

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»

На правах рукописи



Филюшин Олег Владимирович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ПЕРЕВОЗОК УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМ САМОСВАЛЬНЫМ
КУЗОВОМ ТРАКТОРНОГО ПРИЦЕПА**

Диссертация

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Специальность: 05.20.01 - «Технологии и средства механизации сельского
хозяйства»

Научный руководитель:

к.т.н. А.А. Голиков

Рязань, 2022

АННОТАЦИЯ

Целью диссертационного исследования является повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок картофеля снижением его повреждений в кузове тракторно-транспортного агрегата (ТТА).

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель работы и ее народнохозяйственное значение. Приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе сделан анализ состояния вопроса и определены задачи исследования.

Во второй главе обоснованы параметры технологического процесса разгрузки с использованием усовершенствованного перегрузочного устройства для самосвального кузова ТТА (скорость клубня при поступлении на перегрузочное устройство, диапазон угловых скоростей вращения роликов и клубней). Для снижения повреждений продукции в процессе разгрузки предложено научно-обоснованное техническое решение ТТА с навесным перегрузочным устройством, позволяющим производить выгрузку сельскохозяйственной продукции непосредственно в тару.

В третьей главе представлены результаты экспериментальных исследований ТТА с усовершенствованной конструкцией самосвального кузова.

В четвертой главе обоснован экономический эффект применения ТТА с усовершенствованной конструкцией самосвального кузова на внутрихозяйственных перевозках картофеля в АПК.

Сформулировано заключение по полученным в работе результатам исследований. Приведен список литературных источников, цитируемых автором в работе.

В приложениях представлены акт внедрения результатов законченных исследований и копия патента РФ на полезную модель №161488 «Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства».

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ	9
1.1 Роль транспортных работ в производстве сельскохозяйственной продукции	9
1.2 Транспортные средства АПК	11
1.3 Снижение повреждений сельскохозяйственных грузов при их транспортировке	23
1.4 Перспективные конструкции самосвальных кузовов транспортных средств	27
1.5 Выводы по первой главе	35
1.6 Задачи исследований	36
ГЛАВА 2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ МАШИН ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УБОРОЧНО- ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ В КАРТОФЕЛЕВОДСТВЕ	37
2.1 Анализ причин ограничения производительности уборочно-транспортных технологических комплексов в растениеводстве (на примере картофеля)	37
2.2 Методика оценки применения комплексов машин для осуществления уборочно-транспортных работ в растениеводстве (на примере картофеля)	38
2.3 Условия поточного выполнения уборки, транспортировки и товарной обработки плодов	42
2.4 Анализ процесса выгрузки клубней из	47

	усовершенствованного самосвального кузова ТТА	
2.5	Конструктивная схема усовершенствованного самосвального кузова ТТА	58
2.6	Выводы по второй главе	62
ГЛАВА 3	ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО САМОСВАЛЬНОГО КУЗОВА ТТА	64
3.1	Программа экспериментальных исследований	64
3.2	Экспериментальная установка и оборудование для испытаний	64
3.3	Результаты лабораторно-полевых исследований	67
3.4	Оптимизация параметров усовершенствованного самосвального кузова ТТА при выгрузке картофеля	70
3.5	Оценка достоверности результатов, полученных при моделировании и оптимизации	76
3.6	Выводы по третьей главе	84
ГЛАВА 4	ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО САМОСВАЛЬНОГО КУЗОВА ТТА	85
4.1	Экономический эффект от снижения / увеличения эксплуатационных затрат	87
4.2	Экономический эффект от снижения повреждений картофеля при их транспортировке	91
4.3	Вывод по четвертой главе	92
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	93
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	95
	ПРИЛОЖЕНИЯ	117

ВВЕДЕНИЕ

Из исследований [6, 113] видно, что до 50-60% от всего объема перевозок внутри сельскохозяйственных предприятий приходится на тракторно-транспортные агрегаты (ТТА)[29, 30]. Современное состояние сельскохозяйственного производства [39], его эффективность в значительной мере зависят от повышения производительности перевозного процесса [40], снижения затрат топливосмазочных материалов на его осуществление.

Себестоимость производимой в АПК продукции в значительной мере зависит от её повреждений рабочими органами сельскохозяйственных машин и агрегатов. Исследованиями [101] установлено, что цена целых плодов сельскохозяйственных культур на 30-50% больше, чем поврежденных. В это же время потери при хранении поврежденных сельскохозяйственных плодов из исследований [15, 85, 109] достигают 50-60% от всего количества.

Исходя из сказанного, важнейшей задачей для сельского хозяйства РФ является уменьшение повреждений его продукции при ее перемещении с поля до потребителя[128].

Работа выполнена по плану НИР ФГБОУ ВО РГАТУ на 2016-2020 гг. по теме 3 «Совершенствование технологий, средств механизации, электрификации и технического сервиса в сельскохозяйственном производстве» в рамках раздела 3.3 «Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники за счет разработки новых конструкций, методов и средств технического обслуживания, ремонта и диагностирования» (подраздел 3.3.5 «Повышение эффективности использования транспортных и технологических машин при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции и картофеля в агропромышленном комплексе»).

Степень разработанности темы. Большой вклад в исследование

аспектов снижения повреждений картофеля при его выгрузке и погрузке из ТС на внутрихозяйственных перевозках внесли ученые С.Н. Борычев, В.В. Бычков, Н.В. Бышов, Н.И. Верещагин, П.П. Гамаюнов, Д.С. Гапич, А.А. Голиков, О.Н. Дидманидзе, В.С. Заводнов, В.Н. Зернов, А.Ю. Измайлов, Н.Н. Колчин, С.Н. Петухов, К.А. Пшеченков, А.И. Ряднов, А.А. Симдянкин, А.А. Сорокин, В.И. Старовойтов, И.А. Успенский, С.Д. Фомин, Х.А. Хачатрян, В.А. Эвиев, И.А. Юхин, O'Brien M., L.L. Claurool и другие.

Цель исследований – повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок картофеля снижением его повреждений в усовершенствованном самосвальном кузове ТТА.

Объект исследования - ТТА с усовершенствованным самосвальным кузовом.

Предмет исследования - установление параметров разгрузочного процесса внутрихозяйственных перевозок картофеля.

Методология и методы исследования.Выполнение теоретических расчетов и обработка статистической информации была выполнена при помощи MathCAD15. Экспериментальные исследования технологического процесса разгрузки ТТА с усовершенствованной конструкцией самосвального кузова проводились как по общепринятым, так и частным методикам. Они выполнены с использованием теории планирования эксперимента.

Научная новизна:

- теоретически обоснованные и экспериментально уточненные параметры технологического процесса разгрузки картофеля из усовершенствованного самосвального кузова ТТА.

- конструкция усовершенствованного самосвального кузова ТТС подтвержденная патентом РФ на полезную модель №161488 «Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства» (приложение А).

Теоретическая значимость работы:

- получены научно-обоснованные параметры технологического процесса разгрузки картофеля из усовершенствованного самосвального кузова ТТА.

Практическую значимость работы составляют:

- научно-обоснованное техническое решение ТТА с усовершенствованным самосвальным кузовом, обеспечивающее снижение повреждений картофеля на внутрихозяйственных перевозках в процессе разгрузки;

- оценка технико-экономического эффекта от использования ТТА с усовершенствованным самосвальным кузовом на внутрихозяйственных перевозках в АПК.

Положения, выносимые на защиту:

- научно-обоснованное техническое решение ТТА с усовершенствованным самосвальным кузовом;

- результаты теоретических и экспериментальных исследований по уточнению параметров технологического процесса разгрузки картофеля из усовершенствованного самосвального кузова ТТА;

- результаты оценки технико-экономического эффекта применения ТТА с усовершенствованным самосвальным кузовом на внутрихозяйственных перевозках картофеля в АПК.

Достоверность результатов исследований. Для проведения и лабораторно-полевых испытаний ТТА с усовершенствованным самосвальным кузовом использовалось сертифицированное оборудование. Достоверность полученных результатов полученных теоретическим и опытным путем подтверждена низким расхождением(менее 3%) при точности 95%. Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, согласуются с результатами, опубликованными в независимых источниках по тематике исследования, и прошли достаточную апробацию в печати, на различных научно-практических

конференциях.

Реализация результатов исследования. Разработанная конструкция самосвального кузова ТТА была применена при внутрихозяйственных перевозках в ООО «Рассвет» Клепиковского района Рязанской области (приложение Б).

Вклад автора в решение поставленных задач состоит в формулировании цели работы и задач необходимых для ее достижения, определении аспектов теоретических и экспериментальных исследований, разработке конструкции усовершенствованного самосвального кузова ТТА и обосновании его параметров, постановке и проведении эксперимента.

Апробация работы. Основные положения, а также результаты теоретических и экспериментальных исследований были рассмотрены и обсуждены на научно-практических конференциях профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов ФГБОУ ВО РГАТУ (2016 - 2021 гг.), Международной научно-практической конференции Мордовского ГУ имени Н.П.Огарева (2016 г.), Международной научной конференции РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева (2016 г.).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 10 печатных работ, в том числе: 3 – в изданиях рекомендованных ВАК РФ; 1 в международной глобальной базе Scopus; 5 – в международных сборниках. Получен патент РФ на полезную модель. Общий объем публикаций составляет 5,5 печ. л., из которых 3,74 печ. л. принадлежит лично автору.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 140 наименований и приложений. Работа изложена на 123 страницах, содержит 54 рисунка, 11 таблиц и 2 приложения.

ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Роль транспортных работ в производстве сельскохозяйственной продукции

Для возделывания сельскохозяйственных культур сельскохозяйственной продукции необходимы большие энергетические и трудовые затраты [12, 31, 32, 49].

Транспорт при этом имеет первостепенное значение [33, 35]. Только на перевозку сельскохозяйственной продукции приходится от 25% до 40% всех затрат, приходящихся на ее перемещение до потребителя с поля. Транспортный процесс в сельском хозяйстве в основном выполняется автомобилями и тракторами с прицепами [110].

Порядка 50-60% всего объема внутрихозяйственных перевозок в АПК РФ при перемещении сельскохозяйственных грузов выполняется тракторными транспортными агрегатами [13, 29, 30].

Согласно данным Минтранса РФ грузооборот в зависимости от вида транспорта имеет следующий вид (табл. 1).

Таблица 1.1 – Распределение объемов перевозки грузов по видам транспорта (млн. тонн)

Вид транспорта	Январь - декабрь 2019 г.	Январь - декабрь 2020 г.
железнодорожный	1279,4	1244,6
автомобильный	5735,3	5404,7
морской	18,507	24,597
внутренний водный	108,2	108,9
воздушный	1,147	1,174

Основной связующей частью технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур [34] является работы,

связанные с транспортированием различных предметов, веществ, и жидкостей без которых осуществление любой операции невозможно.

Среди операций возделывания картофеля по общим затратам первое место занимает уборка (60-70%) [7]. А среди уборочных технологических операций [22, 100] одно из ведущих мест занимает перемещение свежесобранной клубней картофеля, что составляет примерно 10-12 процентов от общего объема работ [90].

Для вышеупомянутой цели в настоящее время применяются универсальные грузовые ТС (табл. 1.2), не приспособленные для данного вида работ. Поэтому 46% всех грузов перевозится ТТА [25, 93].

Рациональным вариантом является применение ТТА при грузоперевозке на расстоянии 5...10 км [5, 23].

Таблица 1.2 – Транспортные средства, применяемые при машинной уборке картофеля [54, 135].

Марка и модель	Грузоподъемность, т
Самосвал ГАЗ – 3309	4,5
Самосвал ГАЗ – САЗ – 4509	4,25
Самосвал ЗИЛ – ММЗ – 4563	5,7
Самосвал ЗИЛ – 433360	6
Самосвальный тракторный прицеп ЗПТС – 6,5	6,5
Самосвальный тракторный прицеп 2ПТС – 4М	4

Тракторные прицепы наиболее эффективно могут быть использованы на пересеченной местности сельскохозяйственных угодий [29, 30]. В этом случае поверхность пути следования машины имеет волнообразный характер. При движении груженого транспортного средства (особенно прицепа или полуприцепа) наблюдаются дополнительные колебания [124]:

вливание кузова, раскачивание в вертикальной плоскости и прочее. Рассматриваемая ситуация усугубляется при скоростях движения ТС более 15 км/ч, что приводит к дополнительному повреждению свежесобранной продукции [18].

Процесс колебания ТТА постоянно сопутствует выполнению перевозочного процесса, меняется лишь его интенсивность. Поэтому функционирование трансмиссии, ходовой части ухудшается, как и динамические и эксплуатационные показатели применяемых агрегатов.

1.2. Транспортные средства АПК

В связи с постоянным ростом в последнее время объемов производимой продукции в сельском хозяйстве возрастёт и грузооборот [4]. Поэтому актуальным является вопрос: как и чем, возить сельскохозяйственные грузы, чтобы не снизить эффективность производства в целом [2, 95,96].

Самосвалы различной грузоподъёмности, иногда строительного назначения применяются на перевозках в АПК [58]. В этом случае требуются дороги, имеющие твердое покрытие практически до всех полей. Поэтому ввиду лишних проездов уборочных агрегатов к автомобилю на край поля возрастают потери урожая, а вместе с этим затраты средств. А проезд многотонной машины по пашне влечет за собой значительное уплотнение почвы, что влечет значительное повышение затрат ГСМ при последующих операциях по основной и предпосевной обработке значительных участков земли. И это, несомненно, скажется на урожае в будущем. Установлено, что уменьшение урожая зерновых культур на 8-13% объясняется, в том числе уплотнениями почвы. Поставленные специально опыты в различных странах показали, что урожай клубней картофеля уменьшается на 10-50% [11, 112] из-за уплотнения суглинка пылевого - иловатого движителями транспорта, если они воздействуют на него давлением 20 Н/см². Повышение эффективности перевозочного процесса возможно, если ТС подъезжает

вплотную к уборочному агрегату [41]. Поэтому ТС должно иметь емкость кузова кратную объему бункера уборочной машины, соответствующую проходимость и незначительно уплотнять почву [19].

На данном этапе технического развития, современные транспортные средства не в полной мере удовлетворяют предъявляемые к ним требования [3, 57]. В том числе и большинство автомобилей на шасси ГАЗ-САЗ, УРАЛ, КАМАЗ. Наибольший приоритет в данном вопросе отдают специализированным транспортным средствам.

Предприятия АПК России не имеют достаточного количества ТС соответствующих всем условиям сельскохозяйственного производства [26, 88]. А количество автомобильных самосвалов грузоподъемностью от 2 до 8 тонн в 2 раза меньше требуемого количества [20, 27]. Этот дефицит восполняется в основном транспортными средствами, не отвечающими агротехническим требованиям.

Организация вывоза свежесобранного картофеля осуществляется с учетом имеющейся в хозяйстве транспортной техники.

Так, к примеру, особенно часто в картофелеводческих хозяйствах используются автосамосвалы или ТТА с прицепами / полуприцепами [48]. С целью повышения производительности процесса перевозки клубней картофеля, в последнее время активно стал использоваться транспорт повышенной грузоподъемности [72, 75].

В последние годы на полях РФ стали появляться грузовые автомобили —УРАЛ сельскохозяйственного назначения (рис. 1.1).

Новым в конструкции этих машин является то, что кабина выдвинута заметно вперед, а двигатель смещен в колесную базу за кабину. При этом коробка перемены передач объединена с мотором. При этом получили решения следующие цели. Во-первых, распределение нагрузки между передней и задней осями получилось примерно пятьдесят на пятьдесят. А во-вторых, появилась возможность отказа от откидной кабины, что позволило устранить ее самопроизвольное открывание. Кроме того снизилась

трудоемкость операций ТО по двигателю[99].



Рисунок 1.1 – Использование автомобиля Урал – 432091 для вывоза свежесобранного картофеля

На серийно выпускаемом шасси грузового автомобиля УРАЛ могут применяться различные сменные кузова (рис. 1.2). Преимущество такой конструкции обусловлено тем, что она может использоваться без дополнительного оборудования на различных сельскохозяйственных работах, которые носят сезонный характер [98].

Автомобиль-самосвал, с.-х. назначения, 4x4, грузоподъемность 6 т	Автомобиль для перевозки силоса и сенажа с гидрофицированным задним бортом	Автомобиль – загрузчик зерна	Автомобиль – передвижная мастерская
Автомобиль с оборудованием для внесения жидких удобрений	Автомобиль для внесения твердых органических удобрений	Автомобиль для внесения минеральных удобрений	Автомобиль-опрыскиватель
Автомобиль-цистерна для воды и молока	Автомобиль для перевозки корнеплодов	Автомобиль с цистерной для ГСМ	Автомобиль с буровой установкой

Рисунок 1.2 – Модельный ряд сменных кузовов для шасси Урал – 432091

Кроме того, широкопрофильные шины с регулировкой давления водителем оказывают воздействие на поверхность поля с усилием около 0,145 МПа, что сопоставимо с давлением колес тракторов или самоходных уборочных машин. При этом обеспечивается соответствие установленным границам по данному показателю агротехнических требований. В тоже время такие шины способствуют повышению маневренности и проходимости, получению сравнительно низкого расхода топлива (19л / 100км) и конкурентоспособной стоимости владения.

При уборке картофеля к транспортным средствам предъявляются следующие требования:

1. - Повреждения при перевозке картофеля должны соответствовать агротехническим требованиям [103, 137].
- 2.- Повышение производительности.
3. - Уменьшение негативного влияния на почву.
- 4.- Уменьшение простоев при погрузке и разгрузке.

Для уменьшения количества клубней получивших механические повреждения при загрузке кузова транспортного средства [121] применяются различные гасители энергии падения клубней [106]. Так на рисунке 1.3. представлен тракторный прицеп, оборудованный подобным техническим решением.



Рисунок 1.3 – Устройство для гашения энергии падения клубней в кузов самосвального полуприцепа

Если проводить классификацию, то можно выделить 2 основных вида гасителей: ленточного типа (рис. 1.4) и полотняного (рис. 1.5).

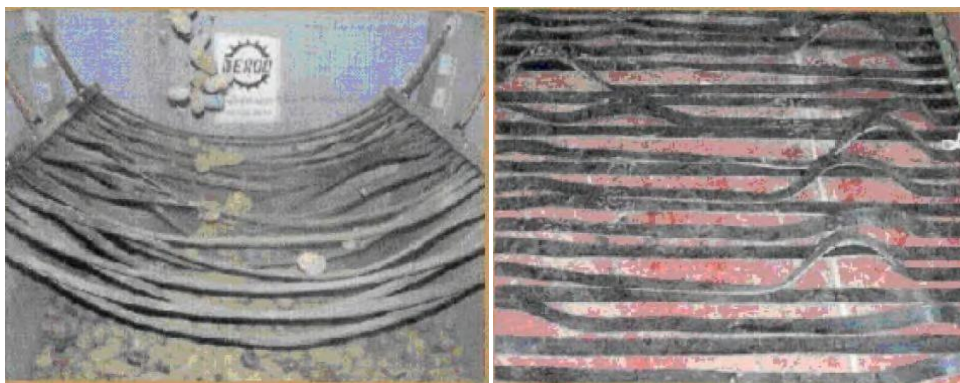


Рисунок 1.4 – Ленточные устройства для гашения энергии падения клубней в кузов транспортного средства



Рисунок 1.5 - Полотняный гаситель энергии падающих клубней

Так на рисунке 1.6 представлен процесс перегрузки свежесобранного картофеля в кузов транспортного средства. При этом в конструкции последнего применяется гасители энергии падения клубней ленточного типа.



Рисунок 1.6 – Процесс загрузки кузова ТС с устройством для гашения энергии падения клубней

Производимые в РФ картофелевозы могут также возить свеклу, морковь, лук и некоторые зерновые культуры (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Саморазгружающийся кузов и прицеп Балт «Гранд – Полевик»

В процессе разгрузки самосвального кузова транспортного средства необходимо учитывать перепад высот (между днищем кузова ТС и основанием, на которое производится разгрузка) [139]. В противном случае клубни, падая на неупругую поверхность, будут получать механические повреждения (ушиб мякоти и сдир кожуры) [111, 137].

Например, некоторые кузова транспортных средств оснащены донными транспортерами, позволяющими производить клубни максимально бережно. На рисунке 1.8 представлен процесс разгрузки автомобиля БАЛТ-Гранд-Полевик.



Рисунок 1.8 – Процесс разгрузки кузова БАЛТ-Гранд-Полевик

К преимуществам данной конструкции кузова можно отнести следующее:

- исключается перепад высот при выгрузке клубней;
- картофельный ворох выгружается без наклона грузовой платформы – не требуются высокие потолки в помещении картофелехранилища;
- ворох подается порционно и зависит от производительности донного транспортера.

При этом полное опустошение кузова транспортного средства варьируется в интервале от 5 до 6 минут.

Появилась новая модель полуприцепа-картофелевоза (рисунок 1.9). Эта модель получила заводское обозначение –Тонар-95235 [116]. Объем кузова составляет 47 кубических метров, он оборудован донным транспортером для бережной выгрузки легкоповреждаемого сельскохозяйственного груза плотностью до 800 кг/м^3 .



Рисунок 1.9 – Полуприцеп Тонар – 95235 с донным транспортером для разгрузки клубней [116]

Разгрузка с использованием донного транспортера является ее преимуществом, позволяющим сравнительно быструю и без другого дополнительного оборудования опорожнить кузов. Привод может осуществляться от внешней электросети и от гидравлической системы автомобиля.

При этом конструкция кузова транспортного средства подразумевает установку специального защитного козырька, предотвращающего повреждение донного транспортера при загрузке (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 – Устройство кузова полуприцепа «Тонар – 95235»

При попадании клубней в процессе загрузки транспортного средства на защитный козырек, они могут получать травмы [106, 121]. С целью недопущения данного явления может быть применено следующее решение (рис. 1.11).



Рисунок 1.11 - Покрытие демпфирующим материалом защитного козырька донного транспортера

Как и у других производителей транспортных средств, установка ударогасящих ремней является опциональной функцией.

Помимо дополнений и всевозможных опций (гасители падения энергии клубней либо выгрузные устройства кузовов транспортных средств) к серийно выпускаемым универсальным транспортным средствам ведутся разработки и узкоспециализированных аналогов. Так, например, учеными ВИМа было разработано техническое решения для повышения эффективности вывоза свежесобранного картофеля с поля при одновременном снижении повреждения клубней. Комплекс технических средств включает в себя (рис. 1.12):

- мобильную автосистему для транспортировки сменных кузовов (грузоподъемностью 16 либо 20 тонн);
- сменные кузова повышенной вместимости либо тракторные полуприцепы грузоподъемностью 16 тонн.



Рисунок 1.12 – система ВИМЛИФТ

На выбор заказчику предоставлялся целый ряд различных сменных кузовов (рисунок 1.13), предназначенных для выполнения большинства задач в сельском хозяйстве (связанных с перевозкой груза различного вида).

