39 - 3}{2,44} = 0,15 < 3$

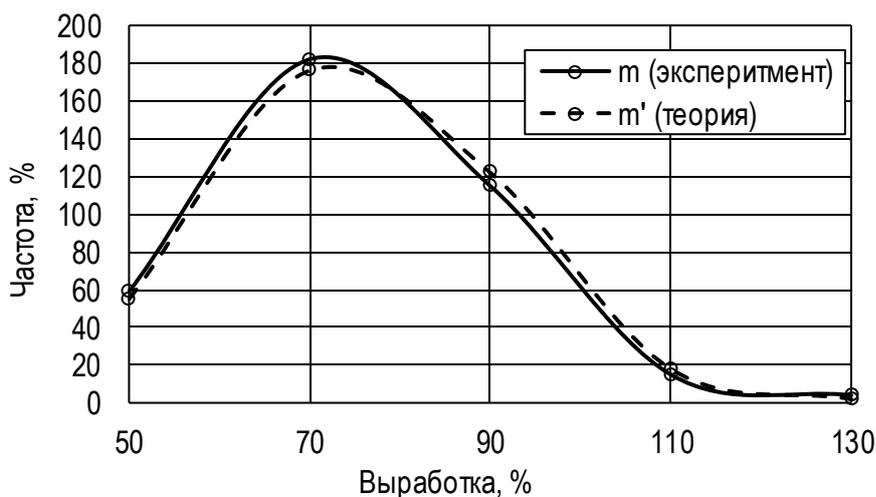


Рисунок 2.12. Распределение средней выработки водителей при стаже работы до 3-х лет.

Таблица 2.25 - Распределение средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки водителей при стаже работы от 3-х до 5 лет

Показатели		Норма выработки, %						
X^2	P	50	70	90	110	130	150	170
0,4	m	12	27	52	49	23	11	4
0,03	P · m	600	1890	4680	5390	2990	1650	680
0,18	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900
-	P ² · m	30000	132300	421200	592900	388700	247500	115600
1,24	P · P	50,449	30,449	10,449	9,551	29,551	49,551	69,551
0,1	t	1,85	1,12	0,38	0,35	1,08	1,82	2,55
2	F[t]	0,0721	0,2131	0,3712	0,3752	0,2227	0,0761	0,0154
	m'	10	28	49	49	29	10	2

$\sum m = 178, \sum Pm = 17880, P = 100,449, P^2 = 10090,001, \alpha = \pm 27,252, \alpha^2 = 742,583$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = \frac{178 \cdot 20}{-27,25} = 130,642 \quad k = 5$$

$$X^2 = 0,4 + 0,03 + 0,18 + 1,24 + 0,1 + 2 = 3,95 \quad X^2 = 3,95 \quad P[4]$$

$$= 0,6494$$

Критерий Романовского: $\frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{3,95 - 5}{3,16} = 0,33 < 3$

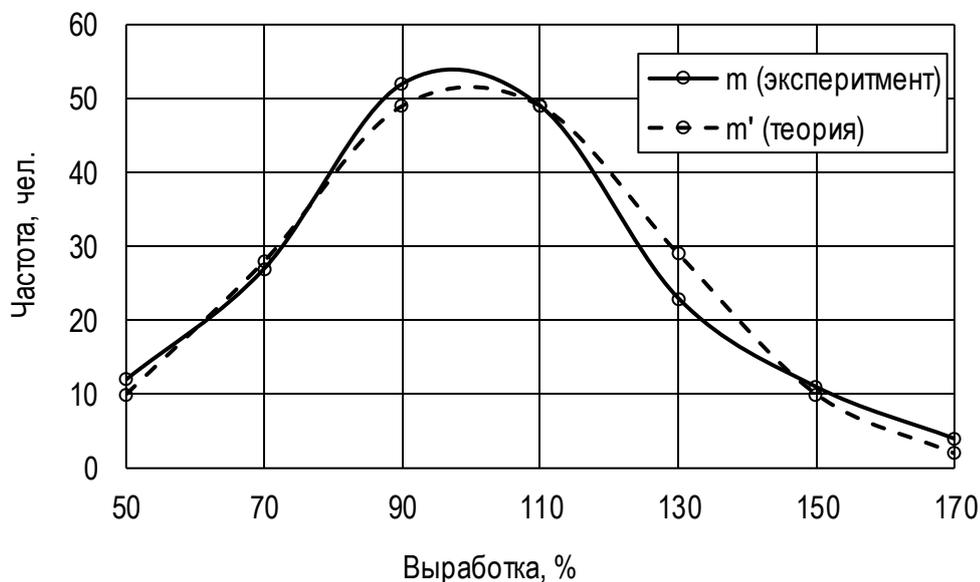


Рисунок 2.13. Распределение средней выработки водителей при стаже работы от 3 до 5 лет.

Таблица 2.26 - Распределение средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки водителей при стаже работы от 5 до 10 лет

Показатели		Норма выработки, %							
X^2	P	50	70	90	110	130	150	170	190
0,14	m	8	19	40	64	33	18	12	5
0,05	P · m	400	1330	3600	7040	4290	2700	2040	950
-	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
3,31	P ² · m	20000	93100	324000	774400	557700	405000	346800	180500
2,32	P · \bar{P}	62,312	42,312	22,312	2,312	17,688	37,688	57,688	77,688
1,5	t	2,01	1,36	0,72	0,07	0,57	1,21	1,86	2,50
1,0	F[t]	0,0529	0,1582	0,3079	0,3980	0,3391	0,1919	0,0707	0,0175
1,33	m'	7	20	40	51	43	24	9	3

$$\sum m = 199, \sum P^2 m = 2701500, P = 112,312, P^2 = 12613,985, \alpha = \pm 31,006, \alpha^2 = 961,391$$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = \frac{199 \cdot 20}{31,006} = 128,362$$

$$X^2 = 0,14 + 0,05 + 3,31 + 2,32 + 1,5 + 1,0 + 1,33 = 9,65$$

$$X^2 = 9,65 \quad P[10] = 0,1247$$

$$\text{Критерий Романовского: } \frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{10 - 6}{3,66} = 1,09 < 3$$

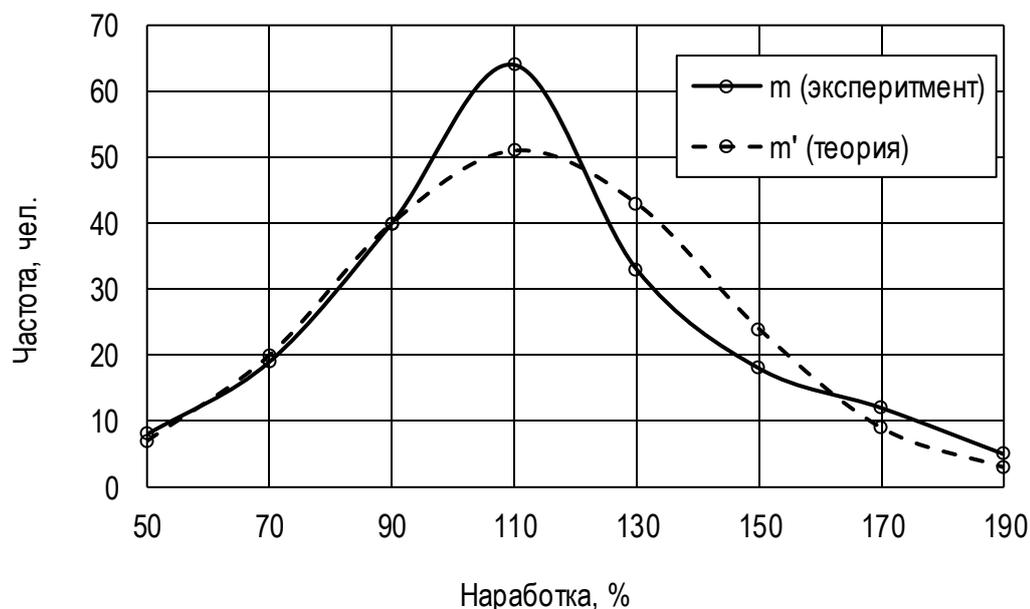


Рисунок 2.14. Распределение средней выработки водителей при стаже работы от 5 до 10 лет.

Таблица 2.27 - Распределение средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки водителей при стаже работы от 10 до 15 лет

Показатели		Норма выработки, %							
X^2	P	50	70	90	110	130	150	170	190
0,25	m	5	13	28	63	48	25	14	8
0,07	P · m	2500	910	2520	6930	6240	3750	2380	1520
0,75	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
2,82	P ² · m	12500	63700	226800	762300	811200	562500	404600	288800
0,08	P · P	70,098	50,098	30,098	10,098	9,902	29,902	49,902	69,902
1,93	t	2,29	1,64	0,98	0,33	0,32	0,98	1,64	2,29
4	F[t]	0,0290	0,1040	0,2468	0,3778	0,3790	0,2468	0,1040	0,0290
	m'	4	14	33	51	50	33	14	4

$$\sum m = 204, \sum P \cdot m = 24500, P = 120,098, P^2 = 14423,529, \alpha = 30,518, \alpha^2 = 931,372$$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = \frac{204 \cdot 20}{30,818} = 133,69$$

$$X^2 = 0,25 + 0,07 + 0,75 + 2,82 + 0,08 + 1,93 + 4 = 9,90$$

$$X^2 = 9,90 \quad P[10] = 0,1247 \quad k = 6$$

$$\text{Критерий Романовского: } \frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{10 - 6}{3,66} = 1,09$$

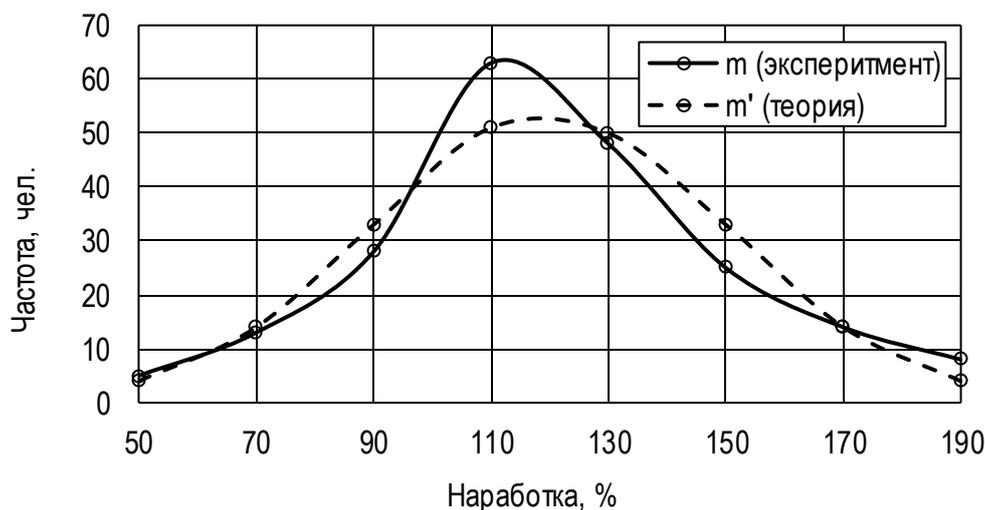


Рисунок 2.15. Распределение средней выработки водителей при стаже работы от 10 до 15 лет.

Таблица 2.28. - Распределение средней эмпирической нормы выработки и распределение частот норм выработки водителей при стаже работы свыше 15 лет.

Показатели		Норма выработки, %							
X ²	P	50	70	90	110	130	150	170	190
0,66	m	8	17	30	75	63	36	21	15
-	P · m	400	1190	2700	8250	8190	5400	3570	2850
2,07	P ²	2500	4900	8100	12100	16900	22500	28900	36100
3,21	P ² · m	20000	83300	243000	907500	1064700	810000	606900	541500
0,01	P · P	72,830	52,830	32,830	12,830	7,170	27,170	47,170	67,170
2,17	t	2,24	1,63	1,01	0,39	0,22	0,84	1,45	2,07
0,17	F[t]	0,0325	0,1057	0,2396	0,3697	0,3894	0,2803	0,1394	0,0468
6,12	m'	6	17	39	61	64	46	23	8

$$\sum m = 265, \quad \sum P \cdot m = 32550, \quad \sum P^2 \cdot m = 4276900, \quad P = 122,830, \quad P^2 = 15087,208, \quad \alpha = \pm 32,435, \quad \alpha^2 = 1052,037$$

$$\frac{N \cdot k}{\alpha} = \frac{265 \cdot 20}{32,435} = 163,403$$

$$X^2 = 0,66 + 2,07 + 3,21 + 0,01 + 2,17 + 0,17 + 6,12 = 14,41$$

$$\chi^2 = 14,41 \quad P[14] = 0,0296$$

$$\text{Критерий Романовского: } \frac{\chi^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{14-6}{3,66} = 2,18 < 3$$

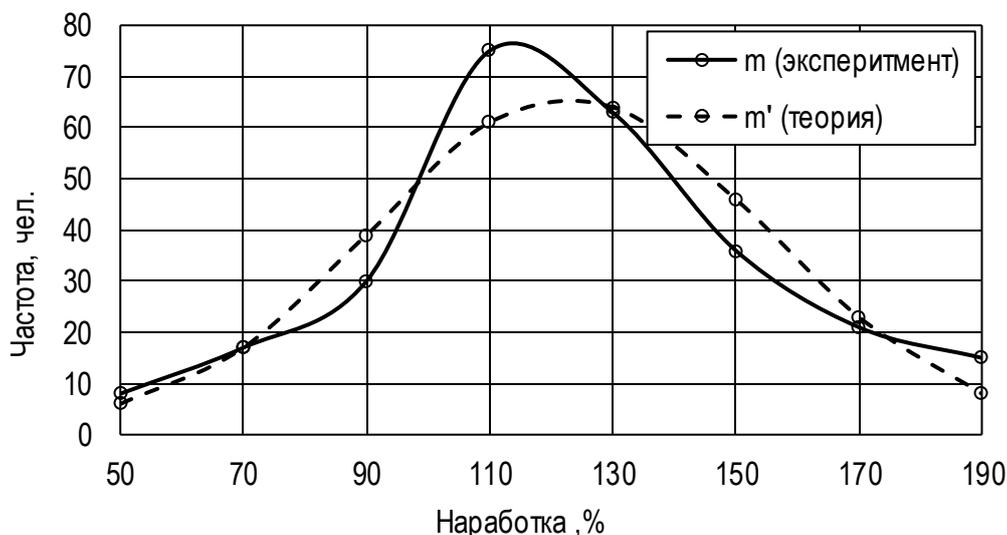


Рисунок 2.16. Распределение средней выработки водителей при стаже работы свыше 15 лет.

Анализируя данные таблиц 2.6 – 2.27, можно сделать вывод, что наивысшая производительность у механизаторов и водителей I и II классов, имеющих стаж от 5 до 20 лет. Также были получены данные, когда наивысшая производительность у механизаторов, имеющих стаж от 6 до 10 лет, а затем снижается.

После исследования наиболее важных характеристик (средней арифметической, среднего квадратного отклонения, коэффициента вариации и проверки соответствия теоретического распределения с эмпирическим по критериям Пирсона и Романовского] построена регрессионная модель, уровень выработки механизаторов и водителей в зависимости от стажа работы и квалификации механизатора.

Получено линейное уравнение множественной связи между выработкой по стажу и классности.

$$\text{Для механизаторов: } \bar{Y}_{x_1x_2} = 119,136 + 1,24 \cdot x_1 - 11,086 \cdot x_2$$

$$\text{Для водителей: } \bar{Y}_{x_1x_2} = 128,227 + 0,21 \cdot x_1 - 9,35 \cdot x_2,$$

где: x_1 – значение стажа работы, x_2 – значение классности.

Используя полученное уравнение, составлены таблицы ожидаемой выработки при различных значениях факторов, т.е. получен научно-обоснованный прогноз выполнения норм выработки водителями и механизаторами, что позволит точно планировать сроки уборки и вскрыть резервы дальнейшего роста производительности труда. Так, если увеличить производительность труда кукурузоводов при уборке урожая на 20 %, то это позволит увеличить среднюю дневную выработку на один комбайн на 0,852 га и сократить общие сроки уборки кукурузы на 6 дней. Такое увеличение вполне реально, т.к. по проведенным исследованиям средневзвешенная выработка механизаторов 6-й категории для трактористов-машинистов группы F выше на 37,7%, чем у механизаторов, имеющих категорию ниже. Соответственно у водителей, имеющих выше классность и категорию выработки выше до 75%, а также выше при стаже более 10 лет. В систему оценки квалификации механизаторов и водителей положен принцип корреляционно-регрессивного моделирования по наиболее значимым факторам, а именно стажу работы, по специальности, уровням специального образования, общеобразовательной подготовки, качеству труда, добросовестности, инициативности способности выполнять механизированные работы на различных марках тракторов и сельскохозяйственных уборочных машин. Научно-технический прогресс, качественно улучшая средства труда, непосредственно влияет на эту категорию работников, которая является репрезентивной для существенного изменения в их квалификации. Поэтому необходимо проводить планомерную и настойчивую работу по повышению квалификации механизаторов, водителей и повышению их стажа по этой специальности.

Глава 3. ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАРАЩИВАНИЯ БОРТОВ ПЕРЕВОЗОЧНЫХ СРЕДСТВ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМНОГО ВЕСА ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ

3.1. Факторы, формирующие необходимость наращивания бортов перевозочных средств

Для повышения технико-эксплуатационных показателей перевозочных средств на уборке зеленой массы кукурузы большое значение имеет использование их грузоподъемности. Использование грузоподъемности зависит, как от марки перевозочного средства, так и от объемного веса зеленой массы, которая находится в пределах $0,2 - 0,5 \text{ т/м}^3$. Достаточно одного суховея, или заморозков, чтобы объемный вес снизился до нижнего предела. Поэтому, чтобы полностью использовать грузоподъемность перевозочных средств необходимо наращивать борта кузова. В хозяйствах, занимающихся уборкой выращенной кукурузы, наращивание бортов производят без определенных расчетов на объемный вес перевозимой зеленой массы. Поэтому для получения оптимальных параметров наращивания бортов перевозочных средств в СО Максимовский и Широковский были проведены работы и сделаны расчеты по определению влияния объемного веса, перевозимой зеленой массы, на высоту нашивки для обеспечения номинальной грузоподъемности перевозочных средств. Было установлено, что наращивание бортов нужно производить из расчета свободного подъезда правым бортом под выгрузной элеватор силосоуборочного комбайна с минимально-возможным зазором 0, так как на поле имеются гребни и борозды. Так как минимальная высота выгрузки у прицепных силосоуборочных комбайнов типа КС находится на уровне 3,6 м, то оптимальный параметр наращивания бортов должен удовлетворять условию:

$$V_{\text{онб}} \leq V_{\text{вп}} - [V_{\text{п}} - V_{\text{б}}] \leq 3,6 - [V_{\text{п}} - 0,1] \quad (1)$$

где, $V_{\text{онб}}$ – оптимальная высота наращивания бортов, м;

$V_{\text{вп}}$ – возможная высота погрузки, м;

$V_{\text{п}}$ – высота верхней части кузова от земли, м;

$V_{\text{б}}$ – высота борта кузова, м.

Для предотвращения потерь зеленой массы в проценте загрузки левый борт кузова перевозочного средства должен быть выше на 0,3 – 0,5 м. Количество перевозимой зеленой массы кукурузы за один рейс можно определить по формуле: $Q = q_{\text{зм}} \cdot F[V_{\text{б}} + V_{\text{онб}}]$ [2]

где: $q_{\text{зм}}$ – объемный вес перевозимой зеленой массы, т/м³;

F – площадь платформы кузова, м².

После взвешивания полностью заполненных кузовов, определялся объемный вес перевозимой массы кукурузы. Имея данные об объемном весе зеленой массы, грузоподъемности перевозочных средств и параметры их кузовов после преобразования формулы [46] определялась оптимальная

высота нашивок: $V_{\text{онб}} = \frac{Q - q_{\text{зм}} \cdot F \cdot V_{\text{б}}}{q_{\text{зм}} \cdot F}$ [3]

Расчеты показывают, что при $q = 0,2 - 0,25$ т/м для обеспечения коэффициента использования грузоподъемности в пределах 1 для ЗиЛ, нужны нашивки, высотой 2,28 м и для КАМАЗ 2,81 м, а это противоречит условию формулы [1]. Поэтому принимается предельно-возможная высота нашивок, но коэффициент использования грузоподъемности будет для ЗиЛ 0,72 и для КаМАЗ соответственно 0,66. Однако, если такие нашивки использовать при $q = 0,4$ т/м, то в кузов ЗиЛ будет нагружено 7,255 т, в кузов КаМАЗ 10,616 т, что приведет к нежелательным результатам.

3.2. Параметры наращивания бортов для запланированных к перевозке силосной массы перевозочных средств

Таблица 3.1. Оптимальные параметры наращивания бортов перевозочных средств в зависимости от объемного веса зеленой массы кукурузы.

№ п/п	Показатели	Перевозочные средства			
		ЗиЛ	КаМАЗ	Прицеп ГКБ 819	Прицеп 8350
1.	Грузоподъемность, т	5	8	5	8
2.	Площадь кузова, м ²	8,72	12,064	9,89	14,133

3.		Высота кузова, м	2,03	1,80	1,99	1,80
4.		Высота борта, м	0,58	0,50	0,65	0,50
5.		Объем кузова, м ³	5,05	6,03	6,43	7,06
6.		Предельная высота нашивки, м	1,5	1,7	1,5	1,7
7.	q	Высота нашивки, м	1,5	1,7	1,5	1,7
8.	0,20	Объем кузова, м ³	18,14	26,54	21,36	31,09
9.	т/м	Вес массы, т	3,628	5,308	4,272	6,218
10.	q	Высота нашивки, м	1,5	1,7	1,37	1,7
11.	0,25	Объем кузова, м ³	18,4	26,54	20,30	31,09
12.	т/м	Вес массы, т	4,535	6,635	4,990	7,773
13.	q	Высота нашивки	1,1	1,7	0,9	1,4
14.	0,3	Объем кузова, м ³	16,66	26,54	16,70	26,67
15.	т/м	Вес массы, т	4,996	7,962	5,01	8,00
16.	q	Высота нашивки, м	0,9	1,4	0,76	1,2
17.	0,35	Объем кузова, м ³	14,30	22,85	14,24	22,85
18.	т/м	Вес массы, т	5,00	7,997	4,984	7,998
19.	q	Высота нашивки, м	0,8	1,2	0,6	0,91
20.	0,4	Объем кузова, м ³	12,50	19,99	12,46	19,99
21.	т/м	Вес массы, т	4,988	7,996	4,984	7,999
22.	q	Высота нашивки, м	0,69	1,0	0,5	0,8
23.	0,45	Объем кузова, м ³	11,07	17,77	11,10	17,77
24.	т/м	Вес массы, т	4,983	7,996	4,994	7,996
25.	q	Высота нашивки, м	0,58	0,9	0,4	0,64
26.	0,5	Объем кузова, м ³	9,94	16,04	10,00	15,970
27.	т/м	Вес массы, т	4,970	8,02	5,00	7,985

Определение объемного веса зеленой массы кукурузы

Так как в производственных условиях в зависимости от осадков и суховея величины объемного веса зеленой массы кукурузы варьируют в широких пределах, поэтому для практического пользования параметры наращивания бортов перевозочных средств сведены в номограммы, приведенные на рис.3.1 и рис. 3.2. На рис.3.3 приведено распределение среднего объемного веса перевозимой зеленой массы кукурузы. Расчеты показали, что распределение среднего объемного веса подчиняется нормальному закону. Средняя арифметическая величина объемного веса эмпирического ряда составляет 0,348 т/м. Средний квадрат отклонения – дисперсия $\alpha = 0,004$. Среднее квадратическое отклонение равно 0,06. Коэффициенты вариации – 17,24%. Критерий согласия Пирсона – $P[x]=0,2873$. Коэффициент Романовского равен $0,35 < 3$.

Исходя из величин объемного веса зеленой массы кукурузы, определяемых по результатам взвешивания 5543 перевозочных средств с помощью закона распределения Лапласа получено распределение среднего объемного веса по формуле:

$$F[t] = \frac{N \cdot k}{\alpha} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$$

где: N – число проведенных взвешиваний, равные сумме частот эмпирического распределения $\sum m$;

k – величина интервала дробления эмпирического ряда распределения;

$t = \frac{q - \bar{q}}{\alpha}$ – нормируемое отклонение.

Величина $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$ табулирована и определена по таблице приложения II [56].

\bar{q} – средняя арифметическая величина объемного веса эмпирического ряда определена по формуле:

$$\bar{q} = \frac{\sum qm}{\sum m}$$

Дисперсия ряда определялась по формуле:

$$\alpha^2 = \frac{\sum q^2 m}{\sum m} - \bar{q}^2.$$

Теоретическая частота каждого варианта представляет собой произведение:

$$m' = \frac{N \cdot k}{\alpha} \cdot f[t]$$

Таблица 3.2. Расчет частоты и частости теоретического распределения объемного веса перевозимой зеленой массы кукурузы

Показатели	Объемный вес, т/м ³						
	0,17÷0,23	0,23÷0,27	0,27÷0,33	0,33÷0,37	0,37÷0,43	0,43÷0,47	0,47÷0,53
q - среднее значение	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
m - частота	84	493	1347	1828	1242	473	76
w - частость	1,5	8,90	24,3	32,98	22,41	8,53	1,37
q·m	16,8	123,25	404,1	639,8	496,8	212,85	38
q ²	0,04	0,0625	0,09	0,1225	0,16	0,2025	0,25
q ² m	3,36	30,81	121,23	223,95	198,72	97,98	19
q - \bar{q}	0,148	0,098	0,0408	0,002	0,052	0,102	0,152
t	2,46	1,63	0,8	0,03	0,87	1,7	2,53
f[t]	0,0194	0,1057	0,2897	0,3988	0,2732	0,0940	0,0163
m'	90	488	1338	1842	1262	434	75
w'	1,63	8,83	24,20	33,31	22,88	7,85	1,36

Из таблицы $\sum m = N = 5543$ $\sum q \cdot m = 1931,60$

Средняя величина объемного веса: $\bar{q} = \frac{\sum qm}{\sum m} = 0,348$ $\bar{q}^2 = 0,121$ $\sum q^2 m = 694,85$

Средний квадрат отклонения – дисперсия: $\alpha^2 = 0,004$

Среднее квадратическое отклонение $\alpha = \pm 0,06$ $\frac{N \cdot k}{\alpha} = 4619,16$

Коэффициент вариации - $V_{\alpha} = \frac{\alpha}{\bar{q}} \cdot 100\% = 17,24\%$

Средняя ошибка выборки: $M = \sqrt{\frac{\alpha^2}{n} \cdot [1 - \frac{n}{N}]} = 0,0043$, или 0,43%,

где $N = 42039$ – общее количество взвешенных перевозочных средств,
 $n = 5543$ – количество перевозочных средств по которым были определены объемные веса.

По графику на рис. 3.3 видно расхождение между теоретическим распределением среднего объемного веса перевозимой зеленой массы кукурузы и эмпирическим.

Чтобы определить является ли распределение объемного веса нормальным, произведена проверка оценки по критерию согласия Пирсона – $P(X^2)$.

Величина X^2 - определяется по формуле: $X^2 = \sum \frac{[m - m']^2}{m'}$,

где m - эмпирические частоты, m' - теоретические частоты.

Таблица 3.3

q	m	m'	m - m'	[m - m'] ²	$\frac{[m - m']^2}{m'}$
0,2	84	90	6	36	0,4
0,25	493	488	5	25	0,05
0,3	1347	1338	9	81	0,06
0,35	1828	1842	14	196	0,11
0,4	1242	1262	20	400	0,32
0,45	473	434	39	1521	3,50
0,5	76	75	1	1	0,01

$$X^2 = \sum \frac{[m - m']^2}{m'} = 4,45$$

По приложению VI [56] при K – равном 4 искомая вероятность $P[X^2] = P[5] = 0,2873$

Вероятность достаточно велика, значит, расхождение между теоретическими и эмпирическими частотами не существенное.