Представленный выше обзор наглядно показывает высокий технический уровень не только универсальных, но и специализированных

транспортных средств [38], применяемых в сельском хозяйстве.



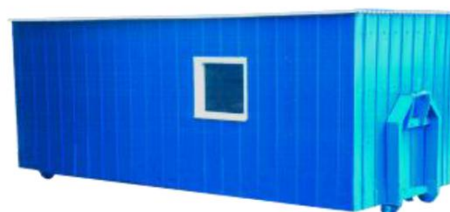
Универсальный кузов



Цистерна



Кузов с гидробортом



Жилой модуль



Низкобортовый кузов



Платформа

Рисунок 1.13 – Сменные кузова системы ВИМЛИФТ

Схема работы системы ВИМЛИФТ представлена на рисунке 1.14.

Исследованием вопроса технического обеспечения сельскохозяйственного производства (в частности возделывания картофеля) занимались в свое время такие ученые как Н.Н Колчин, К.А. Пшеченков, С.С Трубочев и других ученых [21, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 82, 85, 86, 87, 114, 130, 131]. Был разработан и запатентован целый ряд перспективных технических решений в области уборки и транспортировки картофеля [59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 92].

В различных аграрных ВУЗах страны в рамках выполнения НИОКР разрабатываются и проходят испытания перспективные образчики техники [42, 56, 92], способные значительно повысить уровень выполняемых работ. В конструкциях транспортных средств, в первую очередь самосвальных и

саморазгружающихся находят применения современные материалы и технические решения, разрабатываются опционально устанавливаемые устройства приспособления и прочее. более подробно рассмотрим их ниже в данной главе диссертационного исследования.

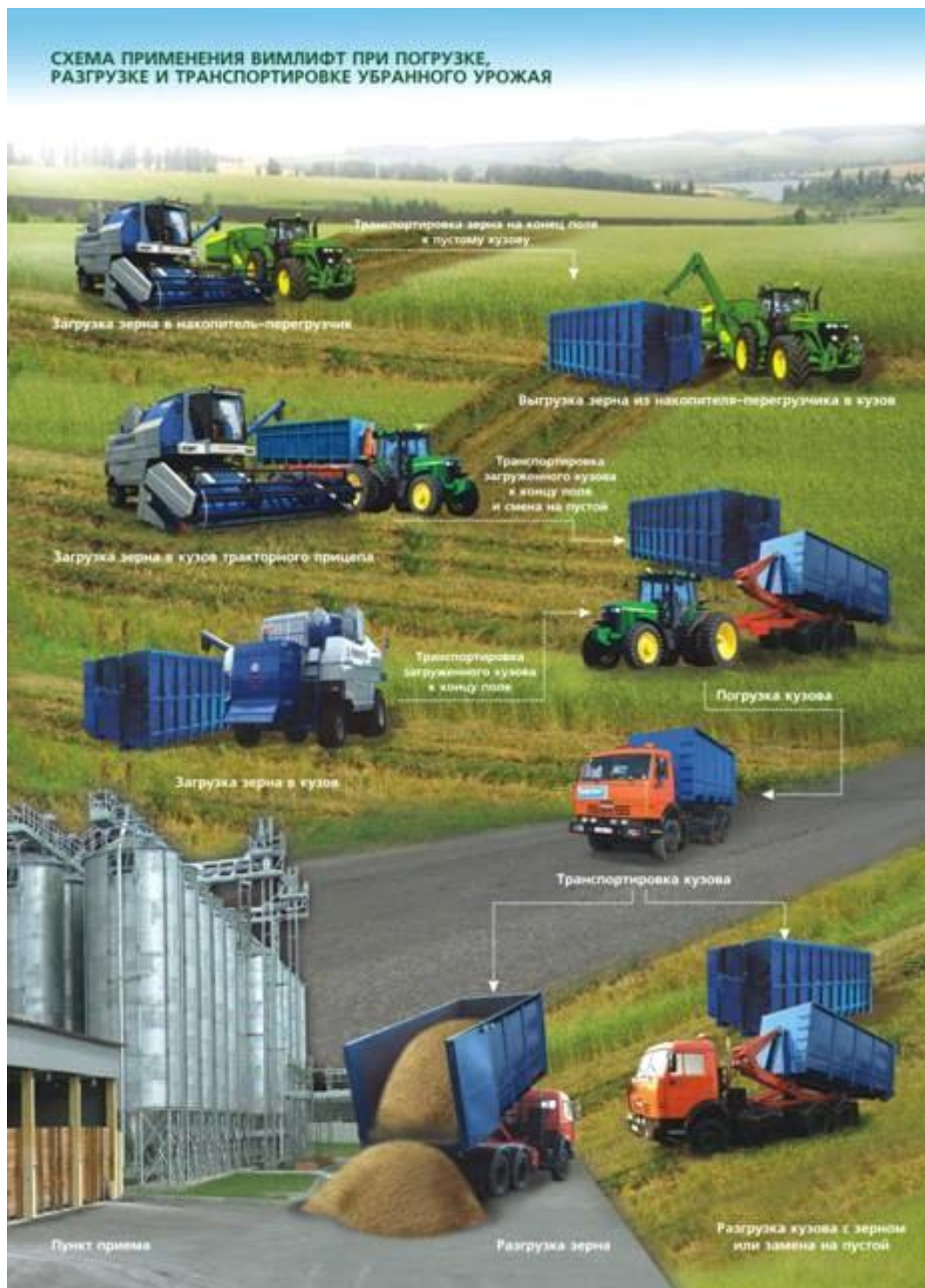


Рисунок 1.14 – Принцип функционирования системы ВИМЛИФТ

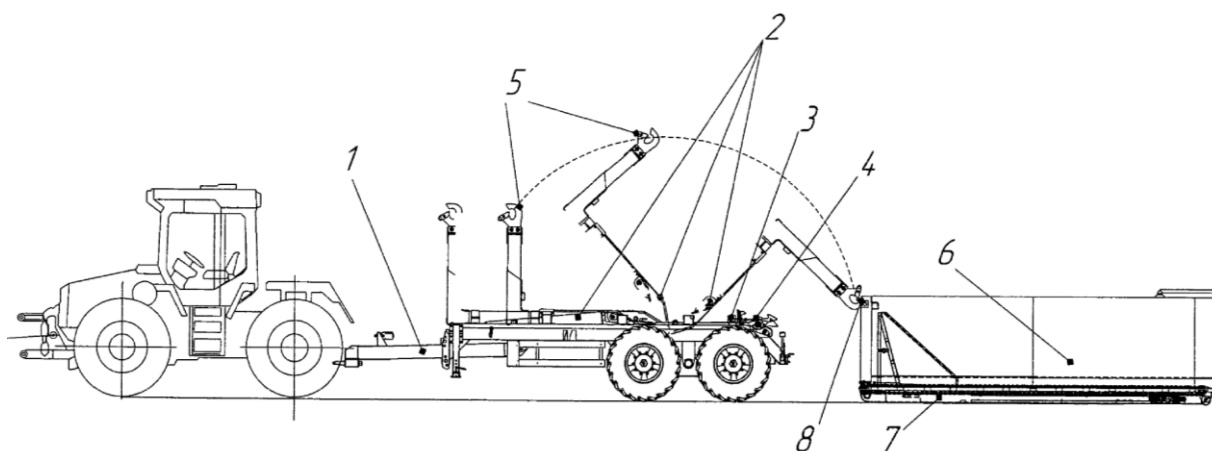
Имеются аналогичные технические решения, разработанные и

запатентованные сотрудниками научных и научно-исследовательских учреждений.

Так существует конструкция транспортного средства со сменными кузовами [107] (рис. 1.5). Отличительными особенностями которого являются:

- ТС имеет устройство для выталкивания груза из кузова с приводом от тягово-сцепного устройства;

- дно кузова ТС подвижное и позволяет выгружать перевозимую продукцию без опрокидывания.



- 1 – шасси; 2 – погрузочно-разгрузочный механизм; 3 – замок;
4 – опорный ролик; 5 – тягово-сцепное устройство; 6 – сменный кузов;
7 – лонжерон; 8 – сцепная скоба.

Рисунок 1.15 – ТС со сменным кузовом для перевозки картофеля

Предложенная конструкция ТС позволяет свести к минимуму количество перевалок груза, а также обеспечить бережную выгрузку продукции из кузова [9].

Рассмотренные выше специализированные ТС, применяемые для осуществления внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции позволяют добиться снижения повреждения [103, 123, 138] и потерь собранного урожая, например, картофеля.

При этом узкая их специализация не позволяет найти применение

подобным транспортным средствам при выполнении других сельскохозяйственных работ [73, 76, 78, 79].

1.3. Снижение повреждений сельскохозяйственных грузов при их транспортировке

Процесс вывоза свежесобранного урожая с поля может быть затруднен сложными дорожными условиями. При внутрихозяйственных перевозках кузов грузового ТС совершает постоянные колебательные движения [124]. Это может привести к повреждению перевозимого груза, особенно на больших расстояниях. Сейчас в стране много дорог с плохим покрытием. И по ним вынуждены ездить транспортные средства с сельскохозяйственной продукцией. При увеличении скорости движения транспортного средства начинает снижаться его плавность. Это способно привести к повреждению части или всех транспортируемых сельскохозяйственных культур [132].

Среди возможных негативных факторов при перевозке сельскохозяйственной продукции можно назвать вибрацию. К ней приводит изменение скорости перемещения, движение по неровной дороге изменение направления перемещения машины [10, 91]. К повреждению транспортируемого груза могут привести даже единичные недостатки дорожного покрытия, не говоря о часто возникающих. К числу негативных факторов относится, в том числе резкое торможение по причине появившихся на пути дорожных ям на отдельных участках, отрицательно сказывается и быстрый разгон и т.п.

Негативно сказывается на состоянии сельскохозяйственного груза в числе прочего движение транспорта по недостаточно ровной дороге. Плохо даже если на дороге присутствуют единичные неровности [91]. Это отрицательно сказывается как на перевозимом грузе, так и на состоянии самого транспортного средства.

Довольно часто на практике происходит увод прицепа машины в сторону во время движения. Важно, чтобы ширина полосы движения

транспортного средства не превышала 3% от внешней ширины кузова прицепа или трактора. На практике из-за происходящих колебаний во время движения меняются различные параметры транспортного средства. Для обеспечения нормального движения автомобиля важно, чтобы дорога была достаточно ровной, то есть без ям и неровностей. В таком случае можно без труда довести сельскохозяйственную продукцию в пункт назначения. Но на практике так происходит не так уж часто. На качество перевозки среди прочего влияет влажность и непостоянная твердость дорожного покрытия.

В виду того, что перевозимая сельскохозяйственная продукция имеет небольшую объемную массу, происходит возрастание виброускорений колебаний груза в кузове ТС, увеличению высоты и количества его подбросов, перемещаемых и приводящих впоследствии к дополнительным механическим повреждениям [6, 74, 77, 105].

Три наиболее часто встречаемые в настоящее время в картофелеводческих хозяйствах РФ способа уборки картофеля:

1) Уборка картофеля комбайном элеваторного типа и загрузка клубней в рядом идущее ТС.

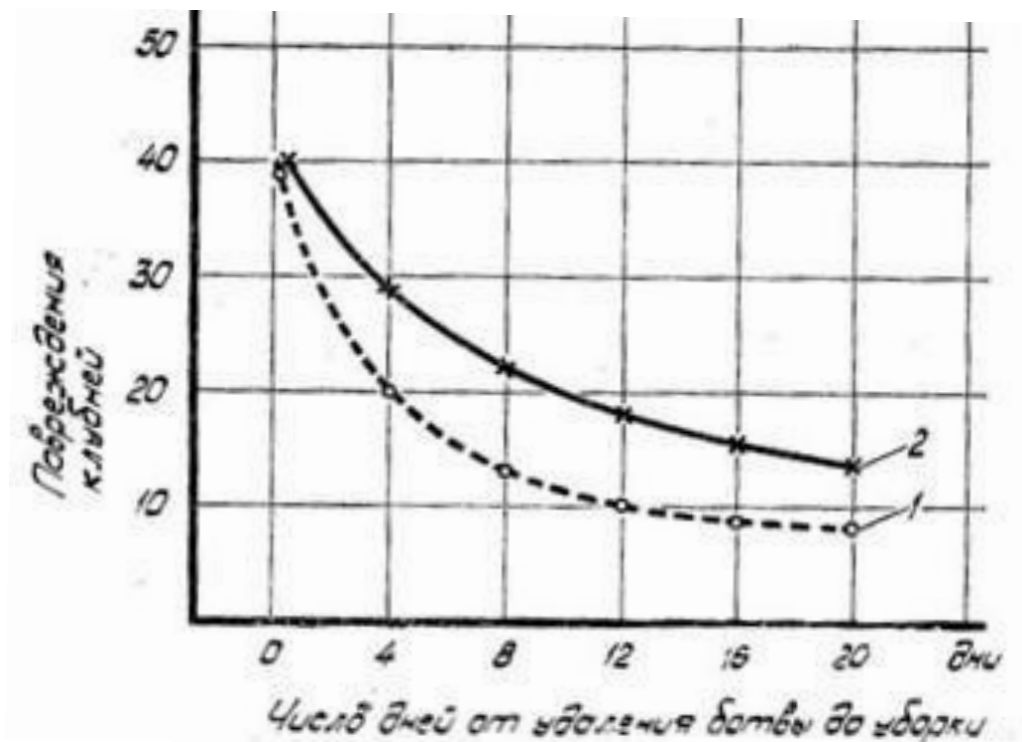
2) Уборка картофеля осуществляется комбайном бункерного типа. После его заполнения, собранный урожай выгружается в самосвальное или саморазгружающееся ТС.

3) Уборка клубней картофелекопателем или копателем-валкоукладчиком, с последующим ручным их подбором.

Основными критериями, отвечающими за выбор технологии проведения уборочных работ [55, 108, 115, 134], являются в первую очередь финансовые и трудовые возможности сельхозпроизводителя.

Бывают такие почвенно-климатические условия, когда комбайны не могут при своем функционировании соблюдать агротехнические требования к уборке картофеля. В принципе это неординарный случай, когда в технологии машинной уборки урожая нет достаточно эффективной альтернативы картофелекопателю с последующим сбором клубней вручную.

Снижение механических повреждений урожая применяемыми техническими средствами при уборке возможно (по данным К. А. Пшеченкова) (рис 1.16) [85] при предварительном удалении ботвы, и в частности применя химический способ.

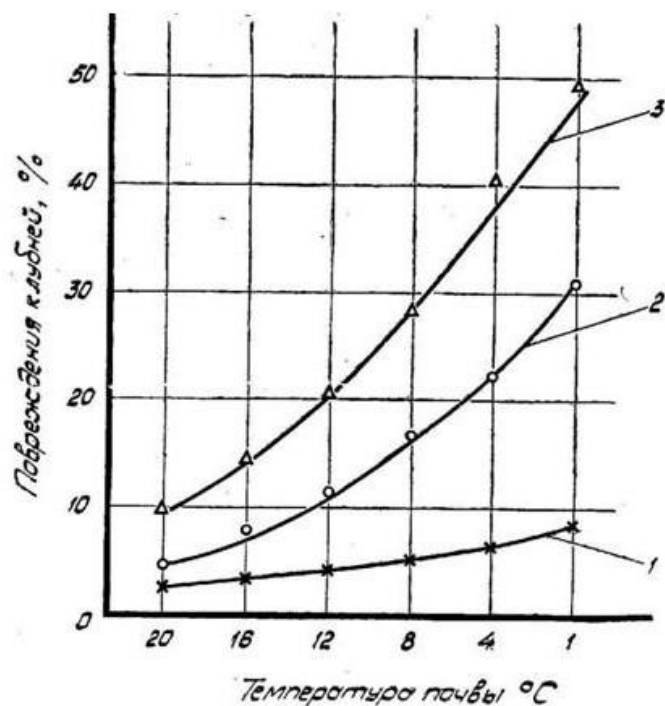


1 – химическое удаление ботвы; 2 – механическое удаление ботвы.

Рисунок 1.16 - Зависимость доли клубней с механическими повреждениями от числа дней после удаления ботвы

Общеизвестно, что увеличение механических повреждений клубней имеет обратную связь с температурой почвы (рис. 1.17) [86].

На повреждения, наносимые урожаю картофеля влияют не только применимые машины и температура почвы, но и вопросы, связанные с используемыми технологическими операциями: послеуборочная доработка, загрузка в хранилище и параметры самого хранения. Но в то же время исследования потемнения мякоти от ударов, проведенные Н.И. Верещагиным [14, 15] показали, что значительное влияние на усиление данного процесса оказывают влажность и температура воздуха, так как он прогревается гораздо быстрее почвы и самого картофеля (рис. 1.18).



1 – сдир кожуры; 2 – внутренние повреждения клубней; 3 – общие величина повреждений.

Рисунок 1.17 - Связь количества клубней с механическими повреждениями от температуры почвы

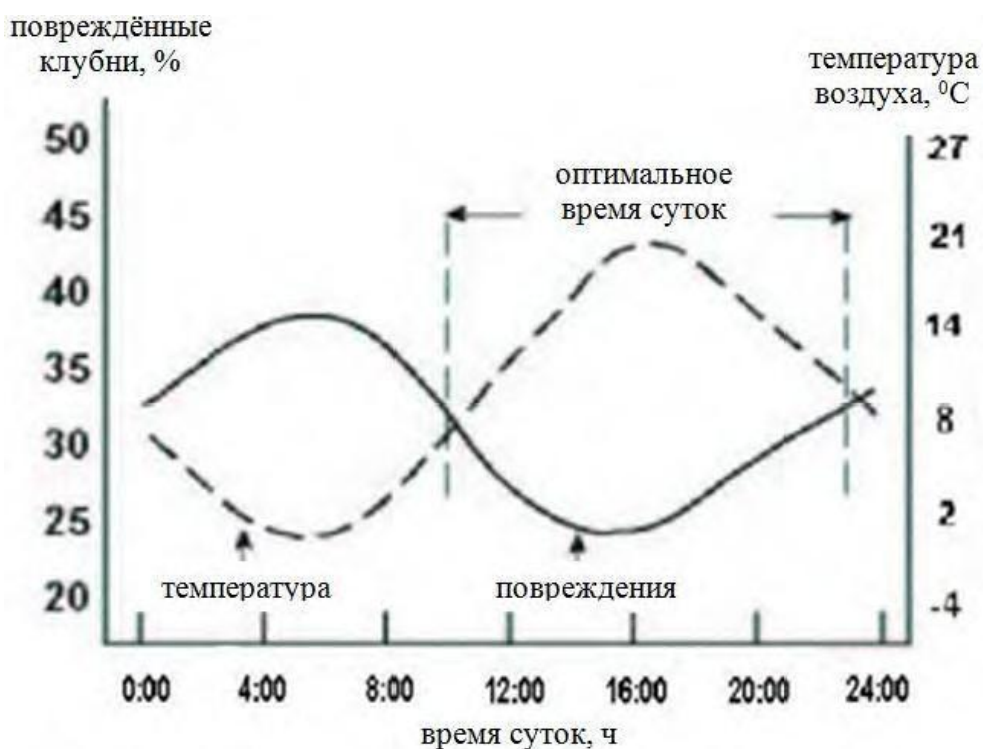


Рисунок 1.18 – Зависимость доли клубней с механическими повреждениями от температуры окружающего воздуха

Число и тип применяемых картофелеуборочных комбайнов в значительной мере определяют организацию сбора урожая [129].

Сменная выработка при одном уборочном агрегате в основном зависит от обеспеченности ТС. Их количество в основном определяется длиной пути с грузом, временем разгрузки емкости бункера комбайна и урожайностью картофеля. При этом организация уборочно-транспортного комплекса должна обеспечивать бесперебойную работу техники [102, 117, 133].

Установлено, что для достижения наивысшей производительности одного комбайна следует иметь два автомобиля (или более, в зависимости от места складирования свежесобранного картофеля), которые перевозили бы картофель с поля к местам послеуборочной обработки и хранения. Групповой же способ возможен при совместном функционировании двух или более комбайнов. [16, 17, 21].

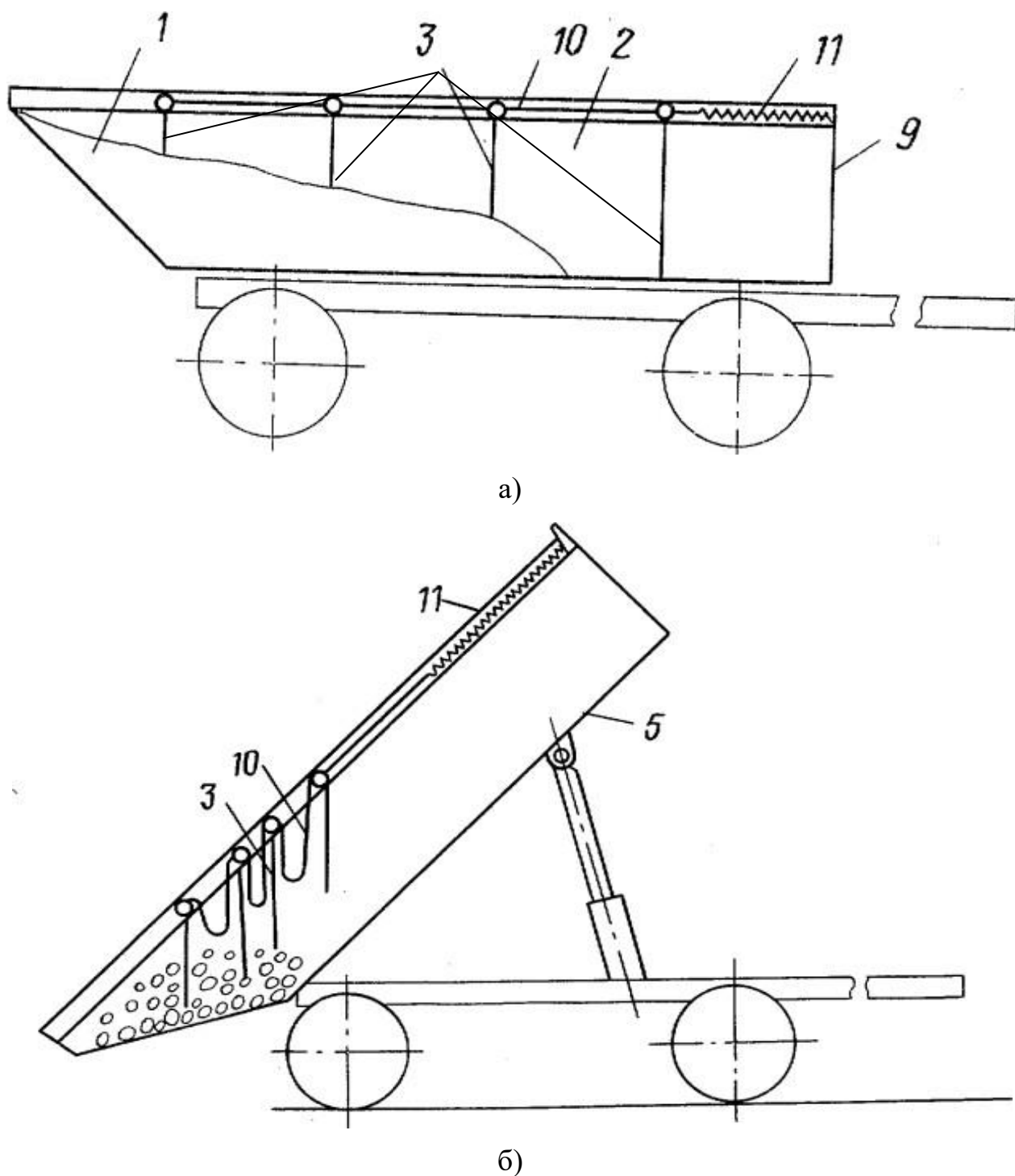
При этом существуют следующие варианты работы техники: на самостоятельных загонах, расположенных друг возле друга или их движение вслед друг за другом.