Проверка по критерию Романовского: $\frac{\chi^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{5-4}{\sqrt{8}} = \frac{1}{2,828} = 0,35 < 3$, где

k – число степеней свободы равно числу групп в эмпирическом ряде минус число исчисленных статистических характеристик [средняя, дисперсия] и минус 1, т. к. критерий Романовского < 3 , значит эмпирическое распределение подчиняется нормальному закону.

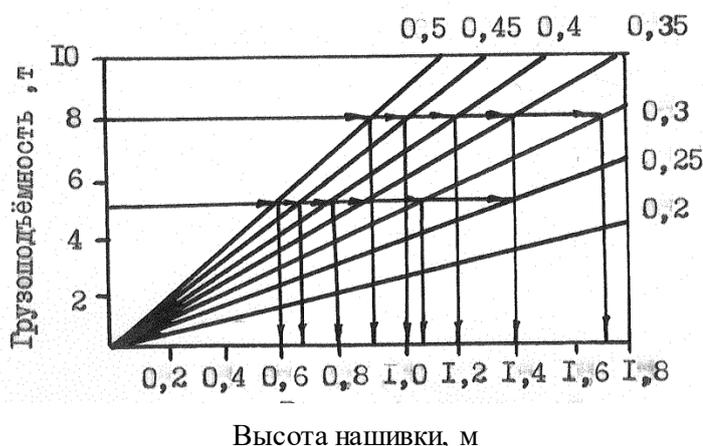


Рисунок 3.1. Номограмма для определения высоты нашивки кузовов автомобилей в зависимости от объемного веса зеленой массы кукурузы.



Рисунок 3.2. Номограмма для определения высоты нашивки кузовов прицепов в зависимости от объемного веса зеленой массы кукурузы.

Объемный вес, т/м

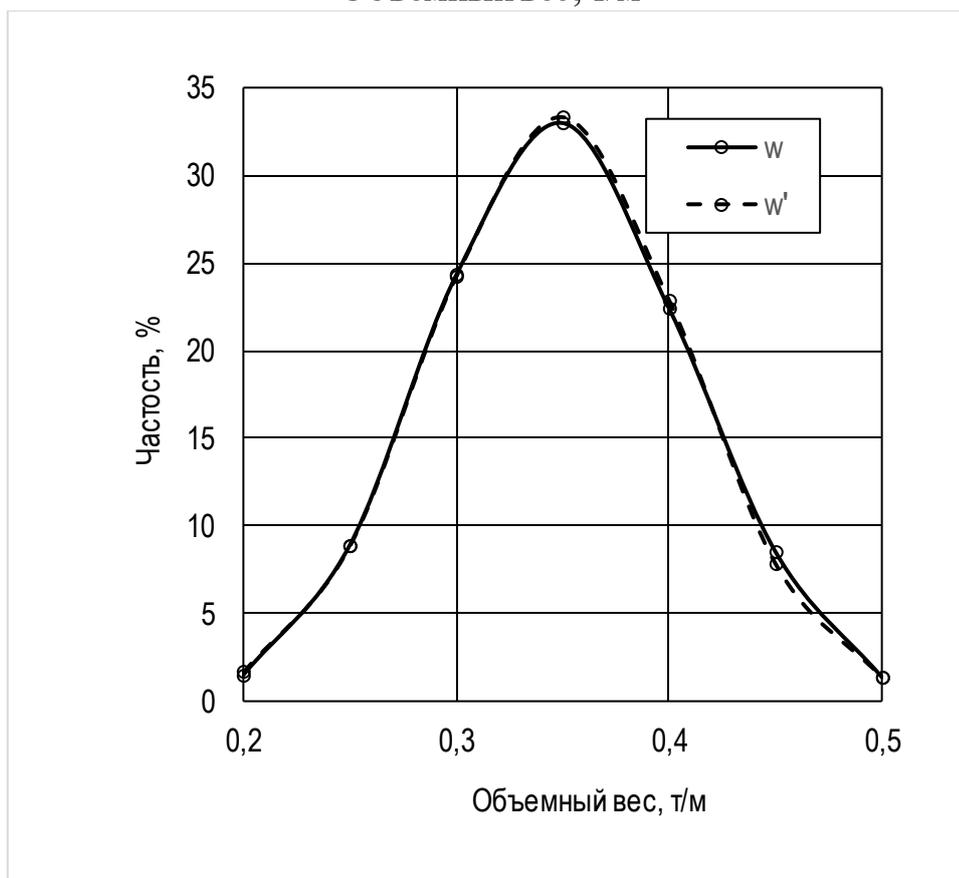


Рисунок 3.3. Распределение среднего объемного веса зеленой массы.

Глава 4. ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ БУКСИРОВКИ АВТОМОБИЛЕЙ И ПРИЦЕПОВ ПРИ ИХ ЗАГРУЗКЕ ЗЕЛЕННОЙ МАССОЙ КУКУРУЗЫ

4.1 Требования, предъявляемые к способам скашивания «зеленки» и заготовки силоса для снижения его себестоимости.

Фермерским хозяйствам, которые берегут каждый рубль, а также крупным сельскохозяйственным предприятиям нерентабельно приобретать дорогую и сложную в обслуживании для заготовки зеленой массы на силос технику, так как после уборки урожая в течении 9 – 10 месяцев она не используется. А из-за необходимости затрачивать средства на консервацию самоходного силосоуборочного комбайна для поддержания его в технически исправном состоянии до следующей уборки увеличивается себестоимость продукции животноводства. Прицепной силосоуборочный комбайн не имеет дорогостоящих узлов и агрегатов таких как двигатель, трансмиссию, кабину с приборами управления и прост в обслуживании при уборке кукурузы на силос или укосе зеленки.

По сравнению с самоходными силосоуборочными комбайнами ДОН-680, КВК-800, РСМ-100, прицепные комбайны ПН-400, КСД — 2.0 Sterh-200, КДП-3000, Рось-2, ККП-2, КС-2,6 дешевле. Затраты на реновацию самоходных силосоуборочных комбайнов также выше, что увеличивает расходы на приготовление силоса.

Кормовая ценность кукурузы, скашиваемой на силос с определенного участка не меняется, если она убирается самоходным комбайном, или прицепным, но уменьшается себестоимость уборочных работ.

Скашивание «зеленки» является одним из наиболее прогрессивных способов приготовления в летний период кормов для животных. При стойловом содержании животных «зеленку» после скашивания необходимо доставлять сразу на ферму. Эту работу можно выполнять агрегатом, скомплектованным в составе: трактор МТЗ-82 или Т 150К, силосоуборочный

комбайн КС-2,6÷Рось-2÷КПД-3000 и прицеп ГК6-819÷2ПТС 8526 с применением «Сцепного устройства объединенных транспортных средств» [5] при обслуживании одним механизатором.

Механизатор на тракторе Т150 К с помощью силосоуборочного комбайна скашивает, загружает в прицеп «зеленку» и отвозит на ферму для животных при необходимости.

Применение «Сцепного устройства объединенных транспортных средств» позволяет экономить заработную плату, ГСМ и потребности в тракторах и транспортных средствах. На изготовленное и испытанное «Сцепное устройство было получено Авторское свидетельство СССР № 153018 В60 D 1/10 30.10.61 [46]. Устройство обеспечивает буксировку транспортных средств при их загрузке, скошенной зеленой массой кукурузы, заготавливаемой на силос трактором, который приводит в движение и работу силосоуборочный комбайн. Широкое применение сцепки помогает увеличить моторесурс применяемых на уборке автомобилей, сокращает заявочные ремонты, общий расход топлива, смазочных материалов, фонда заработной платы обслуживающего персонала.

Конструкция сцепки предусматривает использование современных автомобилей марки ГАЗ и КаМАЗ и рассчитана на их максимальную грузоподъемность. Изготовленные конструкции в период уборки кукурузы на силос использовались для загрузки прицепов разной грузоподъемности и грузовых автомобилей.

4.2Схема конструкции сцепного устройства и его расчет

Схема конструкции устройства приведена на рис.4.1, 4.3, 4.4, 4.5. Основой сцепного устройства является силовой треугольник, состоящий из продольной балки-тяги, поперечной балки гидроцилиндра равномерной загрузки кузова перевозочного средства скошенной массы.

Сцепное устройство устанавливается на два опорных колеса. На одно колесо устанавливается продольная балка-тяга и гидроцилиндр ГЦ 100.50.400.700.0040 для подъема в транспортное положение с целью снижения трудозатрат при сцеплении транспортных средств. Гидроцилиндр подъема установлен в вертикальную стойку с двуплечим рычагом], соединенным одним концом посредством троса с поперечной балкой 1, а другим концом – с гидроцилиндром подъема, размещенным на продольной тяге. При этом двуплечий рычаг шарнирно связан с вертикальной стойкой, установленной с возможностью осевого поворота. Гидроцилиндр для подъема укосины в транспортное положение подобран по максимальному усилию, приложенному к опоре В – рис. 4.3.

Уравнение сил относительно опоры В: $Q \cdot AB - P_c \cdot EB \cdot \sin \alpha = 0$

$Q = [Q_c - Q_c \cdot 0,3]$ вес сцепного устройства, так как 2 опоры на снице.

Двуплечий рычаг ЕА позволяет за счет разницы в плечах увеличить перемещение конца балки во столько раз, во сколько плечо ЕВ больше плеча ВА. Угол α определился из отношения:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{CA}{EC} \quad \operatorname{tg} \alpha = 0,937$$

Этому значению соответствует $\alpha = 45$. Усилие, необходимое

гидроцилиндр для подъема сцепного устройства: $P_c = \frac{Q \cdot AB}{EB \cdot \sin \alpha}$ кг

Таблица 4.1 - Расчетные параметры для гидроцилиндра подъема сцепного устройства

Q [кг]	AB [см]	EB [см]	CA [см]	EC [см]	α [град]	P_c [кг]
115	360	50	300	325	45	997,6

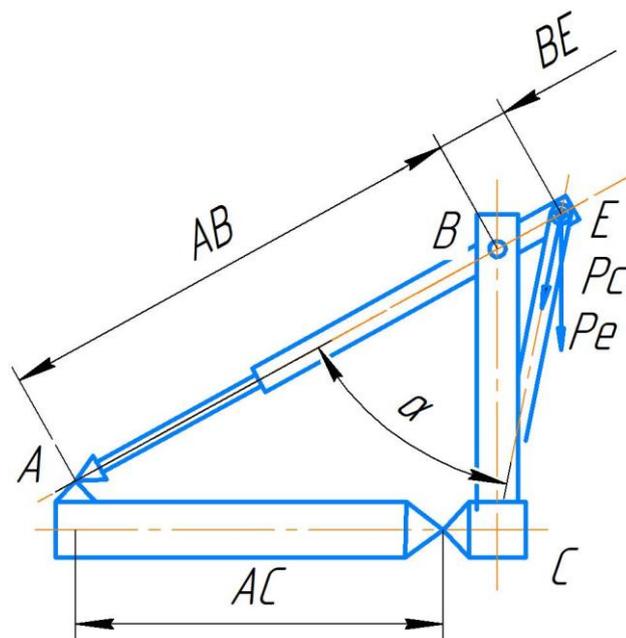


Рисунок 4.1. Схема сил, действующих на сцепное устройство при его подъеме

Выносная балка выполнена в виде силового гидроцилиндра 7 шарнирно соединенного одним концом с продольной балкой-тягой, а другим шарнирно с поперечной балкой с тягой 9 – с $L=2000$ см.

На второе колесо устанавливается поперечная балка 1– $L=3000$, шарнирно соединенная с продольной балкой-тягой – 9 и с гидроцилиндром равномерной загрузки 7, имеющая буксирный крюк и двойную проушину для соединения с трактором в агрегате с прицепным силосоуборочным комбайном.

Равномерная загрузка кукурузной массы в кузов транспортного средства осуществляется гидроцилиндром 7, который смещает автомобиль, или прицеп относительно элеватора подающего измельченную массу. Гидроцилиндр 7 подобран по максимальному сопротивлению транспортного средства в груженном состоянии с учетом 20% перегруза. Для расчета максимального усилия, необходимого гидроцилиндру перемещать транспортное средство при загрузке нужно определить величину сил действующих на сцепное устройство.

Величины сил определяются из уравнения сил относительно точки С по схеме сил приведенной на рис. 4.1: $R_{ТСЗ} \cdot \ell_1 - P_a \cdot \ell_2 = 0$, где

$R_{ТСЗ}$ – максимальная нагрузка на укосину при отгрузке автомобиля КаМАЗ

P – результирующая сила
$$P = \frac{P_a}{\sin \alpha}$$

Расчет проведен по тяговому сопротивлению КаМАЗ с увеличением загрузки на 20%, т. е.:

$$P_a = R_{ТСЗ} + R_{Т,СЗ} \cdot 0,2 = 12612 + 12612 \cdot 0,2 = 15134 \text{ Н} = 1543 \text{ кг}$$

Усилие, действующее на гидроцилиндр, предназначенный для равномерной загрузки кузова транспортного средства, представляет собой результирующую силу P .

Угол α определяется из отношения:
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{CB}{CA}$$

По данным согласно схемы на рис. 4: $CB=200$ см, $CA=300$ см, $\operatorname{tg} \alpha = 0,666$.

В процессе загрузки угол α постоянно меняется. Этому значению соответствует угол $\alpha = 33^\circ$

$$P = \frac{P_a}{\sin \alpha} = \frac{P_a}{[\cos 90^\circ - \alpha]} \quad P = 27769 \text{ н} = 2829 \text{ кг}$$

Усилие $P=2829$ кг соответствует гидроцилиндр двухстороннего действия – ЦГ 7555-2700.22. Для соединения сцепного устройства с транспортным средством для его загрузки рассчитан диаметр фиксирующего пальца из стали СИ-3 круглого сечения.

Приняв его сечение за круг, можно определить диаметр пальца по напряжению в сопряжении: $G = \frac{P_a}{F}$ кг/см², где F – площадь поперечного сечения [см²].

Площадь поперечного сечения пальца предварительно принята равной площади отверстия двойной прицепной серьги, которая равна отверстиям в стандартном двойном шарнире. $F=30$ см².

$$D = 2 \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 6,18 \text{ см.}$$

Проверка прочности по напряжению среза τ : $\tau = \frac{P_a}{\frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot l_c} \leq [\tau]$

Таблица 4.2 - Усилия, действующие на прицепную серьгу сцепного устройства и полученные результаты расчета

$[\tau]$ с кг/см ²	τ кг/см ²	Dp см	Dn см	l _c	F см ²	tg α	G см кг/см ²	Материал пальца
25,2	27,30	6,18	6	2	30	0,666	51,433	Ст 3

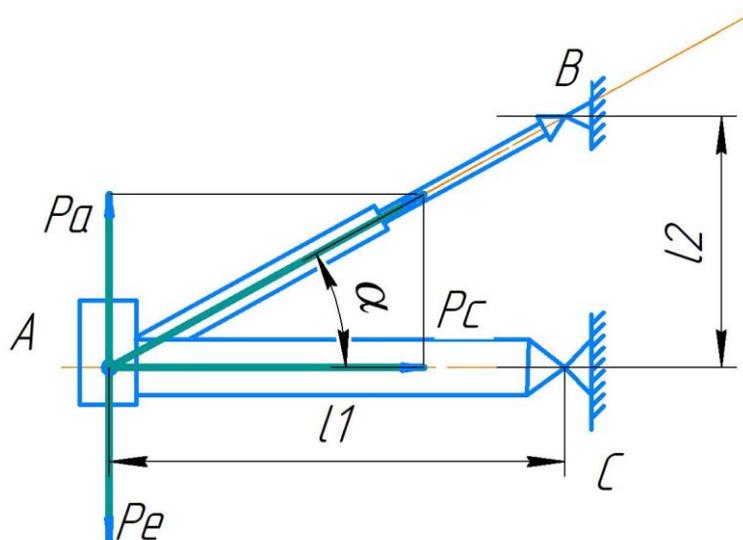


Рисунок 4.3. Схема сил действующих на устройство при загрузке транспортного средства

На рис.4.4 показана схема работы скомплектованного агрегата для уборки кукурузы на силос и сцепного устройства. На рис. 5.4 показана загрузка прицепа при выдвинутом штоке гидроцилиндра 7.

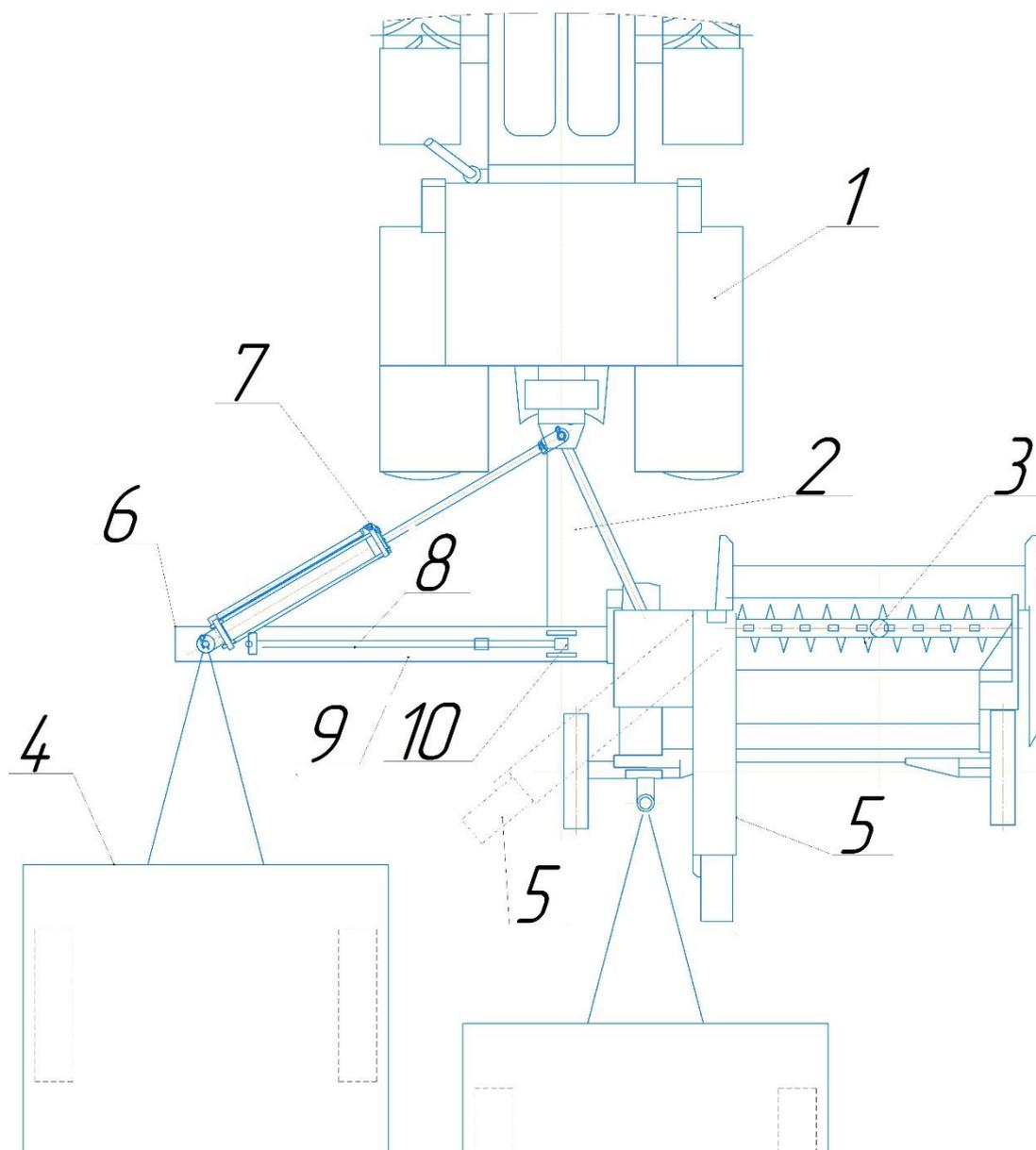


Рисунок 4.4. Схема работы скомплектованного агрегата и сцепного устройства

1 – трактор; 2 – сница; 3 – жатка комбайна; 4 – прицеп или КаМАЗ 5320; 5 – элеватор; 6 – двойная проушина [буксирный крюк]; 7 – гидроцилиндр двухстороннего действия; 8 – трос гидроцилиндра подъема укосины; 9 – балка; 10- проушина; 11 – двойной шарнир.

На рис. 4.4 показана схема загрузки автомобиля КаМАЗ, когда он подтянут гидроцилиндром 7 к трактору 1 и зеленая масса в этом положении выгружается у переднего борта. Сцепка осуществляется за буксирный крюк КаМАЗа.



Рисунок 4.5 Загрузка прицепа силосной массой.

На рис. 4.5 показан момент загрузки прицепа агрегатом скомплектованного из трактора МТЗ-80, силосоуборочного комбайна КС-2,6 и «Сцепного устройства объединенных транспортных средств». При выполнении этой работы занят всего один человек – тракторист и один трактор. Если не применять сцепное устройство, то понадобится грузовой автомобиль, в который будет выгружаться скошенная масса, или трактор буксирующий прицеп в период загрузки. В этих обоих вариантах будут заняты: 2 специалиста, 2 вида перевозочной техники, двойной расход ГСМ, ФЗП и потери загружаемой скошенной зеленой массы из-за несогласованного движения загружаемого транспортного средства и силосоуборочного комбайна.

4.3 Обзор условий начала уборки кукурузы для приготовления силоса

В осенний период совпадают сроки уборки силосных культур с уборкой зерновых, картофеля и другими работами. Запаздывание с началом работ, также как и преждевременная уборка приводит к недобору корма. Самое узкое место в уборке силосных масс – транспортировка зеленой массы с полей.

В решении вопроса оптимальной организации уборки и транспортировки кукурузы на силос основное внимание уделяется производительности силосоуборочных комбайнов и в связи с ней

рассматривается вопрос подачи перевозочных средств. То есть все сводится к силосоуборочным комбайнам, но они имеют самое различное техническое состояние, управляются кукурузоводами, имеющими различные навыки, убирается кукуруза с различной урожайностью, даже для условий одного хозяйства. Поэтому вопрос уборки необходимо рассматривать с учетом производительности комбайнов, при эффективном использовании перевозочных средств, что позволит не только вовремя убрать урожай, но и снизить себестоимость готового силоса.

При существующей технологии в основном перевозка зеленой массы осуществляется одиночными автомобилями. Колесными тракторами с прицепами перевозится всего 8-10% выращенного урожая.

Автомобиль при загрузке движется рядом с силосоуборочным комбайном на низких передачах, что ведет не только к перерасходу топлива, но и к повышенному износу деталей двигателя и трансмиссии, хотя в это время в каждом автохозяйстве простаивают прицепы, что ведет к резкому снижению всех технико-эксплуатационных показателей.

4.4 Подбор рациональных вариантов тракторов, перевозочных средств и определение их тягового сопротивления.

Для снижения себестоимости заготавливаемого силоса в период его загрузки и перевозки грузовыми автомобилями в нескольких сельскохозяйственных предприятиях из-за их недостатка были применены прицепы. Необходимость организации использования прицепов позволила спроектировать, изготовить и внедрить в работу приспособление, обеспечивающее буксировку прицепов в период их загрузки трактором, который работает в агрегате с силосоуборочным комбайном. Грузенный прицеп буксируется к силосохранилищу автомобилем-тягачом, который загрузился ранее или трактором. Приспособления испытаны при работе с комбайнами КС-2,6, КСС-2,6В в сельскохозяйственных предприятиях Акмолинской области.

Для определения оптимальных вариантов подбора тракторов и перевозочных средств были проведены экспериментальные и аналитические исследования агрегатов по трем вариантам в составе тракторов ДТ-75М, Т 150К, МТЗ-82 с комбайном КС-2,6, КСС-2,6 с прицепами ГКБ 819, ГКБ 8350, автомобилями ЗИЛ, КаМАЗ.

Исследование зависимости тягового сопротивления скомплектованного агрегата от загрузки перевозочных средств проводилось тензоэлектрическим методом. В качестве измерительной аппаратуры использовался осциллограф Н-700 с усилителем ГУП-101, тяговые динамографы с пределами измерений от 981н и до 9810н и от 1838н до 29412н. Скорость движения определялась прибором ПТИ-3-НАТИ. Запись усилия произведена на пленку. Динамограф 6 с наименьшими пределами измерений устанавливался между перевозочным средством рис. 4.3 и прицепной серьгой приспособления «Сцепное устройство объединенных транспортных средств», а с большими пределами измерений - в разъем между прицепной серьгой трактора и сницей силосоуборочного комбайна.

Влажность почвы была в пределах от 9,96% до 12,26 в верхних слоях почвы и на глубине 0,05 ÷ 0,10 м от 11,7% до 14,10% и плотность в пределах 1,00÷1,15 г/см³. [13]

Было установлено, что тяговое сопротивление скомплектованного агрегата зависит от урожайности, от наличия борозд и неровностей на поле. На гребнях борозд и неровностях отмечается увеличение тягового сопротивления, а на впадинах уменьшение, что подтверждается пиками и впадинами на осциллограмме (рис. 4.6) и данными таблицы 4.3.

Таблица 4.3

№ п/п	Марка машины	Вес, т	Варьирование, сопротивление, н
1.	ГКБ 819 [817]	2,800	1715÷ 3136
2.	ГКБ 819	8,100	4851÷ 7644
3.	КС-2,6	3,260	3136÷ 6370
4.	ЗИЛ	4,600	3724÷ 6958
5.	ЗИЛ с прицепом	9,540	6566÷ 9016
6.	КаМАЗ	7,600	4508÷ 7673
7.	КаМАЗ с прицепом	15,670	7105÷ 12612
8.	ГКБ-8350	4,1	2548÷ 4018
9.	ГКБ 8350 с грузом	11,870	6958÷ 9261

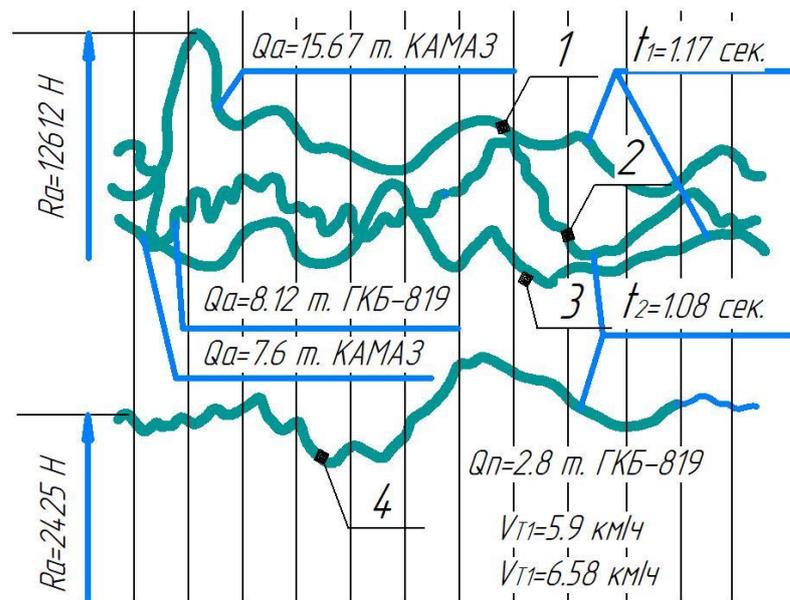


Рисунок 4.6. Осциллограммы изменения тягового сопротивления порожних и груженых перевозочных средств.

1. Q_a – тяговое сопротивление груженого автомобиля КаМАЗ
2. $Q_{п}$ – тяговое сопротивление груженого прицепа ГКБ-819
3. Q_a – тяговое сопротивление порожнего автомобиля КаМАЗ
4. $Q_{п}$ – тяговое сопротивление порожнего прицепа ГКБ-819

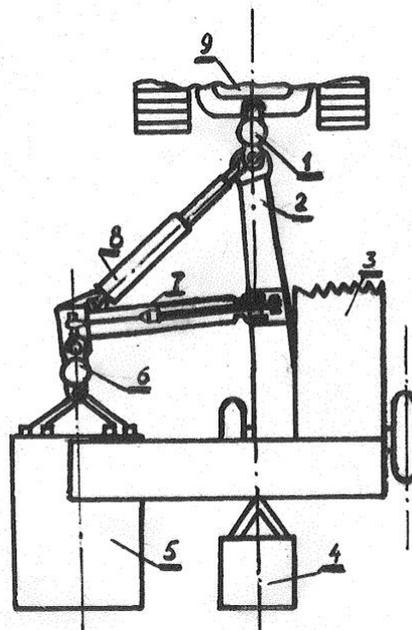


Рисунок 4.7. Схема установки измерительной аппаратуры для определения тягового сопротивления: 1 – динамограф, 2 – сница комбайна, 3 – жатка, 4 – прицеп с измерительной аппаратурой, 5 – перевозочное средство, 6 – динамограф, 7 – поворотная балка, 8 – гидроцилиндр, 9 – трактор.