Исходя из этого, следует, что имеется возможность один и ряда существующих способов уборки, который обеспечит минимальное количество продукции с механическими повреждениями, подобрав набор машин, отвечающих агротехническим требованиям в конкретных складывающихся условиях производства [44].

1.4. Перспективные конструкции самосвальных кузовов транспортных средств

В настоящее время в картофелеводческих хозяйствах, как РФ, так и в мире можно встретить различные конструкции самосвальных или саморазгружающихся транспортных средств. Причем некоторые из них имеют узкую специализацию – перевозку легкоповреждаемой продукции [104].

В ходе проведенного патентного поиска была выявлена подобная конструктивная схема самосвального кузова ТС (рис. 1.19) [1].



а – в транспортном положении; б – при разгрузке.

1 – кузов; 2 – продольная перегородка; 3 – поперечные перегородки;
 5 – дно кузова ТС; 9 – передний борт; 10 – трос; 11 – пружина.

Рисунок 1.19 – Схема самосвального кузова транспортного средства
 (вид сбоку)

Рассматриваемая конструкция включает жестко установленные передний 2, задний 3, а так же боковые борта [1].

Внутреннее пространство кузова зонировано продольной неподвижной перегородкой 2 и поперечными подвижными перегородками 3 [1].

Продольная перегородка и поперечные перегородки образуют секции, препятствующие неконтролируемому скатыванию клубней при опрокидывании самосвального кузова ТС при разгрузке [1].

При этом все внутренние поверхности покрыты упругим материалом. Это позволяет снизить повреждения клубней при загрузке [1].

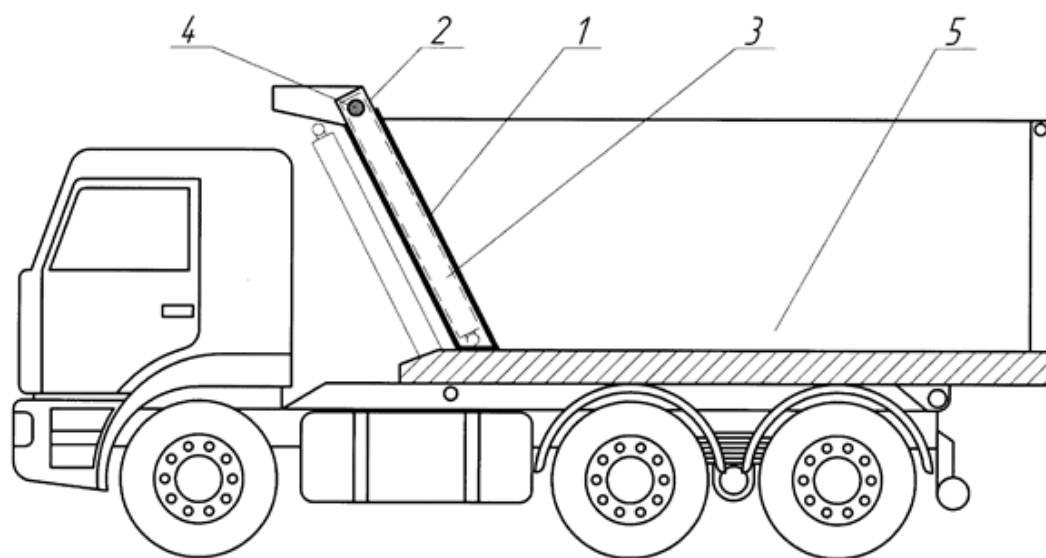
Известна конструкция самосвального кузова ТС с выдвигным бортом (рис. 1.20) [62].

Отличительная особенность рассмотренной конструкции ТС заключается в том, что благодаря выдвигному борту для полной выгрузки перевозимой продукции требуется меньший угол опрокидывания самосвального кузова. В результате чего клубни картофеля перемещаются с меньшим ускорением (в сравнении с серийным ТС) и следовательно меньше повреждаются [104].

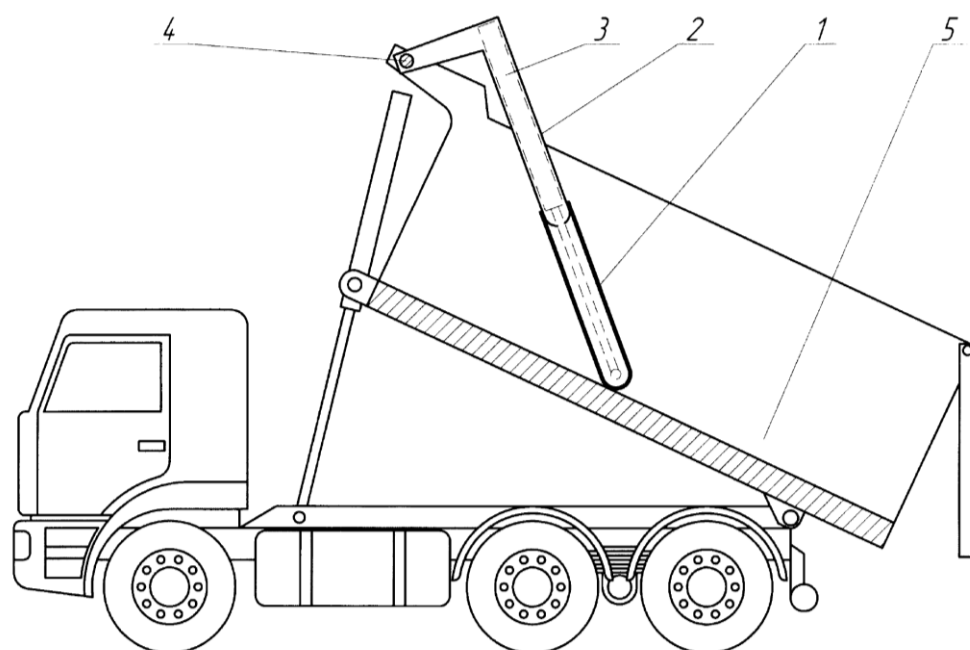
Только на применении энергосберегающих технологий [36, 108] и техники с высокой производительностью должно быть ориентировано современное развитие сельского хозяйства, чтобы в будущем оно могло бы накормить все человечество [28]. Увеличение мощности двигателя используемых в сельскохозяйственном производстве тракторов с колесными движителями, является неременным условием решения данной задачи. Одной из важных проблем при этом является вырастающая эффективность функционирования тракторно-машинных агрегатов, за счет улучшения показателей их эксплуатации [51, 80, 81, 118].

Поэтому сотрудниками ФГБОУ ВО РГАТУ для обеспечения выгрузки сельскохозяйственных грузов с соблюдением агротехнических требований была разработана конструкция кузова самосвального тракторно-

транспортного агрегата для [59, 119, 120] перемещения внутри сельскохозяйственных предприятий урожая, повреждаемых при этом возделываемых на селе культур (рис. 1.21).



а)



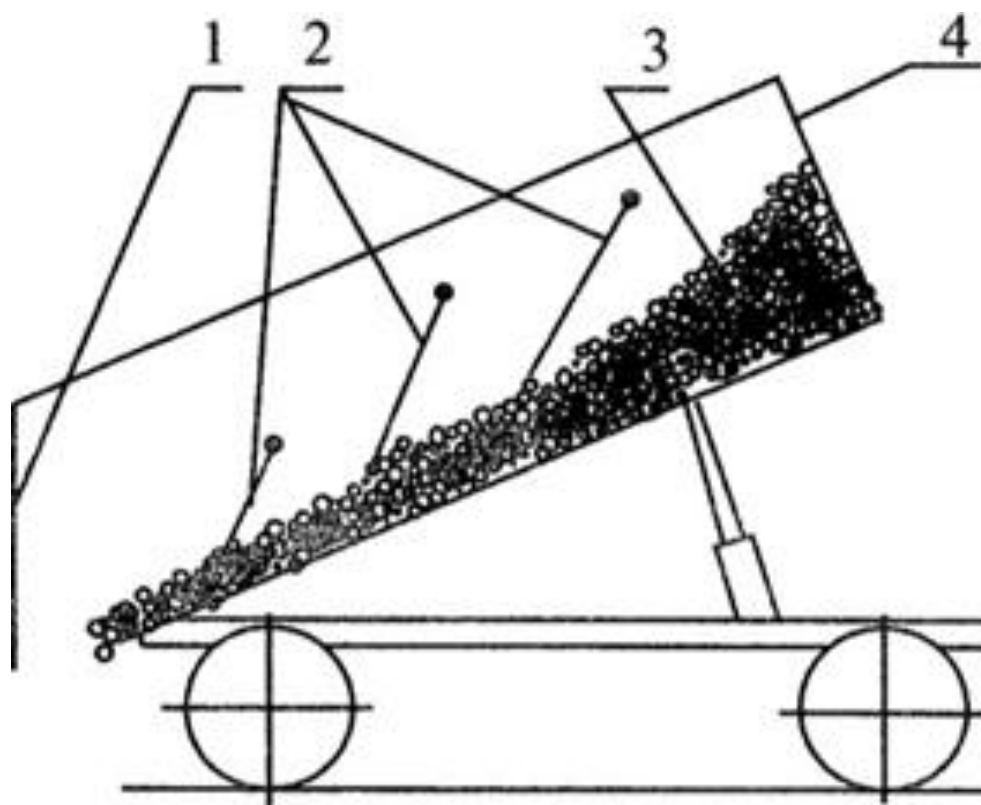
б)

а) в транспортном положении; б) в процессе разгрузки

1 – стеновая панель; 2 – телескопическая стойка; 3 – гидроцилиндр;

4 – шарнирное соединение; 5 – кузов

Рисунок 1.20 – Схема самосвального кузова транспортного средства (в процессе разгрузки)



1 – задний борт откидной; 2 – поперечные подвижные перегородки;
3 – дно кузова ТС; 4 – передний неподвижный борт

Рисунок 1.21 –Схема самосвальный кузов ТС [59]

В данной конструкции задний борт 1 является откидным. Внутреннюю часть кузова разделяет продольная перегородка, жестко соединенная с передним бортом [59]. Поперечные перегородки 2, размещённые на разной высоте относительно дна 3 и имеют возможность поворачиваться вокруг своих осей 5.

С обеспечения возможности ограничения их перемещения в осях 5 установлены стопорные пальцы 6.

Опытный образец самосвального кузова транспортного средства [59] был испытан в период массовой уборки картофеля на полях Рязанской области. Полученные технологические и эксплуатационные показатели его работы подтвердили эффективность данного решения.



1 – откидной борт; 2 – поперечные перегородки; 3 – дно кузова ТС;
 4 – передний неподвижный борт самосвального кузова; 5 – оси вращения поперечных перегородок; продольная неподвижная перегородка.
 Рисунок 1.22 –Общий вид опытного образца самосвального кузова ТС [59]

Работа самосвального кузова, представленного на рисунке 1.22, осуществляется в следующей последовательности.

Первоначально происходит откидывание заднего борта 1, при помощи воздействия на него оператора машины. Затем следует опрокидывание кузова назад. В результате чего часть картофельного вороха выгружается на поверхность пола – иначе говоря, те клубни, которые были расположены между задним откидным бортом и поперечной перегородкой [59].

После этого из кузова выгружается та часть продукции, которая расположена выше осей 5 перегородок. Под действием давления вороха клубней поперечные перегородки совершают вращение вокруг осей 5. Данный процесс протекает до тех пор, пока пальцы бне прекратят их движение (вращение поперечных перегородок вокруг своих осей). В итоге начинают открываться последовательно друг за другом поперечные

перегородки. Это дает возможность разгружаемой продукции перемещаться достаточно равномерно.

Данное техническое решение ТС [59] при сравнительном исследовании с серийной машиной, принятой за прототип способствует уменьшению повреждений груза и повышает показатели выполняемого процесса.

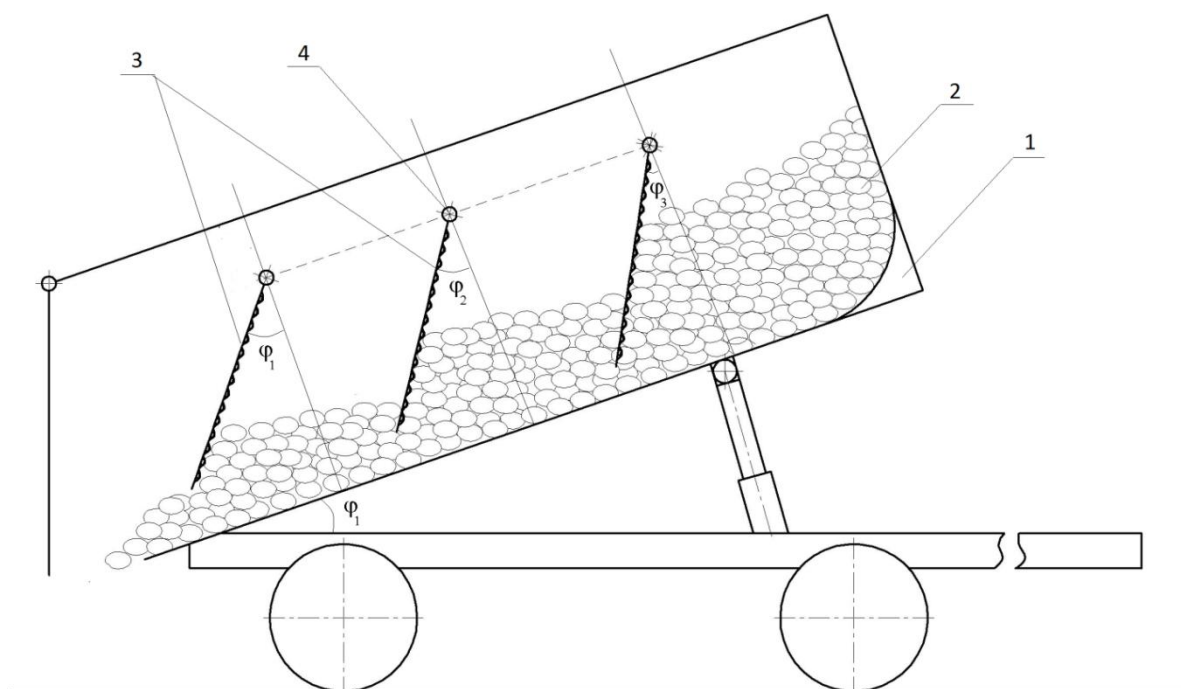
Возможность фиксации подвижных поперечных перегородок при разгрузке в разных положениях с плавным уменьшением угла открытия позволяет добиться равномерной разгрузки, что, несомненно, сокращает количество повреждений сельскохозяйственной продукции. К сожалению, значительно снизить затраты перевозочного процесса при одновременной непрерывной выгрузке всего лишь через задний борт в складских строениях, имеющих небольшую территорию, этим разработанным преимуществом не представляется возможным.

В виду отсутствия механизма управления открытия поперечных перегородок, был разработан следующий самосвальный кузов транспортного средства.

Приняв во внимание все выявленные в ходе аналитического обзора технических решений недостатки конструкций, был запатентован следующий кузов транспортного средства (рис. 1.23) [65].

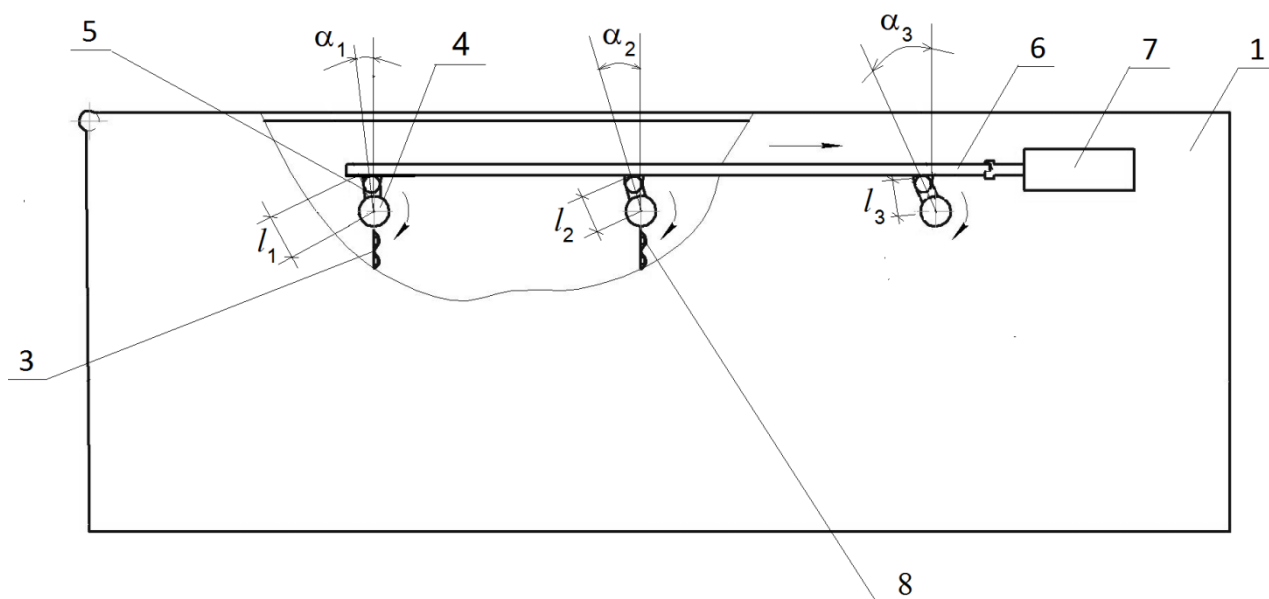
В данном техническом решении приведение в действие поперечных перегородок осуществляется при помощи гидропривода машины. При этом стоит учесть, что каждая поперечная перегородка открывается в определенный момент времени, а образующийся при этом зазор (между поперечной перегородкой и дном кузова ТС) имеет различную высоту.

Благодаря предложенным решениям обеспечивается возможность порционной выгрузки картофельного вороха, минуя эффект сводообразования. При этом контроль данного процесса не позволяет клубням развивать скорости на которых они могут получить механические повреждения (при контакте с не упругими поверхностями или от соударения с другими клубнями).



1- кузов ТС, 2 – картофельный ворох; 3 – поперечные перегородки; 4 – оси вращения поперечных перегородок.

Рисунок 1.23 – Вид сбоку самосвального кузова ТС



1 – кузов; 3 – поперечная перегородка; 4 – ось поперечной перегородки; 5 – консоль; 6 – шток гидроцилиндра; 7 – корпус гидроцилиндра; 8 – нежесткое противоскользящее покрытие.

Рисунок 1.24 – Механизм привода поперечных перегородок самосвального кузова ТС

Механизм привода открытия поперечных перегородок самосвального кузова ТС приведен на рисунке 1.24.

Подводя промежуточные итоги, можно сделать выводы, что рассмотренные конструкции самосвальных кузовов ТС находятся на высоком техническом уровне. На рынке представлен широкий выбор всевозможных решений в области обеспечения транспортных работ при машинном производстве картофеля[37]. При этом выделяется один существенный недостаток, а именно отсутствие дополнительных (опциональных) устройств, позволяющих повысить эффективность работы транспорта[122].

В связи с этим весьма перспективным направлением развития конструкций самосвальных кузовов ТС является дооснащение универсальных моделей техники специализированными устройствами [84].

1.5. Выводы по первой главе

Анализ рассмотренных в диссертационном исследовании работ позволили установить следующее:

1. Проблема низкой производительности уборочно-транспортно-разгрузочного процесса при выполнении внутрихозяйственных перевозок определена при изучении опыта науки и производства при осуществлении ВП. Ее существование предопределено некоторыми характерными отличиями перемещения грузов в сельском хозяйстве: ввиду малой массы объёмной значительного количества классов грузов, перевозимых в АПК, не полностью используется грузоподъёмность транспортных агрегатов, а разгрузка осуществляется по законам отличным от равномерного характера.

2. С целью минимизации повреждений перевозимой продукции на внутрихозяйственных перевозках при её механизированной разгрузке необходимо для исключения явления сводообразования, уменьшения высоты падения клубней и обеспечения равномерной выгрузки картофельного вороха из кузова ТГА при соблюдении агротехнических требований усовершенствовать существующие самосвальные кузова ТС.

1.6. Задачи исследований

На основании проведенного анализа состояния проблемы сформулированы задачи исследований.

Задачи исследований:

1) проанализировать существующие способы и конструкции самосвальных кузовов и процесс разгрузки ТГА при внутрихозяйственных перевозках;

2) теоретически обосновать параметры технологического процесса разгрузки картофеля из усовершенствованного самосвального кузова ТГА;

3) экспериментально уточнить параметры технологического процесса разгрузки с использованием усовершенствованной конструкции самосвального кузова ТГА;

4) определить экономический эффект от применения ТГА с усовершенствованной конструкцией самосвального кузова при внутрихозяйственных перевозках картофеля в АПК.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСОВ МАШИН ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УБОРОЧНО- ТРАНСПОРТНЫХ РАБОТ В КАРТОФЕЛЕВОДСТВЕ

2.1. Анализ причин ограничения производительности уборочно-транспортных технологических комплексов в растениеводстве (на примере картофеля)

Снижение качества и количества урожая картофеля, рост затрат труда, расходных материалов и средств, как видно из вышеприведённых материалов связано напрямую с нарушениями его технологического процесса выращивания, причины которых обусловлены:

- слабо развита инфраструктура предприятий, в значительной части которых практически нет дорог с твёрдым покрытием;
- отдельные средства техники, не соответствуют друг другу так же, как и параметры применяемых технических комплексов не соответствуют существующим конкретным условиям работы в хозяйствах;
- почвенно-климатические условия использование техники и оборудования изменяются непредсказуемо и часто;
- недостаточное количество иных средств, в большей части транспортных и потери рабочего времени по различным причинам;
- нарушения работоспособности изделий техники и др.