В прицепе 4 измерительная аппаратура: 1 – усилитель ТУП-101 № 078; 2 – прибор для определения скорости ПТИ-3 - НАТИ № 21 выпуск №8; 3 – осциллограф.

Для определения тягового сопротивления установлены два динамографа: 1 – динамограф №95 с индикатором № 31184 с пределами измерения 187,5÷ 3000 кгс типа ДОСИ 3 – 3, который установлен между трактором и скомплектованным агрегатом. 6 – динамограф № 277 с индикатором 245283 с пределами измерения 100 - 1000 кгс типа ДОСИ 3-1.

Тяговые испытания показали, что при грузоподъемности прицепа до 5 ÷5,5 т. в агрегате с силосоуборочным комбайном может работать трактор МТЗ-80, МТЗ-82.

При грузоподъемности прицепа от 5,5 т. до 8÷ 8,2 т. необходим трактор ДТ-75 или Т-150К. Самый оптимальный режим работы для трактора Т150К в агрегате с КС-2,6 + ГКВ-819, КС-2,6 + ГКБ-8350. Также на IV передаче и на III передаче при работе с КаМАЗ – это позволяет при урожайности 70÷80 ц/га и расстоянии от поля до траншеи 5÷6 км на 2 комбайна КС-2,6, КСС-2,6 организовать перевозочный процесс: 3 автомобиля ГАЗ с 6 прицепами или 3 трактора с 6 прицепами взамен 5 одиночных ГАЗ или 6 тракторов с прицепами (ГАЗ 3309).

Глава 5. РАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

5.1 Структура организации уборки и технологические схемы.

Рациональная организация уборочно-транспортного процесса предусматривает оптимальное соотношение производительности силосоуборочных комбайнов к производительности перевозочных средств. Это позволяет улучшить использование техники и сократить затраты на 1 тонну готового силоса. Процесс загрузки зеленой массы в перевозочные средства является составной технологической частью организации уборки кукурузы. Окончание загрузки одного перевозочного средства служит командой для начала загрузки другого перевозочного средства. Для достижения согласованной работы уборочно-транспортных звеньев необходимо комплектовать по перевозочным средствам одной грузоподъемности и силосоуборочным комбайнам одной производительности.

Интервал подачи перевозочных средств, закрепленных за звеном комбайнов, определяется по формуле: $t_n = \frac{t_3}{n}$, где t_3 – время загрузки перевозочных средств, мин.; n – количество комбайнов в звене.

Так как агрегаты работают в одном загоне, то должен быть определен сдвиг фаз начала их работы. На рис. 6.1 показан график согласованной работы звена из 2-х комбайнов КСС 2,6, или КС-2,6, 5 автомобилей ГАЗ.

При перевозке на 5 км и урожайности 87 ц/га по графику видно, что загрузившийся первым автомобиль вернется с загрузки через время t_{01} и в этот период комбайн загрузят 4 машины за время t_{32}, \dots, t_{35} . Пять машин ГАЗ в состоянии обеспечить работу комбайнов без простоев, но в случае сверхнормативного простоя одного из автомобилей на разгрузке или по технической неисправности будут простаивать комбайны.

Для выбора рациональной технологии перевозочного процесса зеленой массы кукурузы на силос была исследована работа и технико-экономические показатели нескольких вариантов организации перевозки приведенных на рис.6.2.

Первый и второй варианты предусматривают перевозку зеленой массы одиночными ЗиЛ÷ГАЗ и КаМАЗ. Третий вариант – перевозку тракторами Т 150К + ГКБ-8350, 2 ПТС-8526. Четвертый, пятый и шестой – предусматривают соответственно перевозку прицепами ГКБ-819, автомобилями ЗиЛ÷ГАЗ с прицепами ГКБ-819, или ГКБ-817 и автомобилями КаМАЗ с прицепами ГКБ-8350, а загрузку с помощью приспособления «Сцепное устройство объединенных транспортных средств».

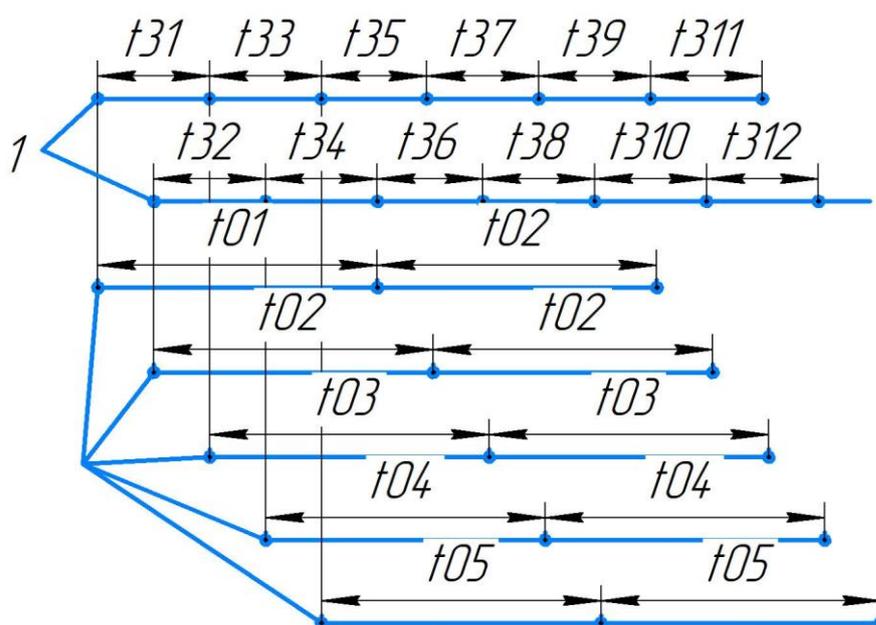


Рисунок 5.1. График работы, согласованной по времени комбайнов – 1 и перевозочных средств – 2.

Таблица 5.1.

Показатель	Ед. изм.	Технологические схемы					
		1	2	3	4	5	6
Площадь уборки	га	320	320	320	320	320	320
Занято автомобилей	шт.	5	4	-	-	3	2
Занято прицепов	шт.	-	-	6	6	5	4
Количество работающих	чел.	7	6	8	6	5	4
Расстояние перевозки	км	5	5	5	5	5	5
Урожайность	т/га	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Занято комбайнов	т	2	2	2	2	2	2

Таблица 5.2 - Технологические схемы перевозочного процесса зеленой массы кукурузы к местам хранения

№	Погрузка	Перевозка	Разгрузка
1,2	Погрузка одиночных ТС (ГАЗ, КАМАЗ, ЗИЛ)	Транспортными средствами (ГАЗ, КАМАЗ, ЗИЛ)	Стяжкой, саморазгрузка
3	Прицепы ГКБ819, 2ПТС-8526 с Т150К	Т150К с ГКБ819 или 2ПТС-8526	Погрузчики
4	Погрузка по предлагаемой схеме ГКБ819, 2ПТС-8526+прицепной комбайн+ Т150К	Т150К с ГКБ819 или 2ПТС-8526	Погрузчики
5,6	Погрузка по предлагаемой схеме ГКБ819, КАМАЗ, ЗИЛ+прицепной комбайн+ Т150К	Транспортными средствами (ГАЗ, КАМАЗ, ЗИЛ)	Стяжкой, саморазгрузка

5.2. Техничко-экономические показатели работы скомплектованных агрегатов.

В таблице 5.3 приведены технико-экономические показатели работы скомплектованных агрегатов, которые работают с применением «Сцепного устройства объединенных транспортных средств и без применения. В графе «потери силосной массы при загрузке» показано, что при его применении создано согласованное движение перевозочных средств и силосоуборочных комбайнов. Среднетехнические скорости перевозочных средств, участвующих в перевозке скошенной силосной массы с поля к силосохранилищу, полученные в результате хронометражных наблюдений примерно одинаковы за исключением перевозки в 4 варианте.

Таблица 5.3 Техничко-экономические показатели работы скомплектованных агрегатов

Трактор	Состав агрегата		Ширина захвата, м	Полная масса, кг	Тяговое сопротивление комбайна КС-2,6 н	Коэффициент использования тягового усилия	Коэффициент использования грузоподъемности транспортных средств	Сменная производительность комбайна КС-2,6 м ²	Потери силосной массы при загрузке, кг
	Комбайн	Транспортное средство							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Т-150К	КС-2,6	Т-150К с ГКБ 8350	2,6	12000	3704	0,68	0,9	5,2·10 ⁴	545
Т-150К	КС-2,6	ЗИЛ	2,6	9600	3704	0,39	0,9	5,2·10 ⁴	520-550
МТЗ82	КС-2,6	ГКБ-817	2,6	11400	13328	0,78	0,91	5,7·10 ⁴	-
Т-150К	КС-2,6	ЗИЛ	2,6	12420	14994	0,85	0,92	5,7·10 ⁴	-
Т-150К	КС-2,6	КаМАЗ	2,6	19430	22050	0,94	0,9-1	5,9·10 ⁴	-

В таблице 5.4 приведены затраты времени на погрузку силосной массы по 6 вариантам технологических схем уборки и 3 вариантам урожайности, по которым можно сделать вывод, что при загрузке автомобиля, движущегося самостоятельно рядом с силосоуборочным комбайном и автомобилем, или прицепом, имеющим такую же грузоподъемность с применением «Сцепного устройства объединенных транспортных средств», время отгрузки одинаково, но сокращается расход топлива в сравнении с 1 вариантом и количество работающих.

Таблица 5.4 Время погрузки силосной массы, мин.

Урожайность т/га	Варианты технологических схем					
	1	2	3	4	5	6
8	20,5	36,5	20,5	25,1	25,1	35,9
9	18,2	32,4	18,2	22,6	22,6	33,4
10	16,4	29,3	15,4	20,1	20,1	30,7

Таблица 5.5 Среднетехнические скорости движения перевозочных средств

Расстояние, км	ЗиЛ	ЗиЛ с ГКБ-817	КаМАЗ	КаМАЗ с ГКБ-8350	Т-150К с 2 ПТС- 8526
5	31	27,9	31,7	30,3	17,8
6	31,2	28	32	30,7	17,9
8	32,8	29,5	32,9	31,8	18,1
10	33,15	29,8	33,5	32,9	18,3
12	33,5	30,15	34,1	33,2	18,6
15	34	30,6	35	33,6	18,9
16	34	30,6	35,55	34	19,0

5.3. Характеристика методов определения расхода топлива в период загрузки зеленой массы кукурузы.

Одним из важнейших показателей, влияющих на себестоимость заготавливаемой силосной массы является расход топлива. Были проведены замеры расхода топлива тракторами Т-150К и МТЗ-82, автомобилями КаМАЗ, ЗиЛ в период загрузки расходомерами топлива ДРТ-ЛСХИ и РПИ-1. Прибор соединяли в топливную магистраль между топливным баком и двигателем. Для учета топлива расходуемого при загрузке силосной массы, перевозке к хранилищу и других действиях велись хронометражные наблюдения.

Таблица 5.6 - Расход топлива при загрузке перевозочных средств, л.

Урожайность, т/га	Технологические схемы загрузки						
	Т-150К привод	ЗиЛ 1	КаМАЗ 2	Т-150К 3	прицеп 4	КаМАЗ 5	ЗиЛ 6
8	6,54	7,56	13,47	5,34	-	-	-
9	7,68	6,89	11,76	4,81	-	-	-
10	8,18	6,12	9,75	4,22	-	-	-

При расчете расходования топлива в период заготовки зеленого корма на силос необходимо учитывать проведение дополнительных работ, которые необходимы для обеспечения перевозочного процесса силосной массы с поля до силосохранилища.

Таблица 5.7 - Затраты времени на дополнительные технологические операции, мин.

Элементы затрат	Варианты перевозок					
	1	2	3	4	5	6
Сцепка, расцепка, маневрирование	1,0	1,0	1,0	2	4	4
Взвешивание	1,3	1,3	1,3	1,6	2,2	2,2
Разгрузка	4	6	2	2	13	16
Очищение кузова	2,5	3,1	3	3	5	6
Открывание и закрывание бортов	1,4	1,7	1,5	1,5	2,8	3,2
Оформление документов	0,8	0,8	1	1	1,5	1,5
Случайное ожидание	0,5	0,5	0,7	0,6	0,7	0,8

Дополнительные технологические операции при загрузке и перевозке скошенной зеленой массы кукурузы являются необходимыми. Данные приведены в таблице показывают, что в 1, 2, 3 вариантах перевозок ниже затраты времени на маневрирование сцепки и расцепки загружаемого транспортного средства. Но так как автомобиль создан для перевозки грузов по дорогам с твердым покрытием, а в период загрузки движется на пониженных передачах по мягкой почве поля, то это ведет не только к перерасходу топлива, но и к повышенному износу деталей трансмиссии и двигателя. В результате наступают отказы, которые не всегда можно устранить в полевых условиях. В этот период снижаются показатели работы автомобилей-тягачей. Для восполнения дефицита перевозочных средств предложено использовать имеющиеся прицепы. Загрузку их обеспечивает «Сцепное устройство объединенных транспортных средств». Грузный прицеп буксируется к силосохранилищу трактором или автомобилем.

Таблица 5.8 - Расход топлива перевозочными средствами с поля после загрузки к местам хранения силосной массы, л.

Расстояние, км	ЗиЛ	ЗиЛ с прицепом	КаМАЗ	КаМАЗ с прицепом	Т 150К
4	1,85	2,51	2,31	2,97	2,21
6	2,98	3,35	3,52	4,21	3,20
8	3,97	4,89	4,36	5,60	4,40
10	4,96	6,11	5,45	7,73	5,53
12	5,99	7,62	6,29	8,42	6,64
14	6,97	8,87	7,63	9,80	7,72

5.4. Затраты за период заготовки кукурузы на силос и факторы, которые необходимо учитывать для снижения себестоимости

В связи с сезонностью выполнения заготовки зеленой массы кукурузы на силос особое влияние оказывают погодные условия, агротехнические сроки с учетом климатических условий данной области, эффективное использование трудовых ресурсов, наиболее производительное использование уборочной техники. Поэтому улучшение использования силосоуборочной техники, перевозочных средств, тракторов снижает затраты труда, топлива, вспомогательных средств на 1 тонну заготавливаемого силоса.

Повышение уровня технического оснащения сельского хозяйства уборочными комбайнами и перевозочными средствами поднимает экономическое значение использования техники. Проблема заготовки зеленой массы кукурузы на силос является актуальной и сложной, так как несвоевременная уборка приводит к потерям, а различные условия, которые необходимо соблюдать решаются только с затратами определенных средств. В таблицах 5.1-5.8 приведены затраты времени, расходы топлива на различные операции технологического процесса, площадь уборки, урожайность кукурузы и расстояние перевозки, определенные путем расчетов, хронометражных наблюдений и данных, полученных с помощью приборов учета расхода топлива, установленных в скомплектованных агрегатах. В 6 варианте самые низкие затраты средств на перевозку одной тонны зеленой массы.

Период загрузки зеленой массы кукурузы непосредственно в кузов зависит от урожайности и грузоподъемности перевозочного средства. С ростом периода загрузки увеличиваются затраты, связанные с содержанием перевозочных средств (расход ГСМ, з/плата, расход на ТО и ТР и т.д.), что в конечном итоге увеличивает себестоимость готового силоса.

Таблица 5.9 - Затраты за период загрузки и перевозки скошенной кукурузы на силос автомобилями ЗиЛ и КаМАЗ с применением прицепов.

Показатели	Ед. изм.	Грузоподъемность, т.							
		4	5	5,5	6	8	10	11	16
Затраты за период перевозки	руб./т	161,3	134,6	126,7	119,5	110,3	64,2	61,6	48,4
Затраты на загрузку	руб./т	25,8	32,1	33,6	37,2	41,4	<u>44,7</u> 58,2	<u>46,5</u> 59,7	<u>56,4</u> 67,8

В таблице 5.8 приведены изменения затрат за период загрузки изменение затрат для автомобилей ЗиЛ и КаМАЗ за период загрузки с расцепкой прицепов и изменение затрат на перевозку зеленой массы к местам хранения в соответствии с результатами таблицы 5.9.

Затраты на перевозку зеленой массы резко сокращаются при применении прицепов ГКБ-817, автомобилями ЗиЛ и ГКБ-8350 КаМАЗ, что видно по характеру изменения кривой 2 и увеличиваются при увеличении грузоподъемности. Минимальные суммарные затраты соответствуют 6 варианту. Низкие и в 5 варианте в сравнении с предыдущими четырьмя. Поэтому применение приспособления «Сцепное устройство объединенных транспортных средств» в период загрузки позволяет:

1. Сократить затраты на погрузку и перевозку зеленой массы к местам хранения.

2. Решить транспортную проблему за счет использования прицепов для перевозки силосной массы, которые буксируются автомобилями, ранее загруженными у другого комбайна, работающего в этой группе на одном участке.

3. Сократить простой силосоуборочных комбайнов из-за нехватки автомобилей.

4. Сократить технологические потери силосной массы при загрузке ее в кузов перевозочных средств за счет синхронного движения их с уборочными комбайнами.

5. В результате организованной загрузки автомобилем по 5 и 6 вариантам технологического процесса уменьшаются отказы деталей трансмиссии, двигателя.

6. При расходе топлива для одиночных автомобилей КаМАЗ на 1 тонну перевозимой зеленой массы – 0,29 л, КаМАЗ с прицепом КГБ-8350 – 0,186 л. Для одиночных ЗиЛ – 0,37 л на тонну перевозимой зеленой массы, а для ЗиЛ с прицепом ГКБ-817 – 0,25л.

7. Сократить потребное количество механизаторов и водителей.

8. За счет рациональной технологии загрузки, перевозки силосной массы, улучшения расстановки высококвалифицированных механизаторов и водителей провести уборку кукурузы на силос в оптимальные сроки.

Глава 6. АНАЛИЗ ПОТОКА ОТКАЗОВ ПЕРЕВОЗОЧНЫХ СРЕДСТВ В ПЕРИОД УБОРКИ КУКУРУЗЫ НА СИЛОС

6.1. Основные факторы, формирующие отказы перевозочных средств в период уборки кукурузы на силос

В хозяйствах области закрепление перевозочных средств за силосоуборочными комбайнами производится без учета отказов в период уборки, что приводит с первых дней работы к простоем скомплектованных агрегатов.

При перевозке зеленой массы перевозочные средства работают в условиях запыленности, с превышением температурного режима двигателя, с перегрузками для всех узлов и агрегатов, что ведет к преждевременному износу или поломкам деталей, трансмиссии, систем двигателя. Сжатые сроки уборки не позволяют своевременно делать работы по ТО, которые необходимо делать по пробегу, в результате наступают отказы – такие как биение кардана, замасливание накладок сцепления, трещины и прогары перемычек между камерами сгорания головки блока и другие.

Для предупреждения отказов в период уборки нужно до ее начала провести технические воздействия перевозочным средствам. Но при этом нужно учитывать, что они носят стохастический характер, а существующие методы расчета и анализа систем не учитывают этого обстоятельства и используют детерминированные средние значения расчетных величин, что ведет к просчету и в итоге к отказам.

6.2. Анализ отказов перевозочных средств по дням уборки.

Для анализа отказов перевозочных средств по дням уборки, в зависимости от пробега с начала эксплуатации в хозяйствах Сандыктауского района в августе были проведены исследования по 100 ЗиЛам и 58 КаМАЗам, которые показали, что чаще всего встречаются неисправности, вызванные

большими нагрузками и неисправности, которые были устранены при подготовке к уборке. По полученным данным составлена таблица 6.1.

Графическая интерпретация отказов по дням августа представлена на рис.6.1.

Условия перевозки зеленой массы однородны для всех перевозочных средств, поэтому вероятность отказа одного средства не зависит от отказа другого, а сам поток отказов является стационарным и так как одновременное наступление нескольких отказов очень редкое явление, то и ординарным и следовательно простейшим. Поэтому вероятность распределения отказов

можно определить по закону Пуассона: $P[k] = \frac{[\lambda]^k \cdot e^{-\lambda}}{k!}$, где

λ - расчетное значение параметра потока отказов;

k – число отказов;

e - 2,71828

Таблица 6.1

№ п/п	Отказы элементов	ЗиЛ		КаМАЗ	
		число отказов	дни поломок	число отказов	дни поломок
1.	Камера колеса	17	9	22	15
2.	Рессора задняя	3	3	10	9
3.	Крестовина кардана	11	10	7	5
4.	Кардан в сборе	3	3	1	1
5.	Коробка передач	7	7	-	-
6.	Сцепление в сборе	2	2	2	2
7.	Двигатель	16	12	13	7
8.	Шпильки ступицы	10	10	-	-
9.	Задний мост	1	1	2	1
10.	Средний мост	-	-	1	1
11.	Редуктор среднего моста	-	-	8	6
12.	Редуктор заднего моста	9	9	5	5
13.	Стартер	7	7	4	3
14.	Генератор	3	3	7	5
15.	Аккумулятор	4	3	3	3
16.	Компрессор	2	2	2	2
17.	Рулевое	1	1	1	1
18.	Радиатор	9	8	2	2
19.	Водяной насос	5	5	6	6
20.	Ступица колеса	-	-	2	2
21.	Сцепление - диски	1	1	1	1

Обработка ежедневных технических сведений за период уборки подтверждает, что параметр потока отказов возрастает с увеличением пробега перевозочных средств и пропорционален числу деталей входящих в агрегат.

λ - определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{K_{max}} K \cdot N_k,$$

где N – число дней уборки; N_k – число дней, в которые произошло точно K поломок.

Для определения λ экспериментальные данные сгруппированы по числу поломок и приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Отказы перевозочных средств

Число отказов	Число дней, в которые произошли отказы	
	КаМАЗ	ЗИЛ
0	3	1
1	1	2
2	2	2
3	5	6
4	9	6
5	4	5
6	1	2
7	1	1
8	1	1
9	-	1

На основе сгруппированных экспериментальных данных числа поломок построено их графическое изображение.

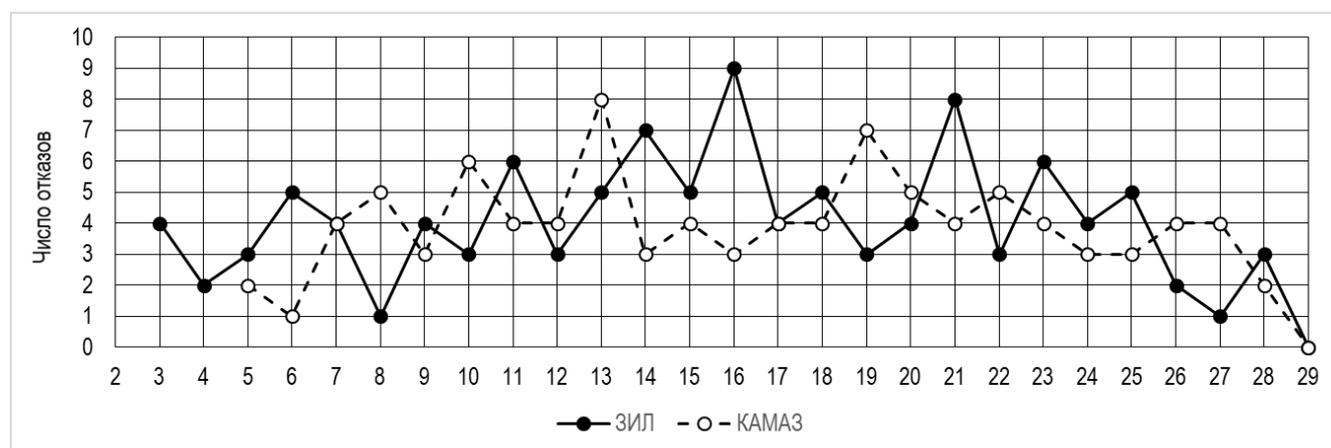


Рисунок 6.1. Распределение числа отказов по дням уборки

Максимальное число отказов во второй половине уборки – 9.

6.3. Расчет теоретических частот для отказов автомобилей КаМАЗ и ЗиЛ

Таблица 6.3- Расчет теоретических частот распределение Пуассона для отказов КаМАЗ

Число отказов K	N – число дней в которые произошли отказы	k·m	k· \bar{k}	$[k - \bar{k}]^2$	$[k - \bar{k}]^2 m$	m'
0	3	0	-3,59	12,888	38,664	1
1	1	1	-2,59	6,708	6,708	3
2	2	4	-1,59	2,528	5,056	5
3	5	15	-0,59	0,348	1,740	6
4	9	36	0,41	0,168	1,513	3
5	4	20	1,41	1,988	7,952	4
6	1	6	2,41	5,808	5,808	2
7	1	7	3,41	11,628	11,628	1
8	1	8	4,41	19,448	19,448	0
Итого	27	97			98,517	27

Используя формулы для определения средней и дисперсии по данным таблицы 6.3 получим: $\bar{k} = \frac{\sum km}{\sum m} = 3,59$; $G^2 = \frac{\sum [k - \bar{k}]^2 \cdot m}{\sum m}$

Так как число отказов может принимать только целочисленные значения, поэтому средняя арифметическая числа отказов перевозочных средств – параметр числа отказов и дисперсия близки друг к другу. Это является основанием гипотезы о том, что распределение является Пуассоновским с параметром $\lambda = 3,59$. Это распределение имеет выражение:

$$P[k] = \frac{(6,50)^k \cdot e^{-3,59}}{K_i}$$

Для определения теоретических частот отказов используется формула [47]:

$$m' = n \frac{[K]^{k-\bar{k}} \ell}{K_i}, \text{ где } \ell = 2,71828$$

n – число дней, в которых были отказы;

K_i – факториал

Таблица 6.4 - Расчет критерия Пирсона для КаМАЗ

k	Pk	m - m'	[m - m'] ²	$\frac{[m - m']^2}{m'}$
0	0,0280	2	4	4
1	0,1005	-2	4	1,333
2	0,1804	-3	9	1,8
3	0,2159	-1	1	0,167
4	0,1938	4	16	3,2
5	0,1391	0	0	0
6	0,0832	-1	1	0,5
7	0,0427	0	0	0
8	0,0192	1	1	0

Из таблицы $X^2 = 11$

Число степеней свободы K равно числу групп эмпирического распределения минус число параметров, найденных с помощью эмпирического распределения средняя арифметическая

$$-\bar{K} = \frac{\sum km}{\sum m} = 3,59 \quad G^2 = \frac{\sum [k - \bar{k}]^2 \cdot m}{\sum m} = 3,65 \quad k = 9 - 2 = 7$$

По приложению 8[9] при $k = 7$ $P = 0,1386$. Эта вероятность значительно отличается от нуля. Следовательно, расхождение между эмпирическим и теоретическим распределением можно считать случайным, т.е. несущественным. Проверка по критерию Романовского [2]:

$$\frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{11 - 7}{\sqrt{2 \cdot 7}} = \frac{4}{3,742} = 1,069$$

Это отклонение значительно меньше трех, поэтому расхождение между теоретическим и эмпирическим частотами можно считать несущественным и таким образом теоретическое распределение хорошо воспроизводит эмпирическое.