При посадке и уборке картофеля чаще всего происходит значительное увеличение объёма работ, которое кроме вышеперечисленного происходит из-за требований агротехнических, связанных с ограниченными сроками осуществления мероприятий, жизненно необходимых для выполнения операций посадки или же недостаточно хорошо организованной предпосевной операции подготовки клубней картофеля. Осенние уборочные работы, затруднения в процессе их реализации возникают в связи с небольшим сроком, отведённым на их выполнение из-за заметного понижения температуры воздуха и почвы

днём и ночью и не налаженной работы картофелесортировальных машин в хозяйствах. Старт уборки зависит от временных моментов развития определённых клубней, а финиш - момент появления случая снижения температуры воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

2.2. Методика оценки применения комплексов машин для осуществления уборочно-транспортных работ в растениеводстве (на примере картофеля)

Этапы машинного производства картофеля учитывают применение комплекса машин на всех этапах: подготовка почвы к посадке, посадка, уход, уборка, транспортировка и послеуборочная доработка клубней.

Из всего перечисленного можно выделить уборочно-транспортные работы как самые трудоемкие и энергозатратные.

Свежеубранный картофель поступает от комбайна в транспортное средство, которое доставляет его к месту послеуборочной доработки или хранения. Порожние ТС возвращаются в исходную точку (от пункта послеуборочной доработки к комбайну) и цикл замыкается.

При этом средства погрузки применяются в вышеназванных операциях возделывания и уборки сельскохозяйственной культуры. Урожай в бункеры-накопители может поступать от различных машин.

Прибытие груженых транспортных средств к приемному бункеру пункта послеуборочной доработки клубней можно представить как суммарный случайный поток.

Воспользовавшись теоремой А. Я. Хинчина можно сформулировать вывод о том, что независимо от составляющих его единичных потоков, он приближается сколь угодно близко к стационарному пуассоновскому потоку.

Исходя из этого, появляется возможность применения некоторых элементов теории систем массового обслуживания (СМО) при моделировании процесса уборочно-транспортных работ.

Последовательность уборочно-транспортных работ можно представить в виде открытых простейших СМО с неограниченной очередью на обслуживание, где, например, прибытие ТС к приемному бункеру пункта послеуборочной доработки клубней будет отдельным событием.

При помощи закона Пуассона становится возможно определить вероятность появления событий за период t . По следующей формуле:

$$P_m = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}, \quad (2.1)$$

Где P_m - вероятность появления m ТС каждый 1 час

λ – количество ТС, появившихся у бункера приёма продукции за 1 час.

Рассмотрим следующий пример. За сезон уборки 1019 тонн картофеля с различными примесями поступило на один пункт его сортирования КСП – 15В посредством осуществления тракторами 403 поездки со средней интенсивностью прибытия на разгрузку 1.78 авто/час.

Описание функционирования данного потока возможно с помощью следующей зависимости:

$$P_m = \frac{1,87^m}{m!} e^{-1,87} \quad (2.2)$$

Продолжительность цикла работы транспортного средства при выполнении уборочных работ может быть выражена как:

$$t^u = t^{оч} + t^{обсл} + t^{ож}, \quad (2.3)$$

где $t_{ож}$ - время ожидания ТС перед его загрузкой свежееубранным картофелем (возле уборочной техники),

$t_{обсл}$ - продолжительность заполнения кузова ТС,

$t_{дв}$ - продолжительность маршрута следования от поля до пункта послеуборочной доработки клубней.

Усредненная продолжительность разгрузки транспортного средства при простейшей схеме реализации транспортных работ можно выразить

при помощи формулы:

$$t_{\text{разгр}} = \frac{1}{t_{\text{обсл}}} (2.4)$$

Эффективность работы рассматриваемой системы в целом снижается при возникновении очередей, например при простое транспортного средства перед его загрузкой или возле приемного бункера.

Общее число ТС, задействованных при уборке картофеля рассчитывается по формуле:

$$m_{\tau} = m^0 \left(1 + \frac{m_{\text{доп}}}{m_0} \right), \quad (2.5)$$

где m^0 - необходимое количество ТС для беспростойной работы всего комплекса техники, задействованного при уборке картофеля.

В данной ситуации возникают простои ТС у приемного бункера пункта послеуборочной доработки, вследствие высокого потока машин, но и при пребывании у комбайнов и погрузочных устройств.

В случае работы шести средств транспорта и четырёх картофелепосадочных машин с одним погрузчиком картофеля потери рабочего времени составляют: погрузчик -10%, средство транспорта до 30% [43]. Несомненно, в сложившейся ситуации надо добавить для обслуживания автосамосвалов несколько погрузочных средств.

Из литературы известно [43], что при наличии одного приёмного бункера сортировального пункта потери времени средств транспорта на разгрузке могут быть до 20% [43].

Чтобы избежать данных отрицательных моментов, можно использовать для непродолжительного хранения картофеля разные по конструкции бункера. В случае поступления к месту хранения 5-7 автомобилей, чтобы процесс сбора урожая не прерывался, надо иметь приёмный бункер хранилища с ёмкостью от 10 до 15 тонн. При этом для устранения очереди в работе данной СМО следует иметь дополнительно от 27 до 34% средств транспорта от необходимого их количества [43].

Весной заранее подготовленный семенной материал для уменьшения потерь времени средств транспорта, их загрузку следует организовать несколькими погрузочными машинами с разных мест с использованием компенсаторов-накопителей повышенной ёмкости и с выгрузными транспортёрами.

Осенью при уборке бункера приёмных пунктов и линий могут выполнять роль компенсаторов простоев машин. В разных сочетаниях они могут вмещать от 1.5 до 60 тонн.

При появлении средств транспорта с урожаем клубней от уборочного транспорта к месту хранения следует увеличить скорость их разгрузки. Решением такой проблемы [83] может быть размещение двух каналов приёма на замену одного в одноканальных линиях. Производительность линии увеличивается, что ясно из данных (табл. 2.1) при возрастании количества каналов приёма с одновременным уменьшением простоев техники под разгрузкой, и в период ожидания соответствует очереди.

Таблица 2.1 - Результаты взаимодействия транспортных средств приемных каналов пункта послеуборочной доработки клубней

Показатели	Кол – во приемных каналов	
	1	2
Среднее количество машин в очереди, прибывших от комбайнов, шт.	1,05	0,07
Среднее время ожидания машины разгрузки в очереди, мин.	8,8	1,0
Производительность, т/ч	7,1	18,9

Поэтому для ускорения уборочных работ, сокращения потерь времени при выгрузке картофеля средствами транспорта в бункера, необходимо при интенсивном потоке задействовать два и более бункеров приема (каналов приёма или мест) [43, 83].

Вместимость бункеров-накопителей комбайнов для уборки картофеля увеличивают с этой же целью. Например, вместимость бункера-накопителя прицепного комбайна AVR-220 «Variant 2011» производства ЗАО «Колнаг» (г. Коломна, Московская обл.) возросла до 5,5 тонн. Бункера-накопители некоторых зарубежных образцов самоходных комбайнов для уборки картофеля составляет более 10 тонн[125].

Благодаря системе глобального позиционирования GPS возможна разгрузка вороха из бункеров комбайнов в средства транспорта без остановки уборочного процесса. Кроме того, для перемещения в кузов средства транспорта из бункера комбайна французской фирмы CASEIH предлагается автоматическая система синхронизации работы комбайна и транспортного средства[53].

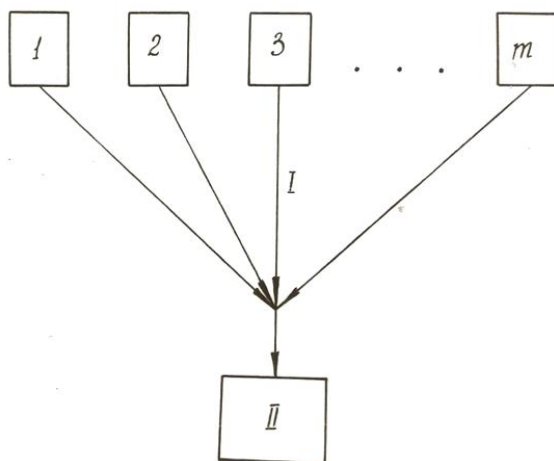
Функционирование этого электронного устройства также связано с системой связи Bluetooth. На средства транспорта и машину для уборки монтируют соответствующее оборудование. При движении по полю при разгрузке бункера комбайн продолжает уборочный процесс, и средство транспорта движется вместе с ним в виде уборочно-транспортного агрегата. Средством транспорта благодаря вышеуказанному электронному устройству автоматически управляет оператор комбайна. При этом снижаются потери урожая и повышается производительность применяемой сельскохозяйственной техники.

На международном показе техники применяемой для сельскохозяйственного производства SIMA-2011 в Париже разработчики этой системы награждены золотой медалью [47].

2.3. Условия поточного выполнения уборки, транспортировки и товарной обработки плодов

В случае поточного выполнения уборки, транспортировки и товарной обработки плодов, все технологические процессы и соответствующие средства механизации должны быть увязаны между

собой. Применение мобильных контейнеров-накопителей на уборке и транспортировке требует обязательной механизированной товарной обработки плодов, так как выгрузка плодов из контейнеров-накопителей возможна только на приемные устройства, которыми оснащаются линии товарной обработки. Уборочными машинами плоды загружаются в контейнеры-накопители, которые доставляют их на линии товарной обработки. Схема потока на уборке показана на рисунке 2.1.



I - поток контейнеров-накопителей; II - линия товарной обработки с приемным устройством

Рисунок 2.1 - Схема поточной уборки и товарной обработки плодов

В процессе поточной уборки на работу отдельных звеньев влияет ряд неуправляемых факторов, поэтому поток контейнеров-накопителей имеет вероятностный характер. Систему взаимодействия контейнеров-накопителей, доставляющих убранные плоды на линию товарной обработки с приемным устройством (каналом обслуживания) можно рассматривать как функционирующие системы массового обслуживания. При этом можно установить характерные свойства потока мобильных контейнеров-накопителей, связь его с пропускной способностью линии товарной обработки. В данной системе заявками являются поступающие на разгрузку мобильные контейнеры-накопители, а каналом обслуживания - приемное устройство линии. В рассматриваемом случае имеем систему

массового обслуживания с ожиданием ограничения длины очереди, в которой контейнер-накопитель с убранными плодами, заставший приемный канал занятым, не покидает систему, а становится в очередь и ожидает, пока канал не освободится для выгрузки. В результате неравномерного поступления контейнеров-накопителей к месту товарной обработки, возле линии будет образовываться очередь. Это приведет к бесполезным простоям, снижению производительности контейнеров-накопителей, что не только ухудшит экономические показатели поточной уборки, но и вызовет нехватку контейнеров-накопителей в данной системе. Поэтому, при организации поточной уборки необходимо рассмотреть закономерность образования очереди контейнеров-накопителей перед приемным устройством линии, чтобы своевременно, исключить причины, снижающие производительность контейнеров-накопителей и всей технологии в целом. При сборе плодов несколькими машинами, от каждой из них периодически отходят контейнеры-накопители. Таким образом, каждая машина или бригада является источником образования своего собственного потока. Очевидно, что каждый из этих потоков является стационарным, ординарным и независимым от потоков, образуемых другими бригадами. Практически можно считать, что четырех-пяти таких потоков достаточно для того, чтобы суммарный поток, замыкающийся на линии товарной обработки, был близок к простейшему.

Как уже отмечалось, система имеет один канал обслуживания ($i = 1$), на который поступает простейший поток заявок с плотностью λ . В этом случае плотность обслуживания ТС каналом равняется μ . В случае если поступившая заявка застала канал свободным, то она принимается на обслуживание и обслуживается до конца, а если заявка застает канал занятым, то она становится в очередь и ждет своего обслуживания. Количество мест в очереди не ограничено т.е.

$$m^* = \infty, \quad \lambda = const, \quad \mu = const \quad (2.6)$$

$$t \rightarrow \infty$$

В рассматриваемом случае вероятность того, что в системе будет k - заявок (одна заявка обслуживается, а остальные ожидают очереди), будет равна:

$$p_k = \rho^k (1 - \rho), (k = 0, 1, 2, \dots) \quad (2.7)$$

$$\rho = \lambda / \mu$$

Вероятность обслуживания в этом случае будет равна единице, вероятность того, что канал занят будет

$$p_{3-k} = \bar{k} = \rho \quad (2.8)$$

Количество заявок (усредненное значение) в очереди рассчитывается по формуле:

$$\bar{r} = \sum_{r=0}^{\infty} r P_{1+r} = \sum_{k=1}^{\infty} (k-1) P_k = \frac{\rho^2}{1-\rho} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} \quad (2.9)$$

Среднее значение продолжительности простоя ТС в очереди:

$$\bar{t}_{оч} = r / \lambda = \frac{1}{\mu} \frac{\rho}{1-\rho} = \lambda / \mu(\mu-\lambda) \quad (2.10)$$

Продолжительность пребывания заявки в исследуемой системе равно

$$t = (\bar{r} + \bar{k}) / \mu = (\mu - \lambda)^{-1} \quad (2.11)$$

В рассматриваемой системе массового обслуживания с ожиданием контейнеры-накопители в общем случае могут находиться в очереди неограниченное время. Но с увеличением времени нахождения их в очереди, как уже отмечалось, растет и потребное их количество. С учетом нахождения в очереди общее требуемое количество контейнеров-накопителей определяется выражением:

$$m_k = m_o (1 + r / m_o), \quad (2.12)$$

где m_o - число контейнеров-накопителей, необходимое для работы данной системы при отсутствии очереди.

$$m_o = \lambda t_y$$

где: t_y - длительность одного цикла (2.3).

Приведенные зависимости позволяют определить основные

характеристики анализируемой системы.

Как видно из выражений вероятностные характеристики процесса в основном зависят от коэффициента загрузки системы ρ . Из теории массового обслуживания известно, что длина очереди достигает статистического равновесия при коэффициенте загрузки системы меньшим единицы ($\rho < 1$)

Зависимость средней длины очереди транспортных средств (числа заявок) от коэффициента загрузки системы показана на рисунке 2.2 [83].

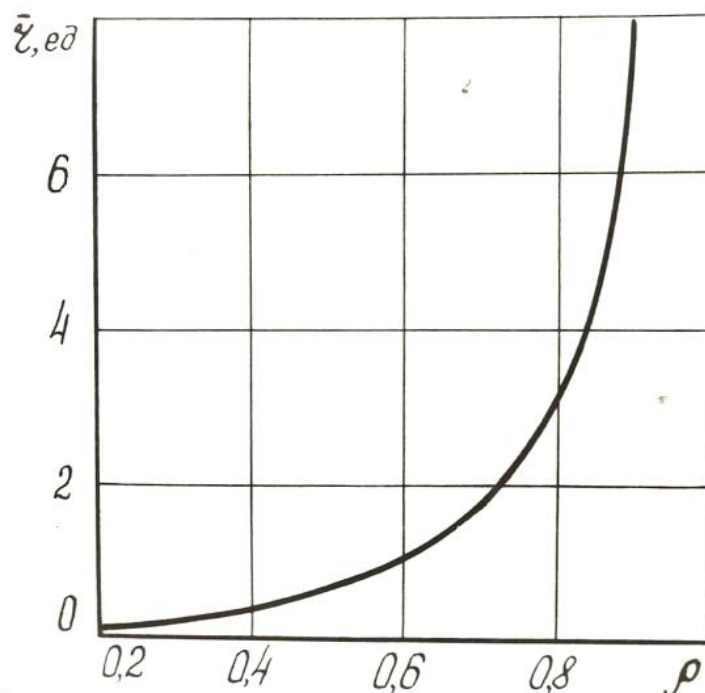


Рисунок 2.2 - Зависимость средней длины очереди транспортных средств \bar{z} от коэффициента загрузки системы ρ [83].

Важным показателем, характеризующим систему, является среднее время ожидания в очереди, которое зависит от производительности линии товарной обработки и коэффициента загрузки системы. С увеличением производительности линии товарной обработки и уменьшением коэффициента загрузки системы время ожидания заявок уменьшается.

Необходимое количество контейнеров-накопителей для устойчивой работы системы зависит от длительности одного цикла t_u , зависящего в

свою очередь от расстояния транспортировки, средней скорости движения V , грузоподъемности контейнера-накопителя, производительности комбайнов $W_{сб}$, производительности линии товарной обработки $W_{АТО}$ и коэффициента загрузки системы ρ , который зависит от количества комбайнов и пропускной способности линии товарной обработки μ .

2.4. Анализ процесса выгрузки клубней из усовершенствованного самосвального кузова ТТА

В процессе разгрузки самосвального кузова ТТА, клубни могут двигаться [8]:

- скатываться по насыпи из клубней;
- скользить подну кузова.

При исследуемом движении клубни получают некоторую скорость, которая будет способствовать явлению новых механических повреждений. Рассмотрим процесс движения клубня по (наклонной плоскости) насыпи картофеля вследствие действия силы тяжести [8].

Используем для этих целей теорему об изменении кинетической энергии:

$$T_2 - T_1 = A_{(с)} \quad (2.13)$$

где T_1 - начальная кинетическая энергия клубня ($T_1 = 0$), Дж;

T_2 - конечная кинетическая энергия клубня, Дж;

$A_{(с)}$ - работа внешних сил, Дж.

Так как клубень перед выгрузкой находится в покое ($T_1 = 0$), запишем выражение для кинетической энергии клубня [8]:

$$T = T_2 = \frac{1}{2} M V_{кл}^2 + \frac{1}{2} J \omega^2 \quad (2.14)$$

где M – масса клубня картофеля, кг;

$V_{кл}$ – скорость центра тяжести клубня, м/с;

J – момент инерции клубня, кг·м²;

ω - угловая скорость клубня, рад/с.

При исследовании движения клубня введем допущение, что клубень имеет форму шара, тогда момент инерции определяется выражением [8]:

$$J = \frac{2}{5}Mr^2 \quad (2.15)$$

где: r – радиус шара, м.

Так как точка касания шара (клубня) является мгновенным центром скоростей, то можно записать [8]:

$$V_{\text{кл}} = \omega \cdot r \quad (2.16)$$

Подставив полученные значения в формулу 2.14, получим

$$T = \frac{1}{2}MV_{\text{кл}}^2 + \frac{2}{5}Mr^2 \cdot \left(\frac{V_{\text{кл}}}{r}\right)^2 = \frac{9}{10}MV_{\text{кл}}^2 \quad (2.17)$$

При качении клубня по насыпи картофеля сила трения всегда приложена в точке контакта и поэтому не совершает работу. Исходя из этого определим работу силы тяжести [8]

$$A_{(c)} = G \cdot h_{\text{кл}} \quad (2.18)$$

где G – сила тяжести клубня ($G = Mg$), Н;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$h_{\text{кл}}$ – высота перемещения клубня, м.

Высота перемещения клубня по насыпи зависит от угла естественногооткоса насыпи картофеля и длины кузова (рис. 2.3)[8]:

$$h_{\text{кл}} = L \sin \psi \quad (2.19)$$

где L – длина кузова транспортного средства (насыпи в кузове), м;

ψ – угол естественногооткоса картофеля.

Подставив в выражение (2.13) значения величин из выражений (2.17), (2.18) и (2.19), получим [8]:

$$\frac{9}{10}MV_{\text{кл}}^2 = M \cdot g \cdot L \cdot \sin \psi \quad (2.20)$$

Исходя из исследований контактного динамического взаимодействия клубня картофеля с поверхностью [8, 97, 140] следует, что скорость клубня $V_{\text{кл}}$ должна быть меньше допустимого значения скорости удара V_d (табл.

2.2).

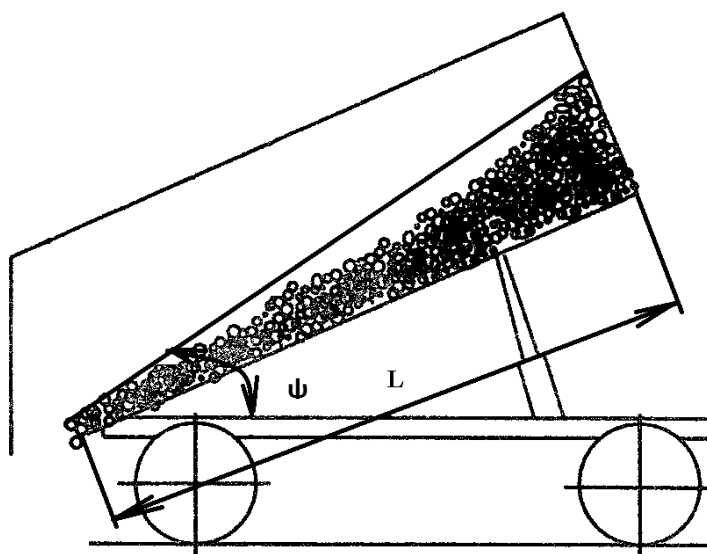


Рисунок 2.3 – Общий вид перемещения насыпи клубней картофеля из кузова ТТА при разгрузке

Таблица 2.2 - Допускаемые высоты падения и скорости удара клубня

Поверхность	Высота падения, м	Скорость удара V_d , м/с
сталь, дерево	0,18 – 0,33	1,9 – 2,5
Резина	1,6 – 2,8	5,6 – 7,5
свободный клубень	-	3,8-5
несвободный клубень		
к=2	0,1-0,2	2,7-3,6
к=1	0,37-0,66	2,7-3,6
к=0,5	0,87-1,6	4,1-5,2

Примечание: к – это отношение радиусов клубней R_1 (клубень, который падает) на R_2 (клубень, на который падает).

Выразим значение скорости клубня

$$V_{\text{кл}} = \sqrt{\frac{10g \cdot L \cdot \sin \psi}{9}} \quad (2.21)$$

Таким образом, получена зависимость скорости скатывающегося по насыпи клубня от длины кузова ТТА (рис. 2.4)[8].

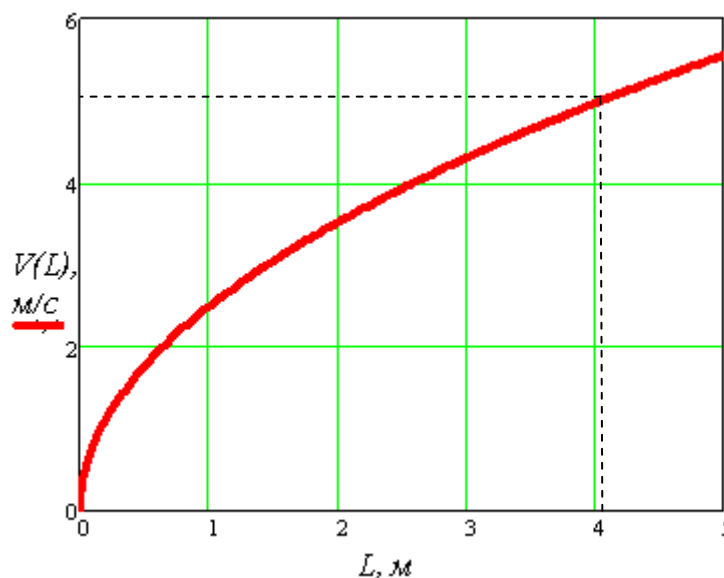


Рисунок 2.4 – Зависимость скорости качения клубня от длины насыпи.

Подставим следующие данные $\psi = 45$ град и $L=4,08$ м (конструктивные параметры самосвального прицепа 2 ПТС-4) в формулу (2.21) получим [8]:

$$V_{\text{кл}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 9,81 \cdot 4,08 \cdot \sin 45}{9}} = 5,61 \text{ м/с}$$

Получаем, что расчетное значение $V_{\text{кл}} = 5,61$ м/с свойственно только допустимому значению скорости падения клубней на резиновую поверхность (табл. 2.2) [8]. В противном случае высока вероятность повреждения плода [8].

Следует отметить, что при выгрузке максимальная высота перемещения клубня достигается при определенной величине угла подъема кузова, что будет соответствовать максимально возможной скорости корнеплода [8].

Рассмотрим движение клубня без возможности вращения (при движении насыпи целиком) [8]. Аналогично, как и в предыдущем случае, кинетическая энергия скользящего клубня равна

$$T = T_2 = \frac{1}{2} M V_{\text{кл}1}^2 \quad (2.22)$$

где $V_{\text{кл}1}$ – скорость клубня при поступательном движении, м/с;

При поступательном движении клубня работа внешних сил будет определяться не только силой тяжести, но и силой трения клубня от днища кузова[8]:

$$A_{(c)} = (G \sin \alpha - F_{\text{тр}})L \quad (2.23)$$

где α - угол подъема кузова транспортного средства, град;

$F_{\text{тр}}$ - сила трения клубня о поверхность ($F_{\text{тр}} = fN$), Н;

f – коэффициент трения клубней картофеля о днище кузова;

N - сила нормального давления ($N = G \cos \alpha$), Н.

С учетом выражений (2.13), (2.22) и (2.23), получим

$$\frac{1}{2}MV_{\text{кл1}}^2 = (Mg \sin \alpha - fMg \cos \alpha)L \quad (2.24)$$

Преобразовав выражение (2.24), получим

$$V_{\text{кл1}} = \sqrt{2g \cdot L \cdot (\sin \alpha - f \cos \alpha)} \quad (2.25)$$

Построим график скорости клубней в программе MathCAD (рис. 2.5)

Подставим следующие данные $\alpha = 45$ град и $L=4,08$ м (конструктивные параметры самосвального прицепа 2ПТС-4) и $f = 0,56$ (коэффициент трения скольжения клубня о сталь) в формулу (2.25) получим [8]:

$$V_{\text{кл1}} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 4,08 \cdot (\sin 45 - 0,56 \cos 45)} = 4,99 \text{ м/с}$$

Проведя анализ соответствующих кузовов транспортных средств скорость клубней при сходе с днища прицепа 2ПТС-4 в зависимости от угла подъема кузова составляет [8]:

при качении клубня около 4,2...5,7 м/с;

при скольжении клубня 3,8...5,2 м/с.

Анализ полученных результатов показывает, что кинетическая энергия клубня на момент схода клубня с кузова составляет [8]:

для качения 2,36 Дж;

для скольжения 1,875 Дж.

Таким образом, катящийся клубень имеет большую кинетическую энергию в сравнении со скользящим [8]. Поэтому для гашения кинетической энергии используем перегрузочное устройство.

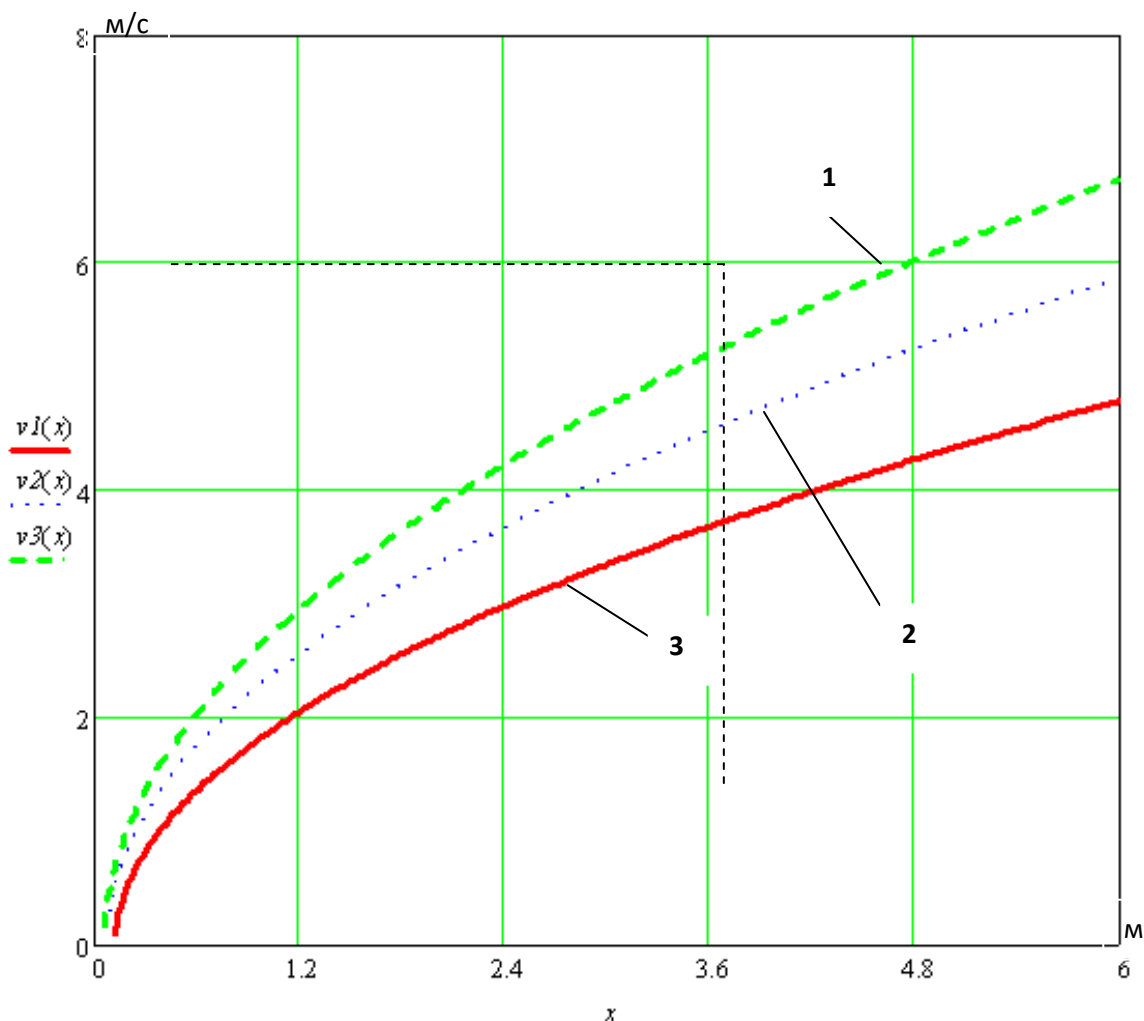


Рисунок 2.5 –Зависимость скорости скольжения клубня от длины кузова прицепа 2-ПТС-4 при разных углах подъема кузова α : 1 – угол подъема $45,0^\circ$; 2 - угол подъема $34,5^\circ$; 3 - угол подъема $23,0^\circ$;

При выгрузке клубней картофеля из кузова, оборудованного перегрузочным устройством, клубни на момент попадания на перегрузочное устройствообладают некоторой скоростью [8]. Встречу клубней с роликами Н.Н. Колчин рассматривал в виде ударных взаимодействий [43]. Рассмотрим удар вращающегося клубня о вращающийся ролик (рис. 2.6)

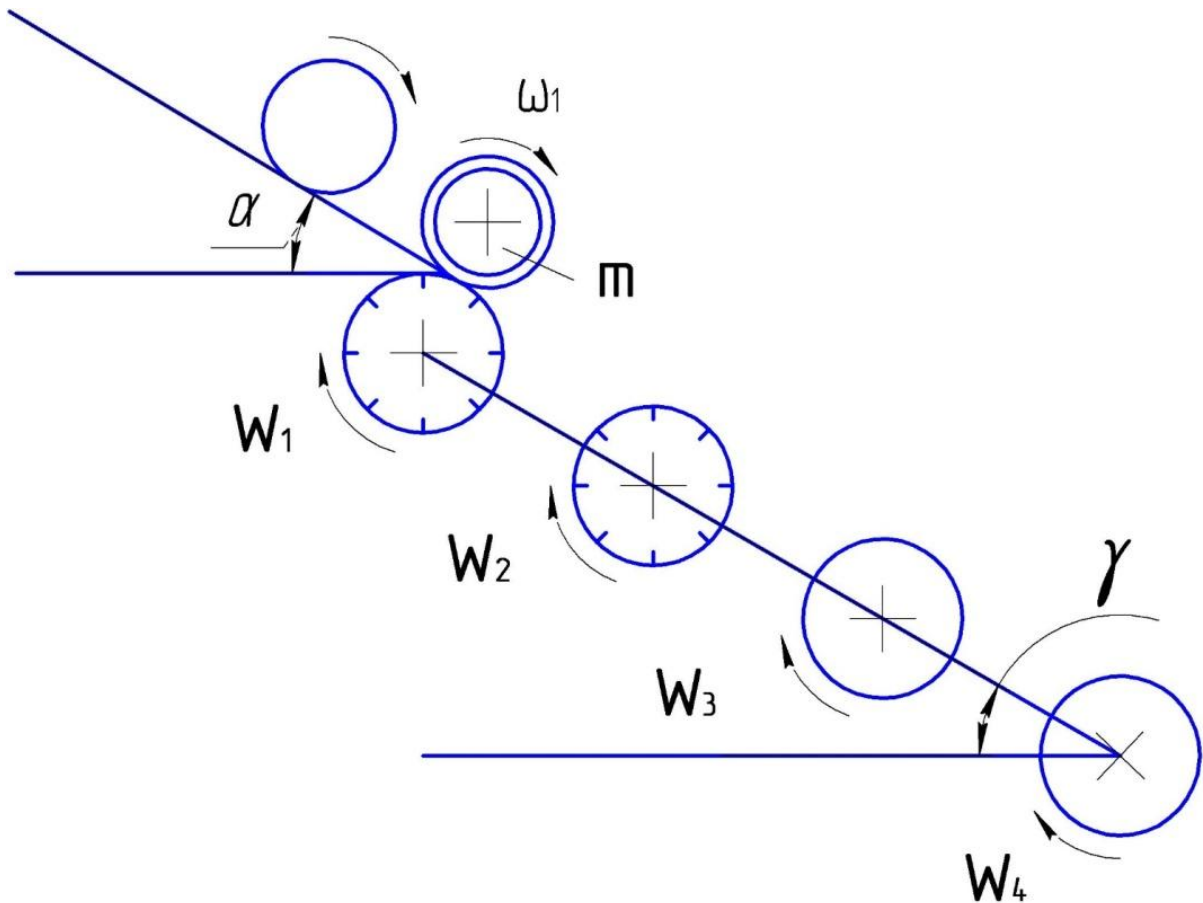


Рисунок 2.6 – Расчетная схема к определению угловой скорости клубня при взаимодействии с вращающимися роликами

Так как ролики перегрузочного устройства находятся на уровне днища кузова и вращаются с встречным направлением по отношению к клубню [8], то применим теорему об изменении моментов количества движения к взаимодействию клубня с роликом. Ударные импульсы клубня и ролика запишутся:

$$I_1(\omega_2 - \omega_1) = S \cdot r_1 \quad (2.26)$$

$$I_2(w_2 - w_1) = S \cdot r_2 \quad (2.27)$$

где $I_1; I_2$ – моменты инерции клубня и ролика соответственно, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

$\omega_1; \omega_2$ - угловые скорости клубня до удара и после удара, $\text{рад}/\text{с}$;

$w_1; w_2$ - угловая скорость ролика до удара и после удара, $\text{рад}/\text{с}$;

S – импульсы, $\text{кг}\cdot\text{м}/\text{с}$

$r_1; r_2$ - радиусы клубня и ролика, м .

Приравняв ударные импульсы из выражений (2.26) и (2.27), получим

$$-I_1(\omega_2 - \omega_1)r_2 + I_2(w_2 - w_1)r_1 = 0 \quad (2.28)$$

Скорости точки контакта в момент ударного взаимодействия клубня и ролика соответственно равны:

$$V_1 = \omega_1 \cdot r_1 \quad (2.29)$$

$$V_2 = \omega_2 \cdot r_1 \quad (2.30)$$

$$U_1 = w_1 \cdot r_2 \quad (2.31)$$

$$U_2 = w_2 \cdot r_2 \quad (2.32)$$

где $V_1; V_2$ - окружная скорость клубня до и после удара, м/с;

$U_1; U_2$ - окружная скорость ролика до и после удара, м/с;

По аналогии с поступательным движением запишем выражения коэффициента восстановления для вращательного движения [8]:

$$k = \frac{U_2 - V_2}{U_1 - V_1} = \frac{w_2 \cdot r_2 - \omega_2 \cdot r_1}{w_1 \cdot r_2 - \omega_1 \cdot r_1} \quad (2.33)$$

Тогда окружные скорости клубня и ролика после соударения будут:

$$w_2 \cdot r_2 - \omega_2 \cdot r_1 = -k\omega_1 \cdot r_1 + kw_1 \cdot r_2 \quad (2.34)$$

Преобразовав выражение (2.28), получим,

$$I_1w_2 \cdot r_2 - I_2\omega_2 \cdot r_1 = -I_1\omega_1 \cdot r_1 - I_2w_1 \cdot r_2 \quad (2.35)$$

Решив совместно выражения (2.34) и (2.35) получим угловую скорость клубня после ударного воздействия

$$\omega_2 = \frac{-I_2 \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot (1 + k) \cdot w_1 + (-I_1 \cdot r_2^2 + I_2 \cdot r_1^2 \cdot k)\omega_1}{I_1 \cdot r_2^2 - I_2 \cdot r_1^2} \quad (2.36)$$

Определим изменение угловой скорости ω_2 с учетом значений моментов инерции клубня и ролика коэффициента восстановления в зависимости от угловой скорости вальца [8].

Анализируя график угловой скорости (рис. 2.7) можно видеть, что скорость клубня при движении по роликам существенно зависит от их угловой скорости и начальной угловой скорости клубня [8]. При скорости клубня до 4,6 м/с угловая скорость вращения роликов будет в диапазоне от 20 до 50 рад/с при угловой скорости клубней от 80 до 200 рад/с, что в

совокупности сводит возможность травмирования плодов при разгрузке к минимуму (не более 1,6 %) [8, 137].

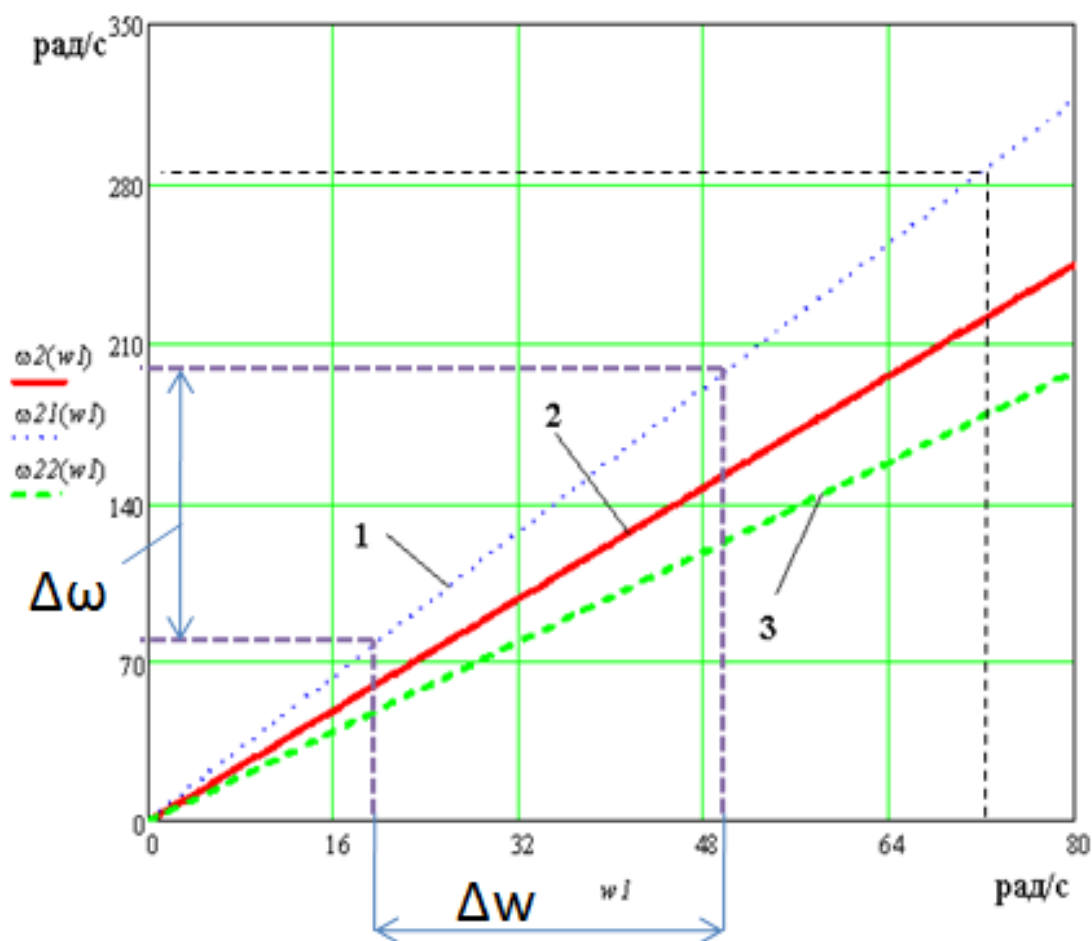


Рисунок 2.7 – Зависимость угловой скорости клубня от угловой скорости вращения ролика при различных значениях диаметра клубня 40, 50, 60мм: 1 - диаметр клубня 40 мм; 2 - диаметр клубня 50 мм; 3 - диаметр клубня 60 мм.

Так как направление вращения клубня при движении и ролика противоположны, то после каждого ролика будет происходить замедление вращения клубня [8].

При недостаточном количестве клубней на перегрузочном устройстве и малом диаметре клубней возможно вращение клубня между соседними роликами. Рассмотрим условия выхода клубней из зазора (рисунок 2.8)

На клубень действуют реакции опор и сила тяжести, силы инерции не учитываем. Тогда дифференциальное уравнение запишется в виде [8]:

$$m \frac{dV_{\tau}}{dt} = G \sin \xi - F_{\text{тр}} \quad (2.37)$$

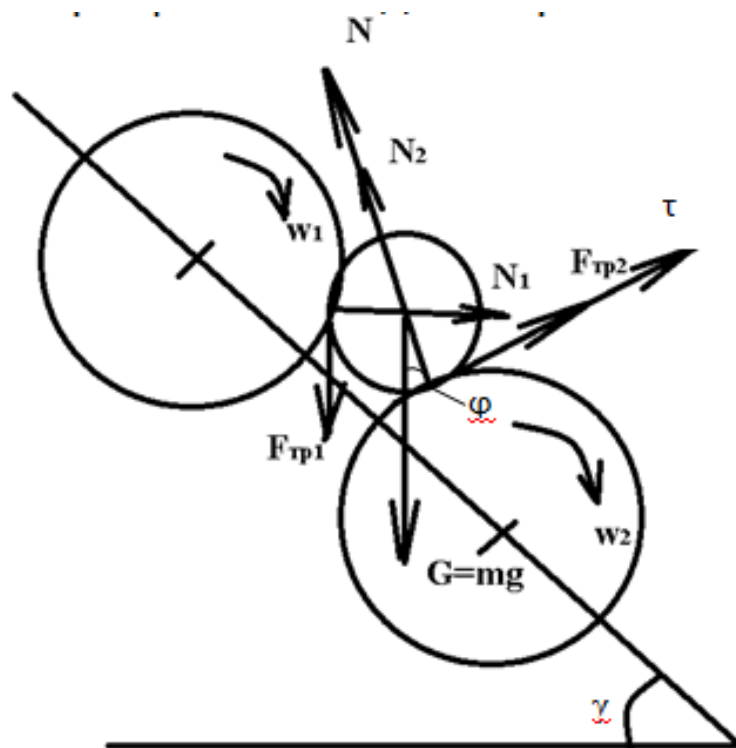


Рисунок 2.8 - Расчетная схема к взаимодействию клубня картофеля с соседними роликами

где G – сила тяжести клубня, ($G=mg$), Н;

m – масса клубня, кг;

g – ускорение свободного падения, м/с^2 ;

$F_{\text{тр}}$ – сила трения клубня о ролик ($F_{\text{тр}} = f_k \frac{N_1}{r_1} = f_k \frac{G \cos \xi}{r_1}$), Н;

f_k – коэффициент трения качения клубня о ролик $f_k = 0,5 \dots 0,8$ мм;

r_1 – радиус клубня, м;

ξ – угол между направлением силы тяжести и касательной в месте контакта клубня с роликом, град.

Подставив значения в уравнение (2.37) и разделив на m , получим [8]:

$$\frac{dV_{\tau}}{dt} = g \sin \xi - f_k \frac{g \cos \xi}{r_1} \quad (2.38)$$

Разделим переменные и проинтегрируем

$$\int_{v_0}^v dV_{\tau} = g \int_0^t \left(\sin \xi - f_k \frac{\cos \xi}{r_1} \right) dt \quad (2.39)$$

После подстановки пределов интегрирования получим:

$$V - V_0 = g \left(\sin \xi - f_k \frac{\cos \xi}{r_1} \right) t \quad (2.40)$$

или

$$V = V_0 + gt \left(\sin \xi - f_k \frac{\cos \xi}{r_1} \right) \quad (2.41)$$

где t – время взаимодействия, с.

Угол ξ зависит от соотношения геометрических показателей клубня и роликов перегрузочного устройства, которые связаны соотношением [8, 43]:

$$d \geq \frac{D(1 - \sin \varphi) + c}{\sin \varphi} \quad (2.42)$$

где d – диаметр клубня, м;

D – диаметр ролика, м;

c – величина зазора между роликами, м;

φ – угол между углом наклона перегрузочного устройства и касательной в точке контакта клубня с роликом, град.

Соотношение углов для перегрузочного устройства выглядит следующим образом [8]:

$$\xi = \gamma - \varphi \quad (2.43)$$

где γ – угол наклона перегрузочного устройства, град.