Таблица 6.5 - Расчет теоретических частот распределения Пуассона для отказов ЗиЛ

Число отказов	Число дней, в которые произошли отказы	k · m	k · \bar{k}	[k - \bar{k}] ²	[k - \bar{k}] ² m	m'
0	1	0	-4,034	16,273	16,273	1
1	2	2	-3,034	9,205	18,410	2
2	2	4	-2,034	4,137	8,274	4
3	6	18	-1,034	1,069	6,415	5
4	6	24	-0,034	0,001	0,007	5

5	5	25	0,966	0,933	4,666	4
6	2	12	1,966	3,865	7,730	3
7	1	7	2,966	8,797	8,797	2
8	1	8	3,966	15,729	15,729	1
9	1	9	4,966	24,661	24,661	0
Итого	27	109	-	-	110,962	27

$$\bar{K} = \sum k \cdot m = 4,034 \quad G^2 = \sum [k - \bar{k}]^2 \cdot m = 4,10$$

Дисперсия G^2 и средняя арифметическая отказов близки друг к другу поэтому верна гипотеза о том, что распределение отказов ЗиЛ 130 является Пуассоновским с параметром

$$\lambda = 4,034.$$

Теоретические частоты определены по формуле [6].

$$\text{При } K = 0, \quad m' = 27 \cdot 2,71828 \cdot 4,034 = 27 \cdot 0,0177 = 0,4779 = 1$$

$$\text{При } K = 1, \quad m' = 27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034 = 27 \cdot 0,0714 = 1,9278 = 2$$

$$\text{При } K = 2, \quad m' = 27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034^2 \cdot \frac{1}{2} = 27 \cdot 0,1445 = 3,9015 = 4$$

$$\text{При } K = 3, \quad m' = 27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034^3 \cdot \frac{1}{6} = 27 \cdot 0,1945 = 5,2515 = 5$$

$$\text{При } K = 4, \quad m' = \frac{[27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034^4]}{24} = 27 \cdot 0,1965 = 5,3055 = 5$$

$$\text{При } K = 5, \quad m' = \frac{[27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034^5]}{120} = 27 \cdot 0,1588 = 4,2876 = 4$$

$$\text{При } K = 6, \quad m' = \frac{[27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034^6]}{720} = 27 \cdot 0,1069 = 2,8863 = 3$$

$$\text{При } K = 7, \quad m' = \frac{[27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034^7]}{5040} = 27 \cdot 0,0617 = 1,6659 = 2$$

$$\text{При } K = 8, \quad m' = \frac{[27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034^8]}{40320} = 27 \cdot 0,0312 = 0,8424 = 1$$

$$\text{При } K = 9, \quad m' = \frac{[27 \cdot 0,0177 \cdot 4,034^9]}{362880} = 27 \cdot 0,0140 = 0,378 = 0$$

Полученные значения внесены в таблицу 7.6. Оценка отклонения распределения экспериментальных данных от полученного теоретического распределения произведена с помощью критерия Пирсона.

Таблица 6.6 - Расчет критерия Пирсона для ЗиЛ

k	Pk	m - m'	[m - m'] ²	$\frac{[m - m']^2}{m'}$
0	0,0177	0	0	0
1	0,0714	0	0	0
2	0,1445	-2	4	1
3	0,1945	1	1	0,2
4	0,1965	1	1	0,2
5	0,1588	1	1	0,25
6	0,1069	-1	1	0,33
7	0,0617	-1	1	0,5
8	0,0312	0	0	0
9	0,0140	1	1	0

Из таблицы 7.6: $X^2 = 1,48$, $k = 10 - 2 = 8$

По приложению при $k = 8$ $P[1,48] = 0,9810$. Эта вероятность близка к достоверности, и поэтому расхождение между теоретическим и эмпирическим распределением может быть случайным. Проверка по критерию Романовского:

$$\frac{X^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{1,48 - 8}{\sqrt{2 \cdot 7}} = \frac{6,52}{4} = 1,63 < 3$$

Отклонение меньше трех, поэтому теоретическое воспроизведение распределения незначительно отличается от эмпирического.

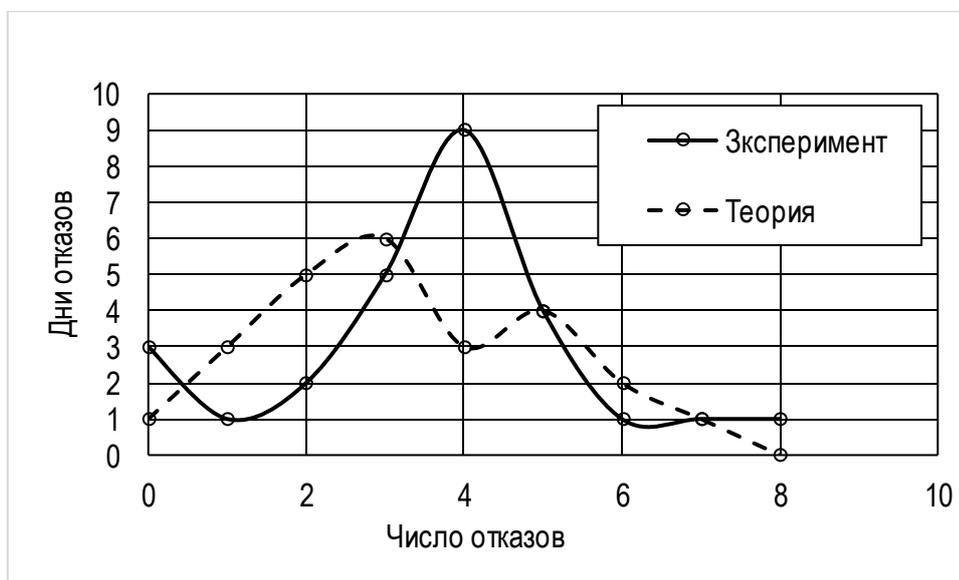


Рисунок 6.2. Распределение числа отказов для КАМАЗ по экспериментальным данным – 1, теоретическое распределение числа отказов – 2.

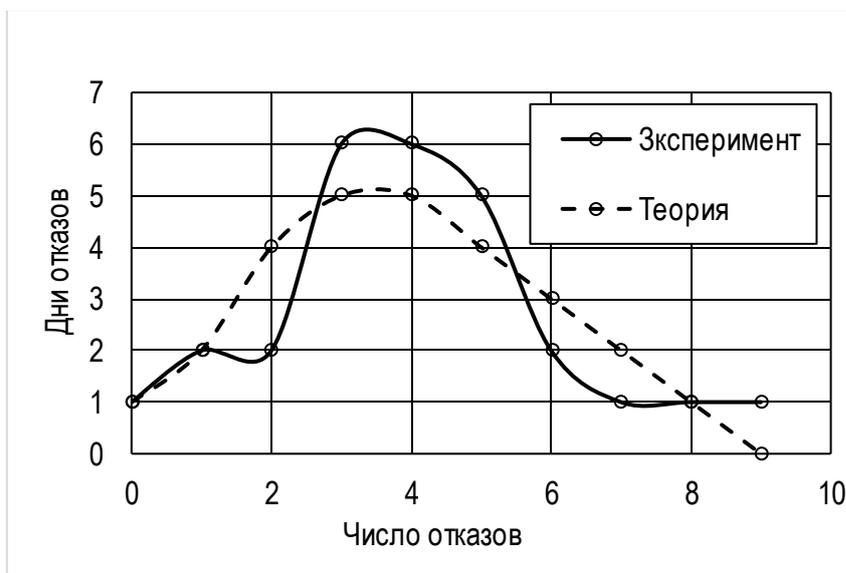


Рисунок 6.3. Распределение числа отказов для ЗиЛ по экспериментальным данным

Таблица 6.7 - Вероятности распределения отказов перевозочных средств по дням, в которые произошло K отказов

Число отказов		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
КаМАЗ	N_k	3	1	2	5	9	4	1	1	1	-
	$P[k]$	0,0280	0,1005	0,1804	0,2159	0,1938	0,1391	0,0832	0,0424	0,0192	-
ЗиЛ	N_k	1	2	2	6	6	5	2	1	1	1
	$P[k]$	0,0177	0,0714	0,1445	0,1945	0,1965	0,1588	0,1069	0,0617	0,0312	0,0140

Учитывая полученный параметр потока отказов и вероятности отказов по дням, в которые произошло K отказов можно правильно планировать выделение оптимального количества перевозочных средств на перевозку зеленой массы кукурузы, что позволит сократить простои силосоуборочных комбайнов и сроки уборки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В работе определены рациональные сроки уборки кукурузы на силос с учетом погодных факторов, сроков наступления первых заморозков, урожайности кукурузы, технологических потерь. Определены значения коэффициента учета потерь K_p и его зависимость от производительности уборки и урожайности в результате воздействия заморозков.
2. Для определения рациональных сроков уборки кукурузы на силос экспериментально определены потери от высокого среза и общие технологические потери.
3. На основании экспериментальных данных определены оптимальные параметры для определения высоты нашивки кузовов прицепов и транспортных средств в зависимости от объемного веса зеленой массы кукурузы.
4. На основании экспериментальных данных построены регрессионные модели, описывающие уровень выработки механизаторов и водителей в зависимости от стажа работы и квалификации механизатора.
5. Получен научно-обоснованный прогноз выполнения норм выработки водителями и механизаторами, позволяющий точно планировать сроки уборки и вскрыть резервы дальнейшего роста производительности труда. Так, если увеличить производительность труда кукурузоводов при уборке урожая на 20 %, то это позволит увеличить среднюю дневную выработку на один комбайн на 0,852 га и сократить общие сроки уборки кукурузы на 6 дней.
6. Предложена новая схема выполнения технологического процесса уборки кукурузы на силос с применением новой конструкции сцепного устройства объединенных транспортных средств для трактора прицепного кормоуборочного комбайна и прицепа/автомобиля.
7. Поэтому применение сцепного устройства объединенных транспортных средств в период загрузки позволяет: сократить затраты на погрузку и перевозку зеленой массы к местам хранения; решить транспортную проблему за счет использования прицепов для перевозки силосной массы, которые буксируются автомобилями, ранее загруженными у другого комбайна, работающего в этой группе на одном участке; сократить простой силосоуборочных комбайнов из-за нехватки автомобилей; сократить

технологические потери силосной массы при загрузке ее в кузов перевозочных средств за счет синхронного движения их с уборочными комбайнами.

8. Предложена рациональная организация уборочно-транспортного процесса с использованием сцепного устройства объединенных транспортных средств в результате организованной загрузки автомобилем по двум вариантам технологического процесса. Показано, что экономия топлива составляет: для одиночных автомобилей КаМАЗ на 1 тонну перевозимой зеленой массы – 0,29 л, КаМАЗ с прицепом КГБ-8350 – 0,186 л.; для одиночных ЗиЛ – 0,37 л на тонну перевозимой зеленой массы; для ЗиЛ с прицепом ГКБ-817 – 0,25л; сократить потребное количество механизаторов и водителей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Авраменко, П. С. и др. Новое в силосовании кормов /П. С. Авраменко; Белорусский НИИ научно-технической информации и технико-экономических исследований Госплана БССР, Минск, 1980.
2. Бабич Б.С. Исследование некоторых вопросов взаимодействия автомобилей и погрузочно-разгрузочных механизмов: дисс. на соиск. степени канд. техн. наук /КАДИ. – Киев, 1972. - 174 с.
3. Блынский, Ю. Н. Оптимальный состав звена силосоуборочных комбайнов //Техника в сельском хозяйстве. – 1981. - № 8.
4. Интенсификация кормопроизводства в Северном Зауралье : сб. науч. тр. /ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние; отв. ред. – Новосибирск: СО ВАСХНИЛ, 1984. – 122 с.
5. Коновцев, Е. С. Анализ потока отказов перевозочных средств в период уборки кукурузы на силос. – УДК 631.355.002.71. Серия 68.35.47.
6. Коновцев, Е. С. Определение сроков уборки кукурузы в зависимости от первых осенних заморозков. – УДК 633.15.004.55 Серия 68.29.23 1986г. № 73
7. Коновцев, Е. С. Рациональная технология уборки кукурузы // Целиноградская правда . - 15 августа 1986. - № 14106.
8. Кормопроизводство: учеб. для подготовки бакалавров по направлению 35.03.04 «Агрономия»/Н. В. Парахин и др. – 2- изд., перераб. и доп. – Москва: Бибком: Транслог, 2015. – 382, [2] с. : 8 вкл. л., цв. ил.
9. Короткевич, А. В. Технологии и машины для заготовки кормов из трав и силосных культур: для слушателей системы повышения квалификации / А. В. Короткевич, - Минск: Ураджай, 1990. – 382, [1] с.: ил.
10. Методика выбора подвижного состава и разработки транспортно-технологических схем перевозки нерудных строительных материалов / КазНИИПИАТ. – Алма-Ата, 1981 г.
11. Нормативно-справочные материалы по планированию механизированных работ в сельскохозяйственном производстве: сб. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 316 с.
12. Потребность в технике для прямоточной и перевалочной технологий перевозки силоса [При уборке кукурузы на силос]. Евтюшенков Н.Е., Рожин В.Ф. // С.-х. машины и технологии.-2015.-N 1.-С. 20-23.-Рез. англ.-Библиогр.: с.23. Шифр ПЗ574 // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2016. – № 1. – С. 177. – EDN VNZTBF.
13. Производство кукурузы на силос и виды потерь при уборке /ВНИИТЭСХ, ВАСХНИЛ. – Москва, 1985.