Таким образом, подставив выражение (2.43) в выражение (2.41), получим:

$$V = V_0 + gt \left(\sin(\gamma - \varphi) - f_k \frac{\cos(\gamma - \varphi)}{r_1} \right) \quad (2.44)$$

Построим зависимость скорости клубня от времени нахождения на

перегрузочном устройстве для клубня диаметром 50 мм (рис. 2.9) [8].

Из графика видно, что клубень постепенно замедляется при движении по перегрузочному устройству. С уменьшением угла наклона перегрузочного устройства скорость клубня уменьшается [8].

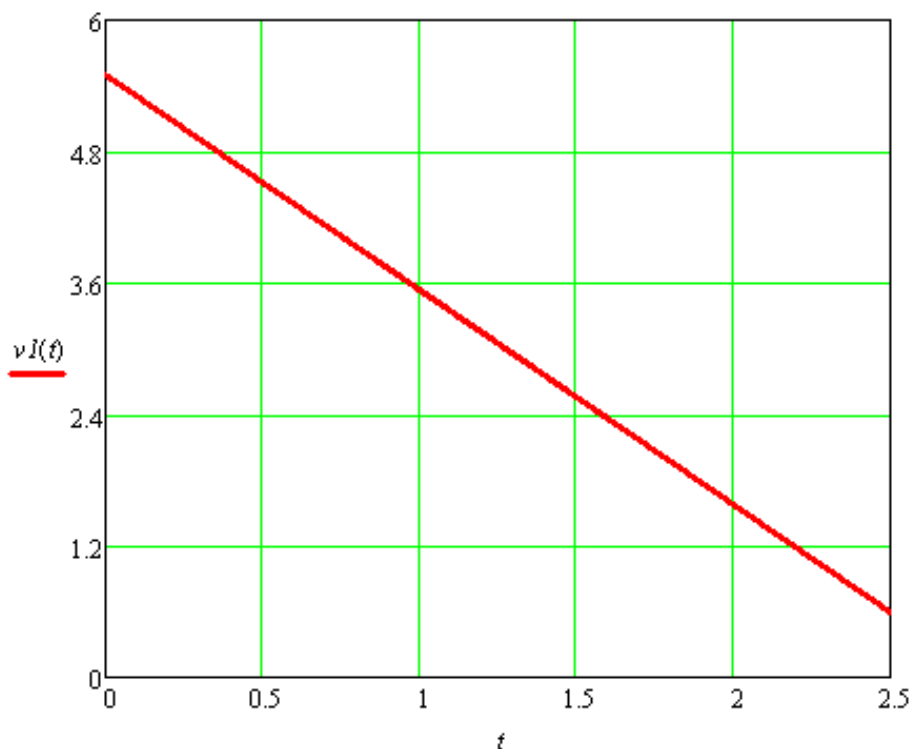


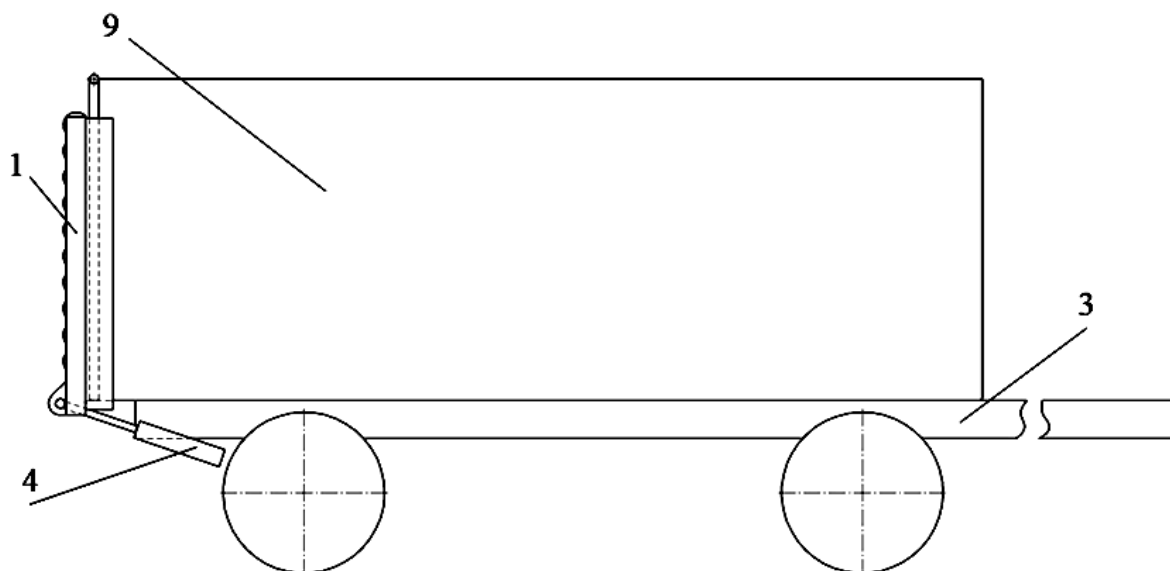
Рисунок 2.9 – Зависимость скорости клубня от времени нахождения на перегрузочном устройстве для клубня диаметром 50 мм [8].

2.5. Конструктивная схема усовершенствованного самосвального кузова ГТА

После проведения анализа устройства самосвальных транспортных средств было обнаружено, что они не соответствуют в полном объеме всем постоянно увеличивающимся требованиям агропромышленного сектора, ведь все они в первую очередь ориентируются на транспортировку грузов (от стройматериалов до растений). Универсальность данного средства транспортировки будет выгодна для маленьких изготовителей и фермерских хозяйств, но будет оказывать значительное влияние на эффективность крупных компаний. Именно из этого вытекает главная

задача агропромышленного комплекса – увеличение функций, характеристик и возможностей современных моделей самосвальных автомобилей.

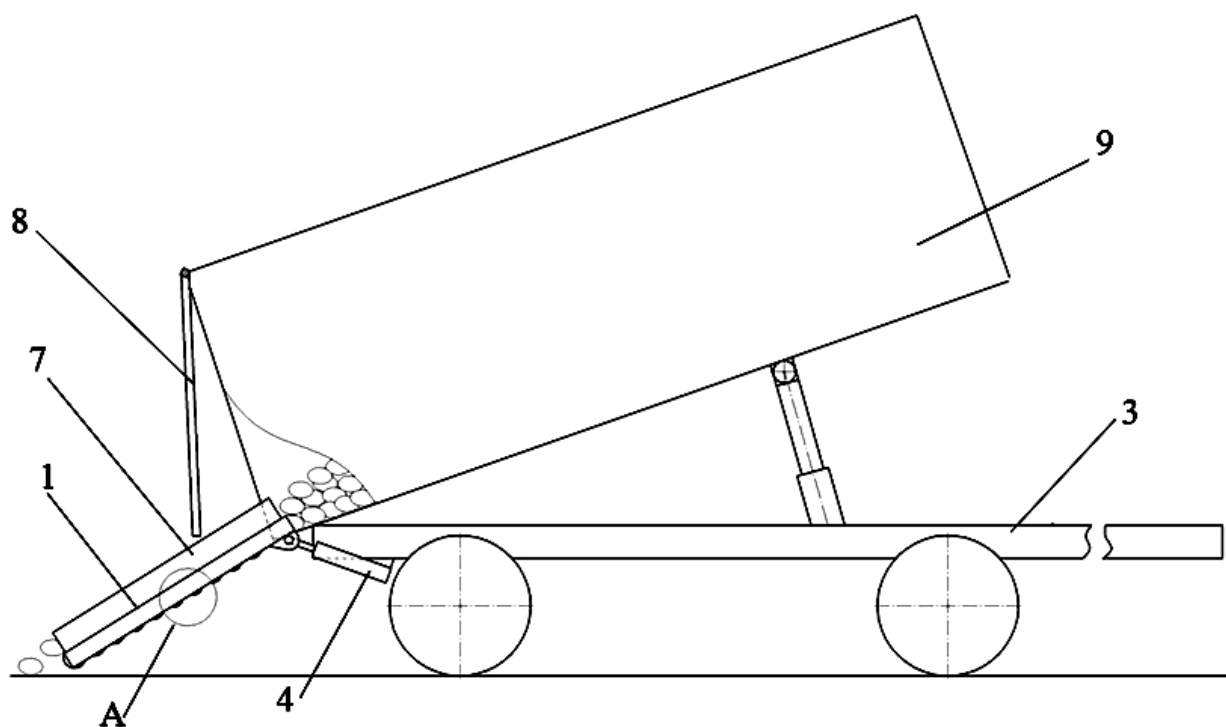
Научно-исследовательская деятельность работников ФГБОУ ВО РГАТУ привела к разработке навесного перегрузочного устройства для самосвального кузова ТГА (рис. 2.10) [60]. В конструкции присутствует транспортер 1 с приводом на рамке в задней части кузова, которую можно поворачивать в вертикальную ориентацию (рис. 2.11). Подвеска содержит рамку транспортера 2, раму базовой машины 3 и гидроцилиндр подъем 4. Транспортер 1 выполняется роликовым, ролики 5 оснащаются выступами 6 из упругого сырья. Размещаются они продольными рядами вдоль всей поверхности на одинаковом удалении. Имеют они очертание усеченного конуса, а вращение всякого ролика 5 превышает частоту вращения предыдущего. С краем транспортера на рамке присоединены боковины 7 из упругого материала [60].



1 – транспортер; 3 - рама базовой машины; 4 - гидроцилиндр подъема; 9 - самосвальный кузов

Рисунок 2.10–Усовершенствованный самосвальный кузов ТГА в транспортном положении[60]

Принцип работы перегрузочного устройства выглядит следующим образом [60]. Как только транспортное средство приближается к месту разгрузки, водитель цилиндром 4 активирует роликовый транспортер 1, наклон для которого задает оператор. Угол наклона зависит от конкретной задачи, что дает возможность проводить выгрузку продукции сельскохозяйственного назначения прямо в тару (рис. 2.11) [60].

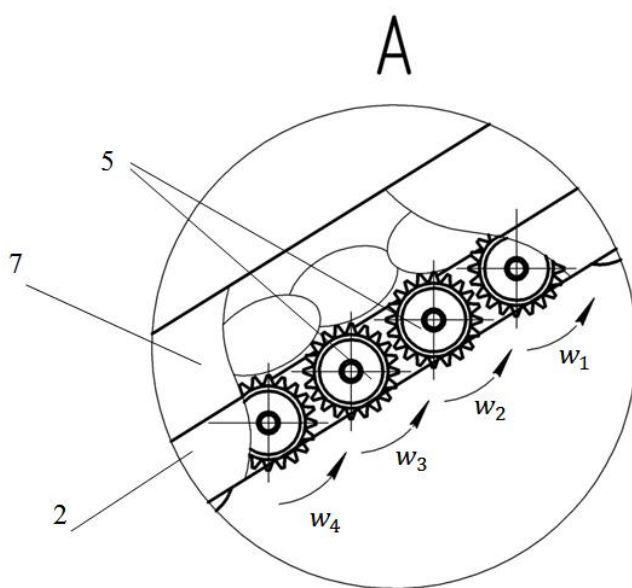


1 – транспортер; 3 - рама базовой машины; 4 - гидроцилиндр подъема; 7 - упругие боковины; 8 - откидной борт; 9 - самосвальный кузов

Рисунок 2.11 - Усовершенствованный самосвальный кузов ТГА при разгрузке [60]

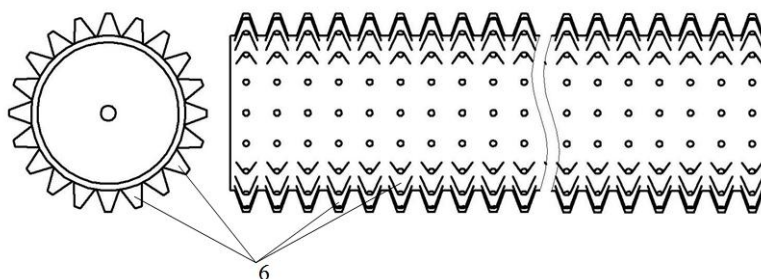
После проведенной работы оператор запускает гидромеханическую схему, которая отвечает за функционирование всех роликов 5 транспортера 1 [60]. Частота вращения в данном случае любого последующего ролика будет больше, чем частота вращения предыдущего ($w_1 < w_2 < w_3 < w_4 < \dots < w_n$) (рис. 2.12) [60]. Открывается откидной борт сзади 8 кузова 9 (рис. 2.11) продукция переходит на транспортер 1.

Передвижению продукции помогают ролики 5. Чтобы остановить отгрузку с краев транспортера 1 установлены специальные боковины 7 из упругого материала. В процессе транспортирования продукции по транспортеру 1 мелкие примеси остаются в выступах 6 роликов 5 (рис. 2.13) [60]. Это позволяет добиться предварительной очистки продукции. В ходе своего вращения ролики 5 отдают оставшиеся примеси под транспортер 1. По ходу выгрузки сельскохозяйственных продуктов гидросистема транспорта поднимает кузов 9 на больший угол, чтобы полностью его опустошить [60].



2 - рама транспортера; 5 - ролики; 7 - упругие боковины

Рисунок 2.12 – Местный вид по А роликового транспортера[60]



6 - выступы

Рисунок 2.13–Ролик транспортера навесного перегрузочного устройства [60]

После отгрузки всего материала из кузова 9, он переходит в транспортную позицию (рис. 2.10), оператором закрывается борт откидной 8 и деактивируется гидромеханическая система привода роликов 5. После транспортер переходит обратно в транспортное положение при помощи гидроцилиндра 4. Транспортное средство приходит в готовность к дальнейшей поездке [60].

Данное устройство сможет помочь сохранить сельскохозяйственную продукцию в ходе отгрузки ее из кузова транспортного средства. Устройство может применяться для внутрихозяйственных перевозок легкоповреждаемой продукции[60].

Применение указанного выше решения на самосвальном прицепе позволяет клубневому вороху переходить на роликовый транспортер. Ролики при этом наделены упругими выступами[60]. Все это вкуче позволяет свести возможность повреждения продуктов к минимуму.

Данные выше говорят об эффективности и целесообразности применения навесного перегрузочного устройства на прицепе самосвального транспортного средства, которое обеспечивает снижение повреждений картофеля и другой продукции в ходе отгрузки[60].

2.6. Выводы повторой главе

1. Выявлено, что наиболее перспективными на сегодняшний день методами повышения производительности уборочно-транспортных работ в растениеводстве являются: увеличение числа приемных каналов на пунктах послеуборочной обработки и вместимости бункеров-накопителей, разгрузка комбайнов без остановки транспортных средств за счет автоматизации синхронности движения двух машин (комбайн – транспорт) на основе систем Bluetooth, GPS, а в перспективе и ГЛОНАСС.

2. Предложено техническое решение ТТА с усовершенствованной конструкцией самосвального кузова, позволяющее минимизировать повреждения картофеля при разгрузке на внутрихозяйственных перевозках

(патент на полезную модель №161488).

3. По результатам теоретических исследований параметров технологического процесса разгрузки картофеля из усовершенствованного самосвального кузова ТГА установлено, что клубневой ворох не падает вниз, а поступает на роликовый транспортер (причем ролики снабжены выступами из упругого материала) при скорости клубня до 4,6 м/с угловая скорость вращения роликов будет в диапазоне от 20 до 50 рад/с при угловой скорости клубней от 80 до 200 рад/с, что в совокупности сводит возможность травмирования плодов при разгрузке к минимуму (не более 1,6 %).

ГЛАВА 3.ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯУСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО САМОСВАЛЬНОГО КУЗОВА ТТА

3.1 Программа экспериментальных исследований

Для определения количества клубней картофеля, получивших механические повреждения в процессе их выгрузки из усовершенствованного самосвального кузова ТТА, а так же подтверждения на практике, правильности полученных расчетным путем параметров его конструкции, была спланирована программа исследований.

Программа исследований включала следующие этапы:

1. Исследование процесса выгрузки картофельного вороха из усовершенствованного самосвального кузова ТТА.
2. Оптимизация параметров усовершенствованного самосвального кузова ТТАв процессе разгрузки картофеля.

3.2 Экспериментальная установка и оборудование для испытаний

Для обеспечения целесообразности использования подобных технических средств в картофелеводческих хозяйствах с посадочными площадями 100 гектар и менее было разработано универсальное навесное перегрузочное устройство для самосвальных прицепов [60, 127, 136].

На рисунке 3.1 представлено навесное перегрузочное устройство, установленное на самосвальный тракторный прицеп 2ПТС-4.

Рассмотрим преимущества предлагаемого технического решения. Во-первых, навесное устройство позволяет производить выгрузку картофельного вороха, как в пункт послеуборочной доработки, так и непосредственно в закрома картофелехранилища. При этом решается главная проблема самосвальных кузовов транспортных средств и полуприцепов – высота падения клубней при выгрузке сводится к

минимуму. Во вторых, ролики навесного устройства имеют гидропривод – что обеспечивает возможность регулировки подачи вороха через частично открытый задний откидной борт (рис. 3.1б) без сгруживания. В третьих, ролики устройства имеют резиновые выступы с одной стороны препятствующие повреждению клубней при выгрузке, а с другой удерживающие имеющиеся в картофельном ворохе почвенные и растительные примеси. Предлагаемое устройство имеет сравнительно невысокий вес (в отличие от транспортера «РОМ-Over», где используется сложная система гидроприводов) может быть использовано с большинством отечественных прицепов и полуприцепов [136].



а)



б)

Рисунок 3.1 - Самосвальный прицеп с навесным перегрузочным

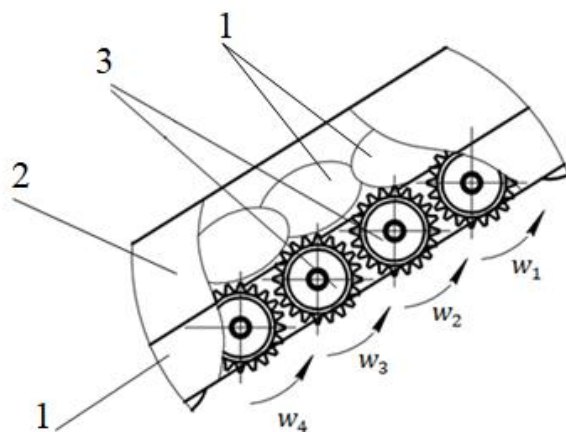
устройством.

Если сравнивать эффективность функционирования данного навесного перегрузочного устройства с аналогичными средствами, например с полуприцепом-самосвалом с донным транспортёром, то получим следующие преимущества [126]:

- низкий уровень травмируемости клубней в сравнении с кузовом с донным транспортёром (где контакт клубней с жесткими элементами кузова при работе донного транспортера приводит к дополнительным повреждениям);

- возможность регулирования скорости выгрузки картофеля при использовании навесного перегрузочного устройства;

- универсальность модернизируемого транспорта, так как монтаж навесного перегрузочного устройства не требует значительных конструктивных изменений самосвального кузова, а его демонтаж производится оперативно и без привлечения высококвалифицированного персонала.



а)

б)

1 – рама; 2 - упругая боковина; 3 – ролики; 4 – клубни; w_i – частота вращения роликов.

Рисунок 3.2 - Навесное перегрузочное устройство в работе.

Скорость движения усовершенствованного самосвального кузова ТГА измерялась при помощи серийного прибора - тахоспидометра установленного на тракторе, и регистрирующего такие показатели движения как скорость, частоту вращения коленчатого вала ДВС трактора. Замеры временных отрезков выполняли при помощи ручного секундомера высокой точности.

Масса груженого усовершенствованного самосвального кузова ТГА для вычисления количества перевозимой продукции определялась при помощи весов платформенного (для грузовых и легковых ТС).

3.3 Результаты лабораторно-полевых исследований

Для постановки лабораторно-полевых исследований был разработан план полнофакторного эксперимента 3^2 (каждый из 2 независимых факторов принимает 3 кодированных значения) согласно стандартной методике [132].

На основании априорного ранжирования всех известных факторов, влияющих на повреждение клубней при разгрузке усовершенствованного самосвального кузова ТГА для исследований были выбраны:

x – диаметр клубня картофеля, мм;

y – скорость движения клубней, м/с

результативный показатель: Var_3 – масса клубней картофеля с механическими повреждениями, кг

Все включенные в уравнение регрессии факторы отвечали предъявляемым требованиям: были численно измеримы, попарно независимы, статистически значимы и имеют высокую корреляцию с результативным показателем [132]. Уровни и диапазоны варьирования приведены в таблице 3.1.

Полученные в ходе лабораторного эксперимента данные были подвергнуты анализу при помощи статистических методов анализа

случайных величин. Результаты представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.1 - Уровни и интервалы варьирования численных значений независимых факторов уравнения регрессии

№	Факторы	Ед. измерения	Основной уровень		Интервал варьир.	Верхний уровень		Нижний уровень	
			Нат. знач.	Кодир. знач.		Нат. знач.	Кодир. знач.	Нат. знач.	Кодир. знач.
1	x	мм	50	0	10	60	+1	40	-1
2	y	м/с	5,0	0	1,0	6,0	+1	4,0	-1

Таблица 3.2–План полнофакторного эксперимента и значение результативного показателя (количество клубней с механическими повреждениями)

№	Факторы и их взаимодействия		Масса поврежденного картофеля (при выгрузке 2880 кг картофеля), кг
	x	y	
1	0	+1	57,6
2	0	0	50,4
3	0	-1	64,8
4	-1	+1	79,2
5	-1	0	43,2
6	-1	-1	57,6
7	+1	+1	122,4
8	+1	0	122,4
9	+1	-1	108

В результате обработки полученных в ходе испытаний данных было получено уравнение регрессии. Влияние независимых факторов на

результативный показатель характеризуется как высокое (коэффициент детерминации $R^2=0,929$ и коэффициент корреляции $R=0,0964$). При этом средняя ошибка аппроксимации полученного уравнения регрессии составила 2,6%, что говорит о высокой достоверности модели.

$$Var3 = 51,3556 + 28,6833 \cdot x + 4,8 \cdot y + 31,3167 \cdot x^2 - 1,8 \cdot x \cdot y + 9,3667 \cdot y^2 \quad (3.1)$$

Наибольшее влияние на результативный показатель оказывает фактор x – диаметр клубня.

Воспользовавшись полученным уравнением был построен график зависимости массы поврежденного картофеля (при выгрузке 2880 кг картофеля) от диаметра клубня и скорости его движения по роликовому транспортеру усовершенствованного самосвального кузова ТГА (рис. 3.3).

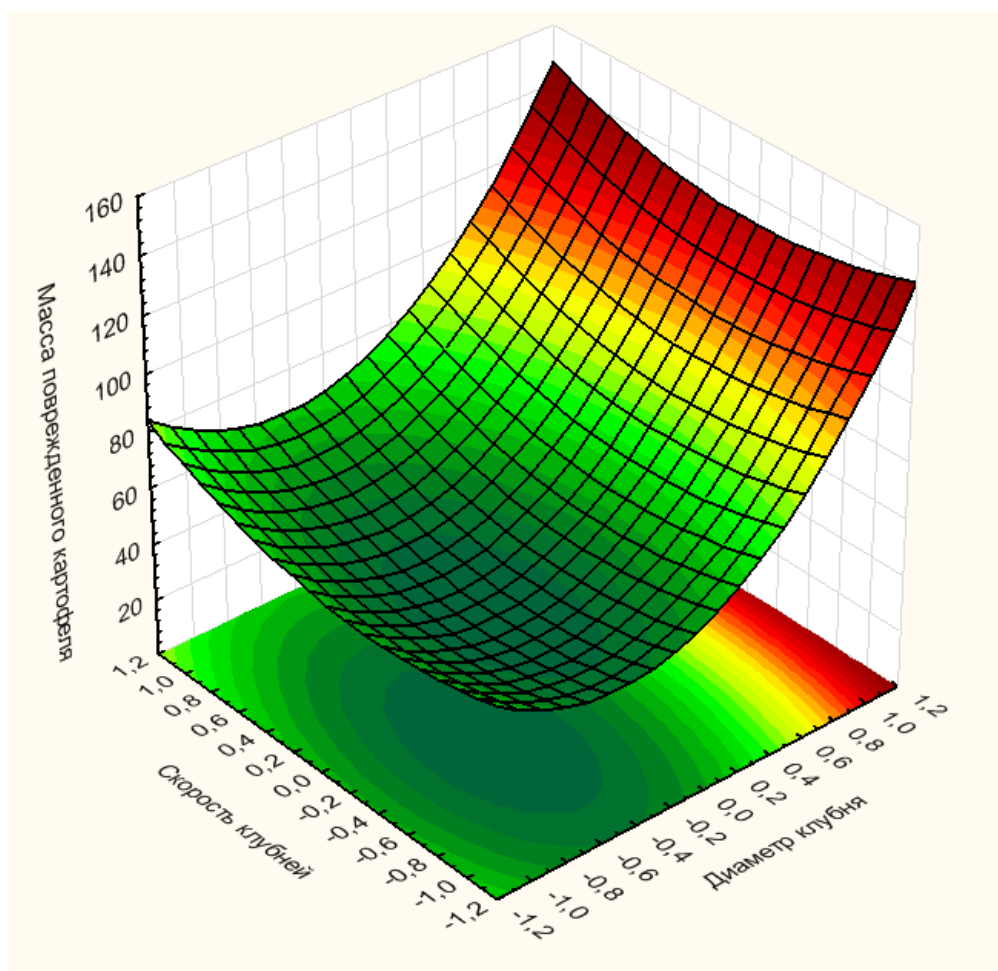


Рисунок 3.3 - График зависимости массы поврежденного картофеля (при выгрузке 2880 кг картофеля) от диаметра клубня и скорости его движения по роликовому транспортеру усовершенствованного

самосвального кузова ТТА

Анализ зависимости массы поврежденного картофеля (при выгрузке 2880 кг картофеля) от диаметра клубня показывает, что рациональным значением является диаметр клубня картофеля 48 мм, а скорость его движения по роликовому транспортеру усовершенствованного самосвального кузова ТТА 4,6 м/с, что соответствует массе поврежденного картофеля около 43,77 кг (1,52% от 2880 кг) и отвечает агротехническим требованиям, предъявляемым к процессу разгрузки (не более 3%)[132].

3.4 Оптимизация параметров усовершенствованного самосвального кузова ТТА при выгрузке картофеля

После получения новой модели(3.1), которая определила зависимость результативного показателя от параметров разработанного кузова самосвала на тракторном прицепе на правильность его работы, появилась необходимость в более лучшем показателе при соответствующих условиях. В качестве параметров оптимизации были выбраны конструктивно-технологические характеристики самосвального кузова ТТА при выгрузке картофеля [94].

Выбранному параметру оптимальности удовлетворяет особая функция (3.1), которая представляет собой полином второй степени. Это зависимость критерия улучшения от технологических и конструкторских характеристик прицепа.

Вместо величины назначения измененного самосвального кузова ТТА была взята масса поврежденных клубней картофеля. Она представляла собой функцию минимизации факторами, показанную в уравнении 3.1, влияющую на переменные, указанные в таблице 3.1. Эти интересующие параметры ограничивают изменяемые факторы.

Схема задачи по оптимизации системы в виде параметров, ограничений объекта, показывающих их связь, обозначена на рисунке 3.4.

На основе следующих факторов: критерия оптимальности, ограничений, специальной функции и параметрах, была сформулирована задача по оптимизации с технико-экономического и математического мест направленности.

Технико-экономическая составляющая: «Определение значений технологических параметров, конструктивных размеров прицепа, которые обеспечивают наименьшие потери картофеля во время разгрузки, при выполнении агротехнических условий и необходимой производительности».

С математической позиции: «Нахождение минимального значения целевой функции в заданной области законченного векторного пространства, которая ограничена перечнем линейных и нелинейных неравенств».

Анализ источников [89] показал отсутствие унифицированного подхода получения наилучшего решения в доступных условиях, соответственно достоверность результата оптимизационной задачи во многом зависит от обоснованности используемого методического алгоритма.

В качестве критериев эффективности методических алгоритмов оптимизации чаще всего принимают: точность определения результатов оптимизации и временные затраты на ЭВМ. Перспективными методическими алгоритмами оптимизации в задачах эксплуатации техники считаются: метод градиентной оценки поверхности, крутого восхождения или спуска, а также полного перебора [89].

Установлено, что наиболее перспективным подходом является решение подобных задач используя методический алгоритм полного перебора при поиске оптимального решения, суть которого состоит в расчете всех возможных комбинаций переменных факторов уравнения регрессии в заранее установленных интервалах варьирования.

Для выбора метода оптимизации исследуем уравнение (3.1) на

наличие локального экстремума, для этого запишем его в следующей форме:

$$Var_3 = 51,3556 + 28,6833 \cdot x_1 + 4,8 \cdot x_2 + 31,3167 \cdot x_1^2 - 1,8 \cdot x_1 \cdot x_2 + 9,3667 \cdot x_2^2$$

где x_1 – диаметр клубней, мм;

x_2 – скорость движения клубней, м/с.

Для выбора метода оптимизации проведём оценку монотонности, полученной в ходе экспериментального исследования функции (3.1):

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial y}{\partial x_1} = 28,6833 + 2 \cdot 31,3167 x_1 = 0; \\ \frac{\partial y}{\partial x_2} = 4,8 + 2 \cdot 9,3667 x_2 = 0; \\ \frac{\partial y}{\partial x_1 \partial x_2} = -1,8 = 0. \end{array} \right. \quad (3.2)$$

Система линейных уравнений (СЛУР) является несовместимой, т.е. локальный экстремум отсутствует, а наименьшее значение достигается на границах области определения функции. Соответственно, функция (3.1) монотонна, поэтому любой метод нахождения наибольшего и наименьшего значения функции приемлем.

Сформулируем оптимизационную задачу и представим её блок-схему на рисунке 3.4.

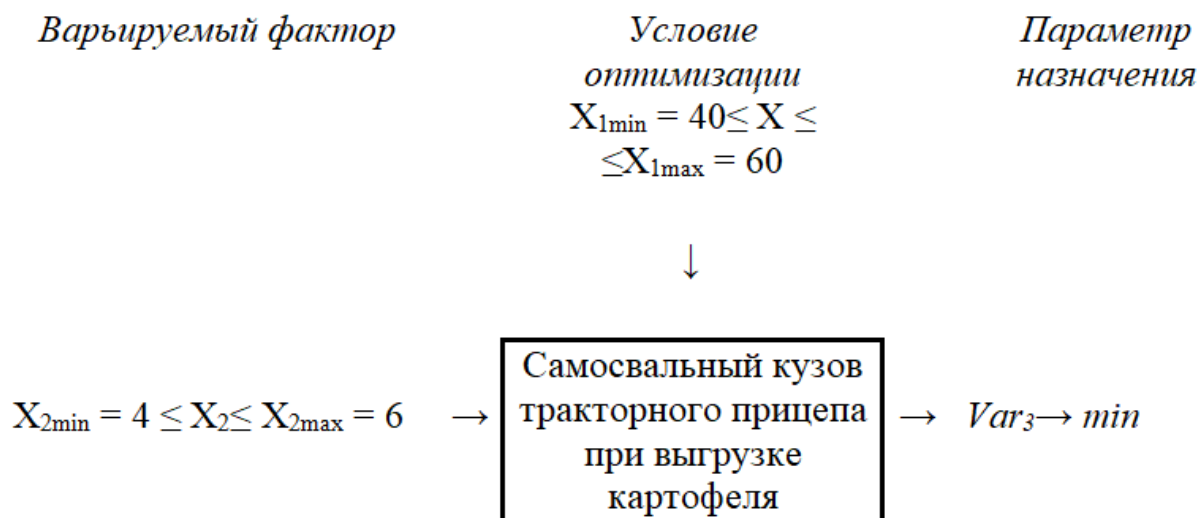


Рисунок 3.4 – Блок-схема задачи оптимизации модели

В качестве инструмента решения поставленной задачи используем надстройку «Поиск решения» в среде Excel. Каптура и интерфейс используемого инструмента представлены на рисунках 3.5 и 3.6.

реВ результате решения оптимизационной задачи методом полного перебора был получен отчёт общий вид которого представлен на рисунке 3.6, а результаты представлены в таблице 3.3.

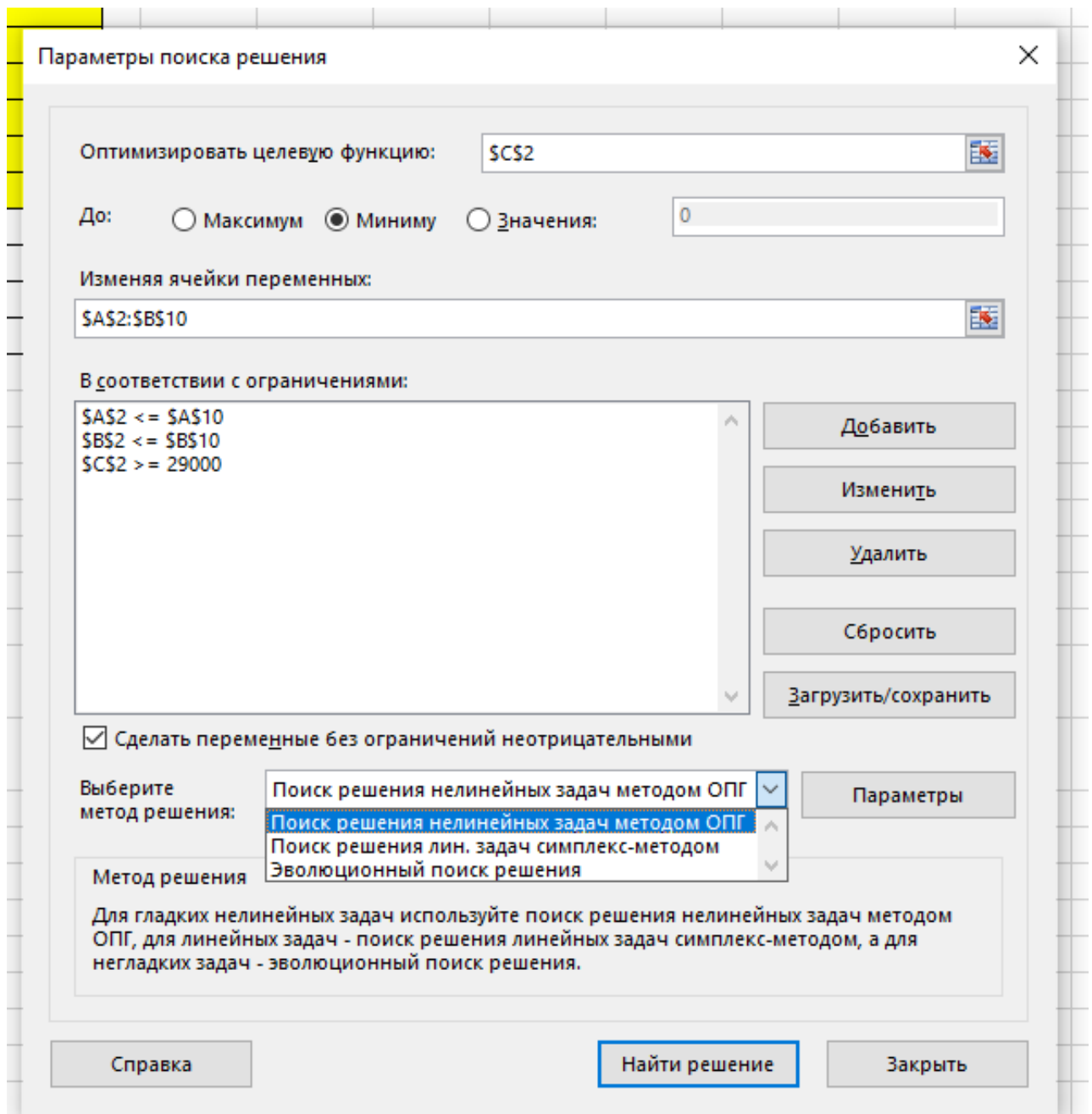


Рисунок 3.5 – Каптура модуля «Поиск решений» методических

алгоритмов оптимизационных задач приложения Excel

Таблица 3.3 – Результаты решения оптимизационной задачи методом полного перебора

Диаметр клубня картофеля x_1 , мм	Скорость движения клубней x_2 , м/с	Масса повреждённого картофеля при выгрузке Y , кг	Процент повреждений от исходной массы $2\ 880\ \text{кг} \leq 3\ \%$
40...50	4,1	51,19	1,777338258
	5,0	51,20	– // –
	6,0	51,24	– // –
50...60	4,3	79,58	2,763336836
	5,0	79,59	– // –
	6,0	79,60	– // –
более 60	4,3	114,24	– // –
	5,0	114,23	– // –
	6,0	114,23	– // –

Microsoft Excel 16.0 Отчет о результатах

Лист: [Поиск решения Филюшин.xlsx]Лист1

Отчет создан: 26.10.2020 12:33:25

Результат: Решение найдено. Все ограничения и условия оптимальности выполнены.

Модуль поиска решения

Модуль: Поиск решения нелинейных задач методом ОПГ

Время решения: 10,047 секунд.

Число итераций: 3 Число подзадач: 0

Параметры поиска решения

Максимальное время Без пределов, Число итераций Без пределов, Precision 0,000001, Использовать автоматическое масштабирование, Показывать результаты итераций

Сходимость 0,0001, Размер совокупности 100, Случайное начальное значение 1, Правые производные, Обязательные границы

Максимальное число подзадач Без пределов, Максимальное число целочисленных решений Без пределов, Целочисленное отклонение 1%, Решение без целочисленных ограничений, Считать неотрицательными

Ячейка целевой функции (Минимум)

Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение
\$C\$4	Масса повреждённого картофеля при выгрузке Y, кг	114230,4748	29999,93895

Ячейки переменных

Ячейка	Имя	Исходное значение	Окончательное значение	Целочисленное
\$A\$2	Диаметр клубня картофеля x_1 , мм	40	30,45071864	Продолжить
\$B\$2	Скорость движения клубней x_2 , м/с	4	4	Продолжить
\$A\$3	Диаметр клубня картофеля x_1 , мм	50	50	Продолжить
\$B\$3	Скорость движения клубней x_2 , м/с	5	5	Продолжить
\$A\$4	Диаметр клубня картофеля x_1 , мм	60	30,45071864	Продолжить
\$B\$4	Скорость движения клубней x_2 , м/с	6	5,99566451	Продолжить

Ограничения

Ячейка	Имя	Значение ячейки	Формула	Состояние	Допуск
\$A\$2	Диаметр клубня картофеля x_1 , мм	30,45071864	\$A\$2<=\$A\$4	Привязка	0
\$B\$2	Скорость движения клубней x_2 , м/с	4	\$B\$2<=\$B\$4	Без привязки	1,99566451
\$C\$4	Масса повреждённого картофеля при выгрузке Y, кг	29999,93895	\$C\$4>=30000	Привязка	0

Рисунок 3.6 – Общий вид отчёта решения оптимизационной задачи в модуле «Поиск решений» методических алгоритмов оптимизационных

задач приложения Excel

На рисунках 3.7 и 3.8 представлена графическая интерпретация результатов решения оптимизационной задачи в виде зависимостей массы поврежденного картофеля от диаметра клубней картофеля и скорости их движения по поверхности прицепа в процессе их разгрузки. Масса поврежденного картофеля должна превышать 3 %, согласно агротребованиям.

В результате решения оптимизационной задачи, получены следующие оптимальные параметры обеспечивающие процент повреждений ≤ 3 %: для клубней диаметром 40...50 мм, оптимальная скорость движения 4,1 м/с, процент повреждений при этом 1,77 %, для клубней диаметром 50...60 мм, оптимальная скорость движения 4,3 м/с, процент повреждений при этом 2,76 %. Определение оптимальных параметров для клубней картофеля диаметров 60 и более мм, требует проведение дополнительных исследований, поскольку с увеличением диаметра клубня увеличивается и масса адгезионно-когезионных примесей в нём, что требует уточнения некоторых параметров.

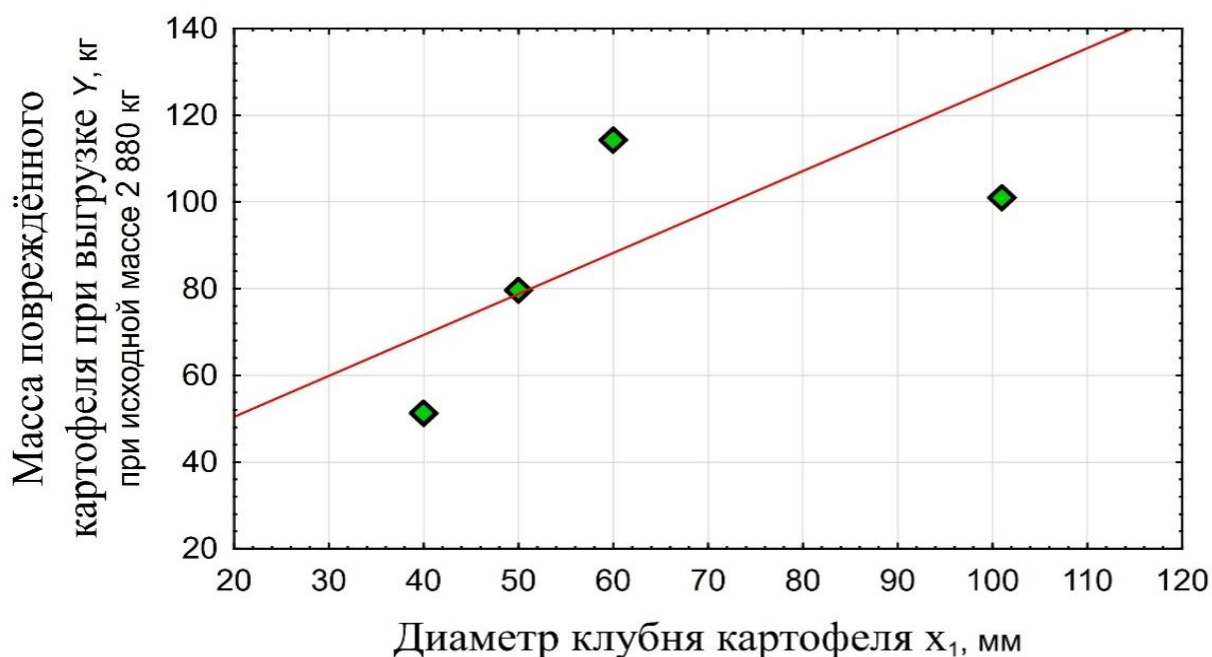


Рисунок 3.7 – Зависимость массы повреждений от диаметра клубней

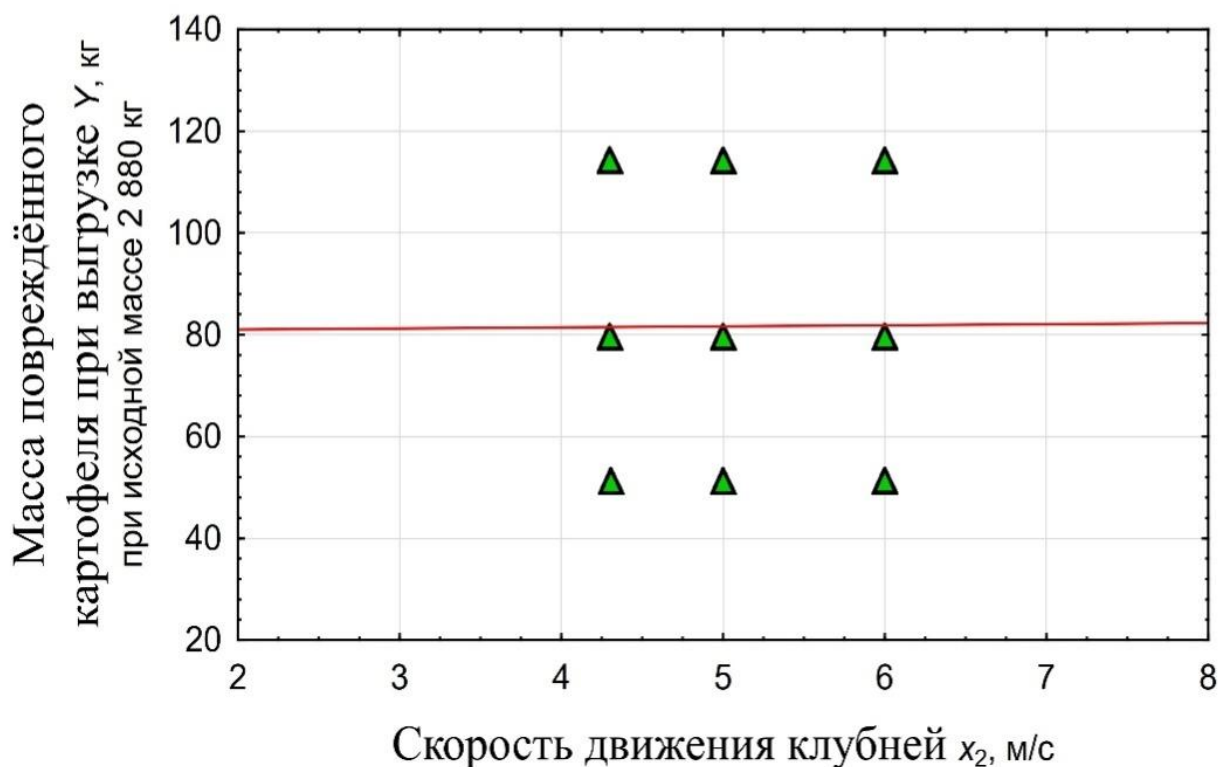


Рисунок 3.8 – Зависимость массы повреждений от скорости движения клубней

Полученные результаты решения оптимизационной задачи параметров усовершенствованного самосвального кузова ТГА при выгрузке картофеля следует проверить на достоверность.