14. Резник, Н. Е. Кормоуборочные комбайны / Н. Е. Резник. - 2-е изд., перераб. - М. : Машиностроение, 1980. - 375 с. : ил.
15. Шатохин, Е. В. Автомобильные перевозки сельскохозяйственных грузов /Е. В. Шатохин; НИИАТ. – Москва, 1981.
16. Шмидт, В. Производство силоса/В. Шмидт, Г. Веттерау ; Пер. с нем. Г. Н. Мирошниченко. - Москва : Колос, 1975. - 352 с. : ил.
17. 14. Островский, Н. Б. Автомобильные перевозки с применением специализированного подвижного состава : Учеб. пособие / Н. Б. Островский ; Моск. автомоб.-дор. ин-т. - Москва : МАДИ, 1982. - 89 с. : ил. - Библиогр.: с. 88 [7 назв.].
18. CLAAS. Кормоуборочные комбайны [Электронный ресурс]. URL: https://www.claas.ru/produksiya?subject=KG_ru_RU
19. John Deere. HarvestLab 3000. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.deere.ru/ru/технологии-точного-земледелия/точное-земледелие/harvestlab-3000/> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)
20. KRONE. DigitalSystems BiG X 480,530,580,630. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.krone-rus.ru/p%D1%83%D1%81%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9/katalog-produkcii/kormouborochnyi-kombain/big-x-480-530-580-630/digitalsystems/> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)
21. New Holland. PLM RTK+ (PLM CONNECT RTK) [Электронный ресурс]. URL: <https://agriculture.newholland.com/apac/ru-ru/sistema-upravlenija-tocnym-zemledeljem-plm/produkty/korrektirujusie-signaly/plm-connect-rtk-cors/videnie-tocnogo-zemledelija> (Дата обращения: 25.11.2022 г.)
22. АО ПК «Ярославич» [Электронный ресурс]. URL: https://pkyar.ru/production/polupricepy_i_pricepy/
23. Веденяпин, Г. В. Общая методика экспериментальных исследований и обработка опытных данных. – 3-е изд. доп. и перераб. - Москва: Колос, 1973. – 199 с. : граф.
24. Венецкий, И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе / И. Г. Венецкий, В. И. Венецкая. - Москва : Статистика, 1974. - 279 с.
25. Гаврилов, Ф. И. Методы анализа использования сельскохозяйственной техники. – Москва: Колос, 1971. – 263 с.: граф.
26. Гулейчик, А. И. Машины для возделывания и уборки кукурузы : учеб. пособ. для сред. ПТУ/ А. И. Гулейчик. - 3-е издание, перераб. и доп. - Москва : Агропромиздат, 1988. - 281, [2] с. : ил.
27. Даниленко, И. А. Силос /И. А. Даниленко и др.. - учеб. пособие. - Москва : Колос, 1972. - 336 с. : ил.

28. Драгайцев, В. И. Определение потребности колхозов и совхозов в сельскохозяйственной технике [Текст] / В. И. Драгайцев, канд. экон. наук. - Москва : Россельхозиздат, 1974. - 167 с. : граф.
29. Дурасов, А. М. Почвы Казахстана /А. М. Дурасов, Т. Т. Тазабеков. - Алма-Ата: Кайнар, 1981 г. - 152 с.
30. Журкович, Д. И. Экономика и организация использования машинно-тракторного парка. - Алма-Ата : Кайнар, 1978. - 144 с. : ил.
31. Закатов, Ю. В. Восстановление посадочных мест под гильзы в блоках цилиндров/ Ю. В. Закатов //Автомобильный транспорт. - № 6. – 1974.
32. Зеленко, Э. Как заготовить качественные корма. Этап 5. Уборка кукурузы на силос / Э. Зеленко // Наше сельское хозяйство. – 2020. – № 16(240). – С. 64-71. – EDN AVQBSK.
33. Землянский, А. А. Исследование вопросов оптимизации маршрутов перевозок грузов автомобильным транспортом : Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук : [05.22.10]. - Москва : [б. и.], 1979. - 16 с. : схем.
34. Зязев, В. А. Перевозка сельскохозяйственных грузов автомобильным транспортом / В. А. Зязев, И. В. Лихачев. - Москва : Транспорт, 1979. - 128 с. : ил.
35. Иовлев, Г. А. Оперативное управление работой уборочно-транспортного комплекса / Г. А. Иовлев, А. Г. Несговоров // Теория и практика мировой науки. – 2018. – № 5. – С. 45-48. – EDN YAVLOH.
36. Кадолов И. М. Разработка моделей, алгоритмов и программ для планирования и управления грузовыми перевозками. – М.: МАДИ, 1982.
37. Канделя, М. В. Развитие компоновочных схем кормоуборочных комбайнов // Сельский механизатор. - 2013. - N 4. - С. 22-23.
38. Карпенко, В. Д. и др. Заготовка кукурузного силоса. – Москва: Россельхозиздат, 1977.
39. Киреев, В. Н. Производство кукурузы на силос / В. Н. Киреев, М. А. Федин, Е. В. Клушина, А. В. Кузютин. - Москва: Россельхозиздат, 1985. - 159 с.
40. Киртбая, Ю. К. Организация использования машинно-тракторного парка. – М.: Колос, 1974. – 288 с.: черт.
41. Кленин, Н. И. Сельскохозяйственные машины : Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы : Учебное пособие/ Н. И. Кленин, И. Ф. Попов, В. А. Скакун. - Москва : Колос, 1970. - 455 с.: ил.
42. Колтушкин И.С., Колтушкин В.И. Механизация заготовки кормов. - Алма-Ата : Кайнар, 1982. - 92 с.

43. Коновцев, Е. С. Зависимость сроков уборки кукурузы на силос от обеспеченности механизаторами и их квалификации. – УДК 631.55.631.1. Серия 68.01.75. 1986г. № 72
44. Коновцев, Е. С. Ликвидация потерь при уборке кукурузы на силос. – УДК 631.55:633.15.631.1. Серия 68.29.23. 1986г. №47
45. Коновцев, Е. С. Оптимальные параметры наращивания бортов перевозочных средств в зависимости от объемного веса зеленой массы кукурузы. – УДК 629.113.004.67:633 Серия 68.43.02. 1986г. № 94
46. Коновцев, Е. С. Оптимизация состава перевозочных средств на уборке кукурузы. – УДК 633.15:631.5 Серия 68.29.23 1986г. №77.
47. Коновцев, Е. С. Рациональная технология перевозочного процесса кукурузы на силос. – УДК 636.084 : 633.15. Серия 68.39.15. 1986г. №93
48. Коновцев, Е. С. Устранение отказов ЗиЛ. Ремонт крышки подшипника первичного вала КП // Автомобильный транспорт Казахстана. – 1975. - № 6
49. Коновцев, Е. С. Экономит транспорт, сокращает потери // Целиноградская правда . - 16 августа 1984. - № 13606.
50. Кормопроизводство в Западной Сибири : сб. статей/ Омский с.-х. ин-т им. С. М. Кирова; отв. ред. В. И. Копырин. – Омск: ОСХИ, 1981. – 61 с.
51. Кукуруза на корм : Производство и использование / [Э. С. Бантинг, М. К. В. Карр, М. Н. Хок и др.]; Пер. с англ. Е. Н. Фолькман. - М. : Колос, 1983. - 343 с. : ил.
52. Кукурузоуборочные машины/ К. В. Шатилов, Б.Д. Козачок, А. П. Орехов и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1981. – 223 с.
53. Лазарев, Л. Д. Уберем урожай без потерь/ Л. Д. Лазарев, С. М. Бабан и др. // Техника в сельском хозяйстве, 1982, № 9, с. 9.
54. Мальцев, В. Ф. Уборка кукурузы для приготовления силоса /В.Ф. Мальцев, М. К. Каюмов. – Москва: ВНИИ, 2002. – 320 с.
55. Медведев Л. П. О производительности и качестве работы силосоуборочного комбайна КС-2,6. – Целиноград: ЦХСИ, 1980.
56. Медведев, В. Г. Исследование энергетики силосоуборочного комбайна КС-2,6 : автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. / Волгогр. с.-х. ин-т. - Волгоград : [б. и.], 1971. - 31 с. : черт.
57. Медведев, В. Г. Исследование энергетики силосоуборочного комбайна КС-2,6 : Автореферат дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. / Волгогр. с.-х. ин-т. - Волгоград : [б. и.], 1969. - 31 с. : черт.
58. Милащенко, Н. Совершенствуя зональные технологии // Сельская жизнь. – 4 апреля 1984 г. - № 78.
59. Милащенко, Н. Совершенствуя зональные технологии/ Н. Милащенко //Сельская жизнь. – 1984. - № 78.

60. Митропольский, А. К. Техника статистических вычислений / А. К. Митропольский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Наука, 1971. - 576 с.: ил.
61. Михалев, С. С. Кормопроизводство с основами земледелия: учебник / С. С. Михалев, Н. Ф. Хохлов, Н. Н. Лазарев. - Москва: Колос, 2007. - 352 с.: ил., [8] л. ил.
62. Моделирование транспортных процессов в сельском хозяйстве / А. Ю. Измайлов, Н. Е. Евтюшенков, В. Ф. Рожин, Г. С. Бисенов. - Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2012. - 142 с. - EDN QYPCGL.
63. Накладова, Т. М. Совершенствование технологии заготовки сочных кормов [сенажа и силоса] / Т. М. Накладова. - М.: ВНИИТЭИСХ, 1980. - 43 с.
64. Нефедов, Б. Б., Остапко, А. Т. Анализ и определение потерь от простоев сельскохозяйственных агрегатов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1966. — № 3. - С. 16-20.
65. ООО "Лискисельмаш" [Электронный ресурс]. URL: - <https://pplsm.ru/modeli/kombayn-pritsepnoy-furazhnyy/kpf-2-4/>
66. Основы технологий сельскохозяйственного производства. Технологии и машины для уборки трав и кукурузы: учебно-методическое пособие / В. Р. Петровец, И. И. Пиуновский, Н. И. Дудко. - Горки: БГСХА, 2017. - 427с. ISBN 978-985-467-718-7.
67. Островский, Н. Б. Автомобильные перевозки с применением специализированного подвижного состава: Учеб. пособие / Н. Б. Островский; Московский автомобильно-дорожный ин-т. - Москва: МАДИ, 1978. - 89 с.: ил.
68. Открытое акционерное общество «Управляющая компания холдинга «Бобруйскагромаш» [Электронный ресурс]. URL: https://bobruiskagromach.com/catalog/tractor_trailers/special_trailers_and_semi_trailers/
69. Пиуновский, И. И. Классификация типажа кормоуборочных комбайнов / И. И. Пиуновский, В. Р. Петровец, С. Н. Бобыренко // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - № 1. - С. 123-129. - EDN TUREJL.
70. Покровский А. Н. Не все упомнят старожилы / Правда. - № 365. - 31 дек. 1983.
71. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка: [Для фак. механизации сельск. хоз-ва] / Н. Э. Фере, В. З. Бубнов, А. В. Еленов, Л. М. Пильщиков. - Москва: Колос, 1971. - 279 с.: ил.
72. Прицепной кормоуборочный комбайн STERH 2000 [Электронный ресурс]. URL: <https://rostselmash.com/products/koshenie/pritsepnoy-kormouborochnyy-kombayn-sterh-2000/>

73. Пуртов, Г. М. Совершенствование кормопроизводства Тюменской области: монография / Г. М. Пуртов; отв. ред. А. В. Ярмоц. – Новосибирск: Сиб. отд-ние НИИСХ Сев. Зауралья. – 2000. – 298,[3] с.
74. Растениеводство : учеб. для студентов вузов, обучающихся по агроном. специальностям / Г. С. Посыпанов, В. Е. Долгодворов, Б. Х. Жеруков и др.; под ред. проф. Г. С. Посыпанова. - Москва: КолосС, 2006. - 611,[1] с.: ил.
75. Резник, Н. Е. Кормоуборочные комбайны / Н. Е. Резник. - 2-е изд., перераб. - М. : Машиностроение, 1980. - 375 с. : ил.
76. Рекомендации по совершенствованию уборочно-транспортного процесса/КазНИИПИИТ. – Алма-Ата, 1981 г.
77. Рунчев, М. С. Организация уборочных работ специальными комплексами /М. С. Рунчев, Э. И. Липкович, В. Я. Жуков. – Москва : Колос, 1980. - 223 с. : ил.
78. Саклаков В.Д. Влияние методов использования машин на потребность хозяйств в технике и механизаторах / Саклаков В.Д., Окунев Г.А. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1977. - № 9.
79. Синюков, М. А. Использовать технику на полную мощность /М. А. Синюков //Сельское хозяйство России. – 1977. - № 5.
80. Справочник по кормопроизводству / М. А. Смурыгин, В. Г. Игловилов, В. А. Тащилин; Под ред. М. А. Смурыгина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 413 с.
81. Справочник по механизации кормопроизводства / [Л. И. Грачева и др.]; Под ред. Л. И. Грачевой. - Киев: Урожай, 1989. - 163,[2] с.: ил.
82. Стародинский, Д. З. Агрегатирование тракторов с сельскохозяйственными машинами / Д. С. Стародинский, П. Л. Щупак. - Москва : Машиностроение, 1973. - 145 с. : черт.
83. Телятников, Н. Я. Еще раз о сроках уборки кукурузы на силос Кукуруза 1980. - № 5. – С. 59.
84. Титов, В. Н. Типовая деформация блока / В. Н. Титов //Автомобильный транспорт. – 1974. - № 3.
85. Устинов, А. Н. Сельскохозяйственные машины /А. Н. Устинов. – Москва.: Издательский центр «Академия». - 2003. – 264 с.
86. Халанский, В. М. Сельскохозяйственные машины: учеб. для студентов вузов по агроном. спец. / В. М. Халанский, И. В. Горбачёв. - Москва: КолосС, 2006. - 623, [1] с.: ил.
87. Хмелевой, Н. М. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка/ Н. М. Хмелевой, А. И. Деревков [Текст]. - Москва : Союзсельхозтехника, 1978. - 52 с.; 21 см. - [Обзорная информация]

88. Шевченко, В. А. Влияние высоты скашивания на урожайность, качество кормов и улучшение пищевого режима почвы в условиях Верхневолжья/ В. А. Шевченко, П. Н. Просвиряк, А. М. Соловьев // Кормопроизводство. – 2012. - № 7. – С. 16-19.
89. Шепелев, С. Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах / С. Д. Шепелев // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2014. – Т. 67. – № 1. – С. 65-73. – EDN RZJCHJ.
90. Широков, Ю. А. Влияние квалификации механизаторских кадров на эффективность использования сельскохозяйственной техники / Ю. А. Широков, В. П. Приешкин. – Москва: ЦНИИТЭИ, 1977. – Вып. 232.
91. Шпар, Д. Производство грубых кормов: учебно-практическое руководство: В 2 кн. Кн. 1 / Гл. редактор Д. Шпаар. - Торжок: Вариант, 2002. - 359 [2] с.
92. Эффективные технологии производства, заготовки и использования кормов : сб. науч. тр./ Россельхозакадемия, НИИ сельского хоз-ва Юго-Востока НПО «Элита Поволжья», Поволжский НИИ животноводства и кормопроизводства; отв. ред. В. Д. Беляк. – Саратов: ПНИИЖК, 1991. – 136с.

Размещается в сети Internet на сайте ГАУ Северного Зауралья
<https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2022/konovtsev-ustinov.pdf>,
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, РГБ, доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья».
Заказ № 1127 от 27.12.2022; авторская редакция
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-159-8



9 785983 461598 >