3.5 Оценка достоверности результатов, полученных при моделировании оптимизации

Для установления достоверности полученных результатов математического моделирования и решения оптимизационной задачи методом полного перебора оптимизации параметров параметров усовершенствованного самосвального кузова ТГА при выгрузке картофеля экспериментальным образом была проведена серия исследований, с параметрами численные значения которых соответствуют оптимальным.

Условия эксперимента были следующие:

- исходная масса клубней картофеля загруженных в прицеп 2 880 кг
- диаметр клубней 40...60 мм.

На рисунке 3.9 представлена блок-схема оценки достоверности полученных при моделировании и оптимизации результатов.

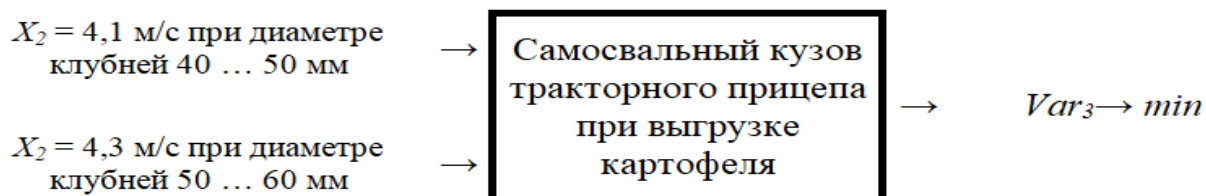


Рисунок 3.9 – Блок-схема оценки достоверности полученных результатов

Для формирования минимально приемлемой репрезентативной выборки было реализовано 10 параллельных опытов. Результаты которых представлены в таблицах 3.4 и 3.5.

Таблица 3.4 – Результаты оценки достоверности оптимальных параметров при скорости 4,1 м/с для клубней диаметром 40...50 мм

№ п/п	Диаметр клубня картофеля x_1 , мм	Скорость движения клубней x_2 , м/с	Масса повреждённого картофеля при выгрузке Y , кг
1	40...50	4,1	52,4
2			52,01
3			50,1
4			51,5
5			52,1
6			49,9
7			51,4
8			52,6
9			50,2
10			50,34

Таблица 3.5 – Результаты оценки достоверности оптимальных параметров при скорости 4,3 м/с для клубней диаметром 50...60 мм

№ п/п	Диаметр клубня картофеля x_1 , мм	Скорость движения клубней x_2 , м/с	Масса повреждённого картофеля при выгрузке Y , кг
1	50...60	4,3	82,4
2			81,9
3			82,1
4			80,79
5			79,6
6			79,9
7			80,1
8			80,9
9			81,1
10			79,6

Для обработки результатов экспериментов применялись вероятностно-статистические методы анализа данных [132]. Расхождение значений массы повреждённых клубней картофеля, полученных расчётным путём по модели (3.1) в процессе решения оптимизационной задачи методом полного перебора и экспериментально при оптимальных значениях скоростей движения клубней картофеля по усовершенствованному тракторному прицепу определялась по формуле:

$$\Delta m = \frac{\hat{N}_m^{on} - \bar{N}_m^{\varnothing}}{\bar{N}_m^{\varnothing}} \cdot 100; \quad (3.3)$$

где \hat{N}_m^{on} – оценка массы повреждений клубней картофеля, полученная расчётным путём при оптимизации в кг;

\bar{N}_m^{\varnothing} – оценка среднего значения массы повреждений клубней картофеля на параллельных опытах в кг.

Графическая интерпретация результатов оценки достоверности решения оптимизационной задачи представлена на рисунках 3.10...3.11.

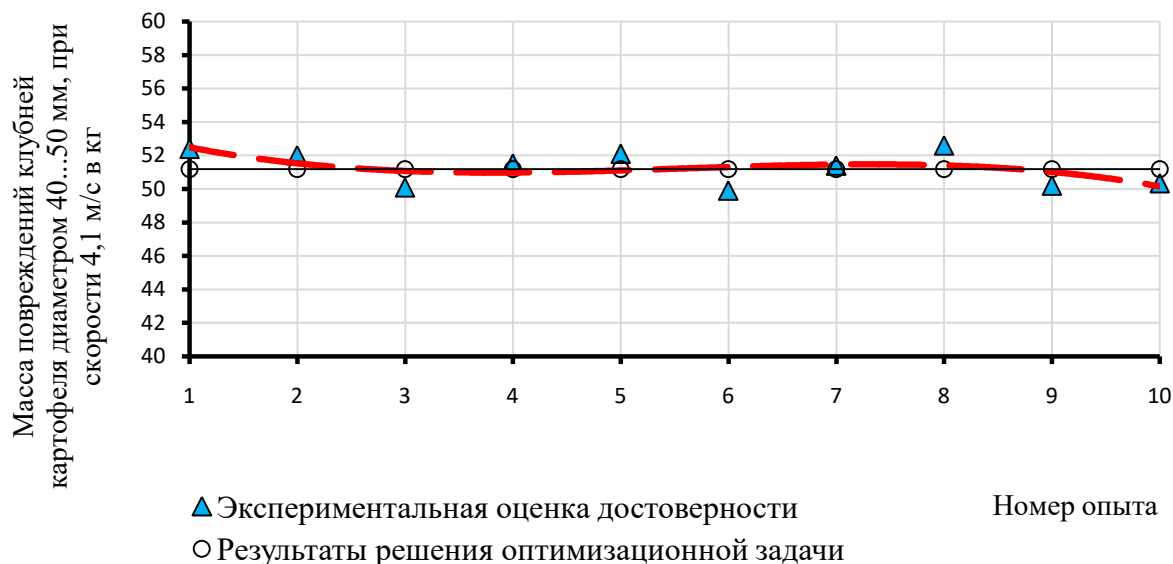


Рисунок 3.10 – Сравнение массы повреждённых клубней картофеля диаметром 40...50 мм, полученной в ходе решения оптимизационной задачи и экспериментальной оценки достоверности при скорости 4,1 м/с

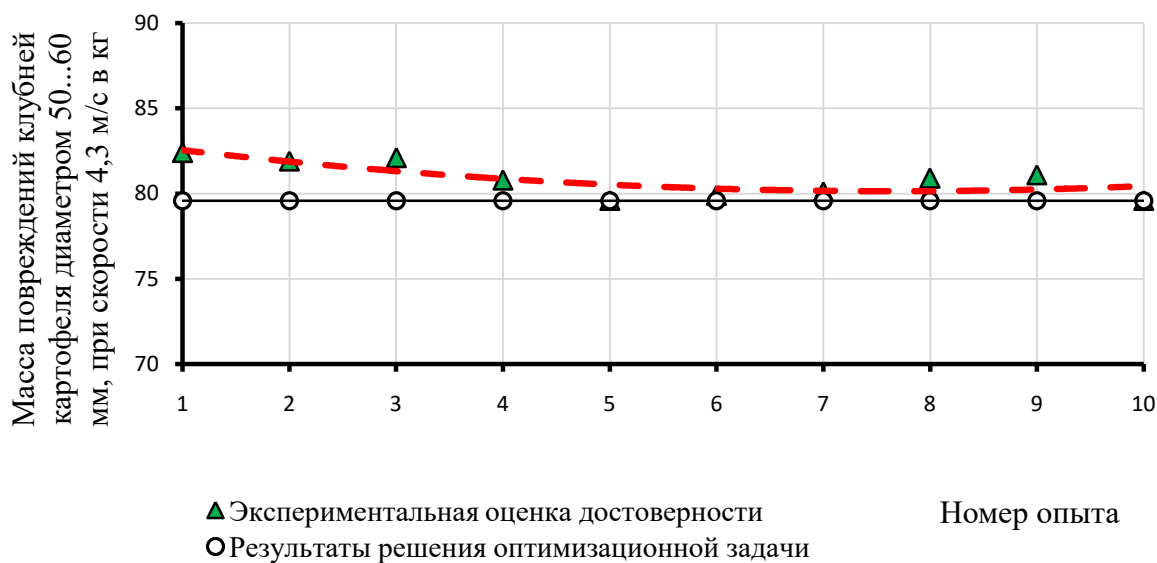


Рисунок 3.11 – Сравнение массы повреждённых клубней картофеля диаметром 50...60 мм полученных в ходе решения оптимизационной задачи и оэкспериментальной оценке достоверности при скорости 4,3 м/с

После подстановки численных значений в модель (3.3) в обоих случаях получили $\Delta_m < 2\%$, что приемлемо при решении поставленной

задачи и подтверждает достоверность модели 3.1.

Для наиболее полной оценки достоверности результатов полученных при решении оптимизационной задачи, её экспериментальной оценке достоверности, сравним их с расчётными результатами полученными в главе 2 диссертации.

На рисунках 3.12...3.15 представлены расчётные зависимости массы повреждённых клубней от скоростей их перемещения и частоты вращения роликов.

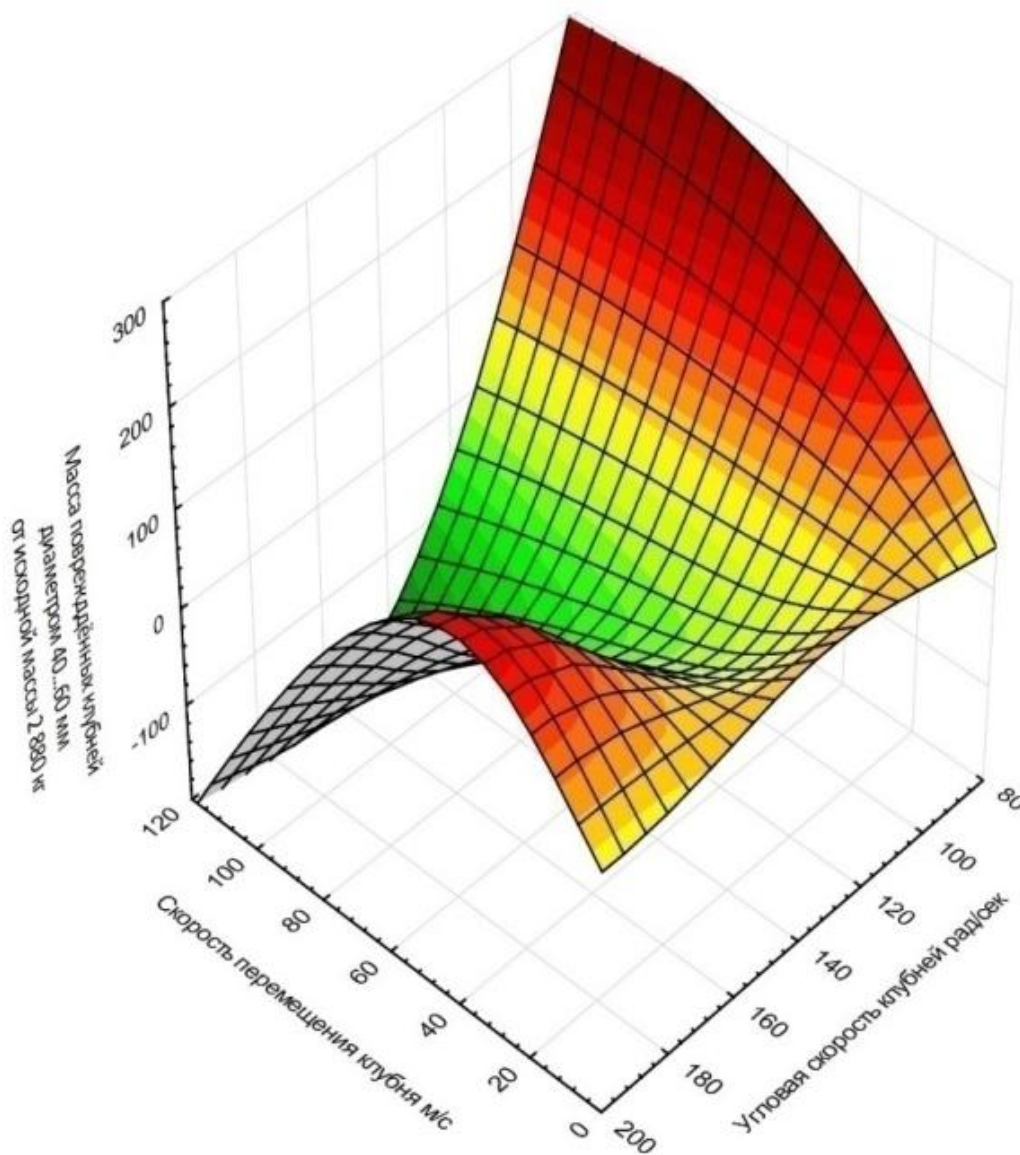


Рисунок 3.12 – Расчётная зависимость массы повреждённых клубней от скоростей их перемещения

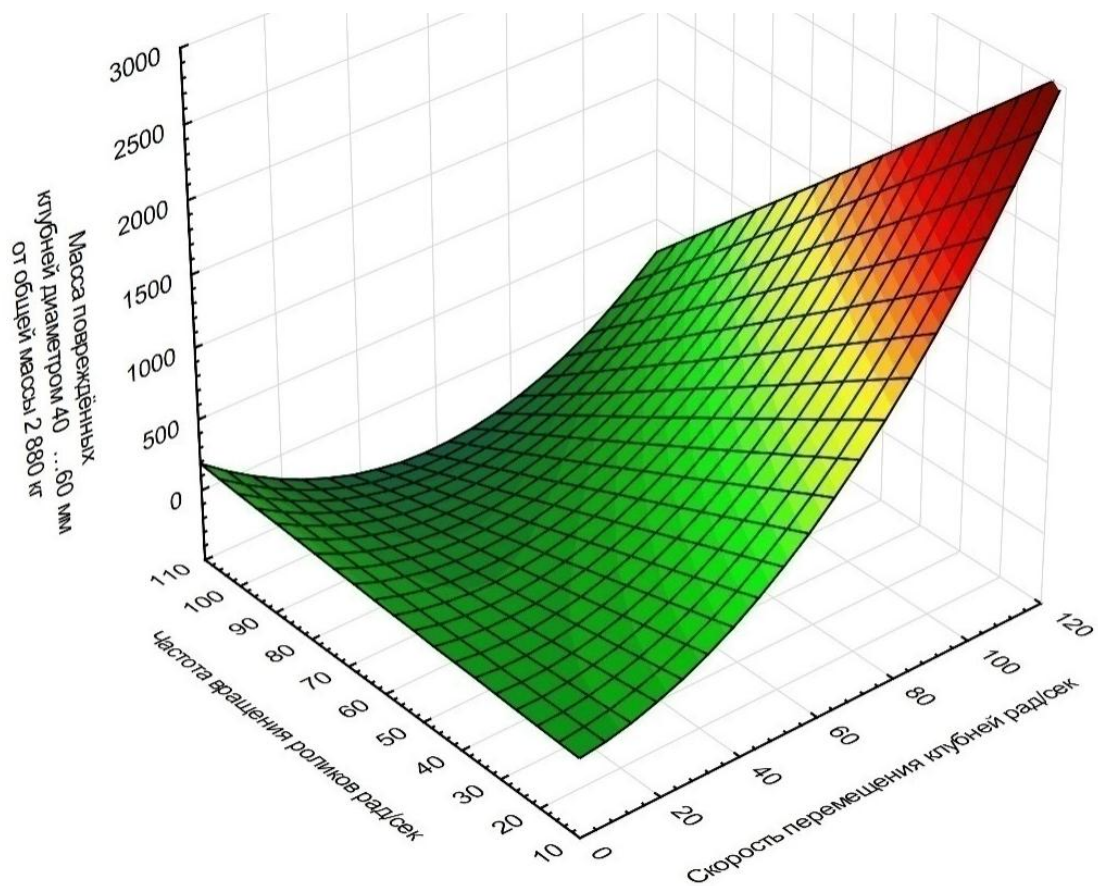


Рисунок 3.13 – Расчётная зависимость массы повреждённых клубней от частоты вращения роликов и скорости их перемещения

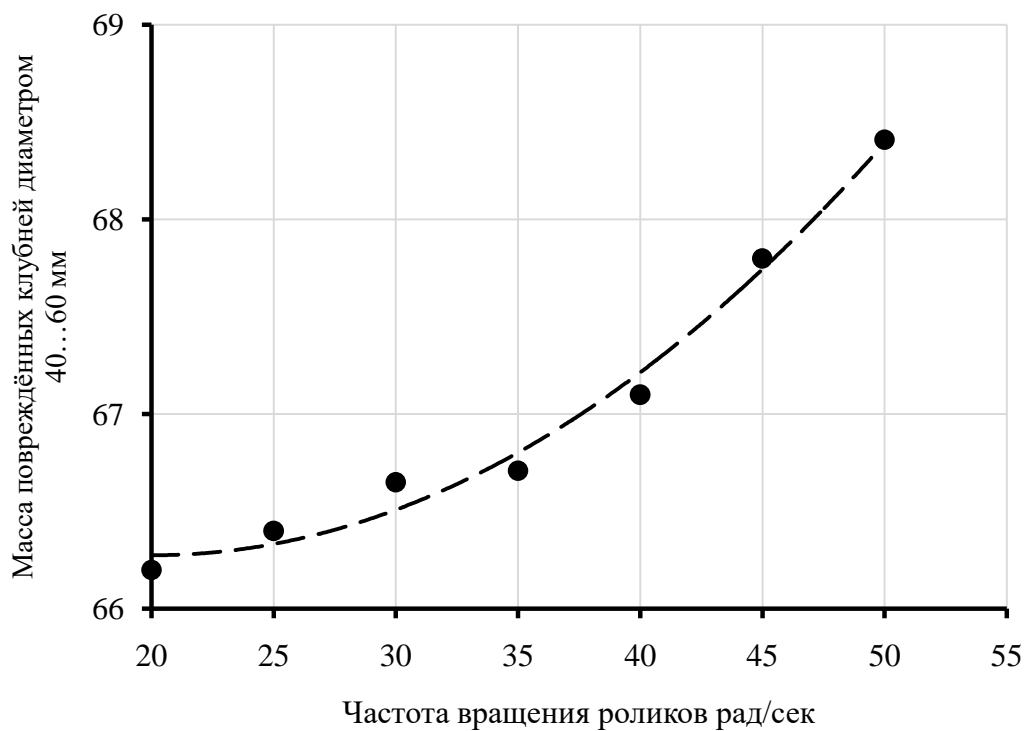


Рисунок 3.14 – Расчётная зависимость массы повреждённых клубней от частоты вращения роликов

Расчётная зависимость массы повреждённых клубней от частоты вращения роликов (см. рис 3.14), может быть описана квадратичным уравнением с коэффициентом детерминации $R^2=0,98$:

$$y = 0,0024x^2 - 0,0948x + 67,226. \quad (3.4)$$

Расчётная зависимость массы повреждённых клубней от скорости перемещения клубней (см. рис 3.15), может быть описана квадратичным уравнением с коэффициентом детерминации $R^2=0,95$:

$$y = 108,99x^2 - 973,65x + 2240,90. \quad (3.5)$$

Обобщив результаты теоретических исследований и зависимостей, полученных расчётным путём и представленных на рисунках 3.12...3.15 получим уравнение, описывающее зависимость процента массы повреждений клубней от скорости их движения (см. рис. 3.16) с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,9$:

$$y = -0,8265X_2^2 + 9,5012X_2 - 23,254. \quad (3.6)$$

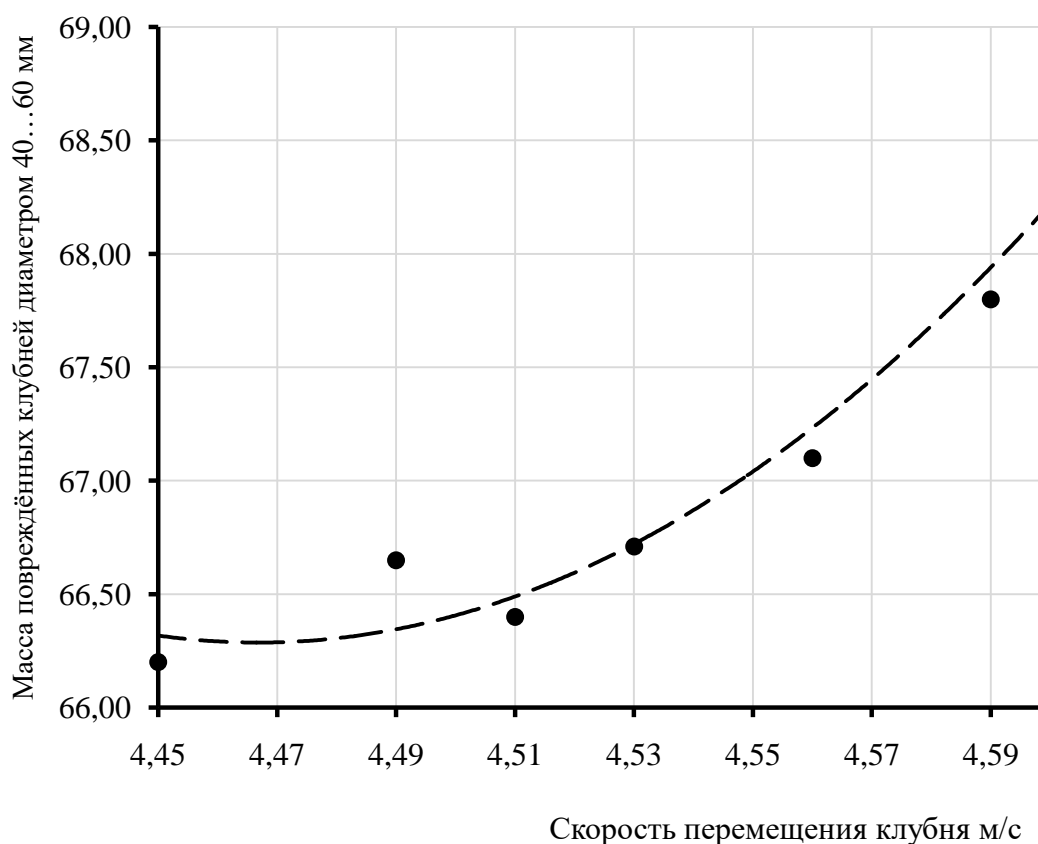


Рисунок 3.15 – Расчётная зависимость массы повреждённых клубней от скорости перемещения клубней

Проанализировав результаты, полученные расчётным путём в главе 2 диссертации, результаты экспериментальных исследований, полученные в разделе 3.3, результаты оптимизации параметров усовершенствованного самосвального кузова ТТА при выгрузке картофеля, полученные в разделе 3.4, а также в результате экспериментальной оценке достоверности, раздел 3.5 оценим обобщённую погрешность исследования, используя зависимость (3.3). Результаты сравнения представим графически в виде гистограммы на рисунке 3.17.

Проанализировав данные рисунка 3.17 можно сделать вывод, что процент повреждений во всех случаях не превышает 3% регламентированные агротребованиями, соответственно, полученные результаты являются достоверными.

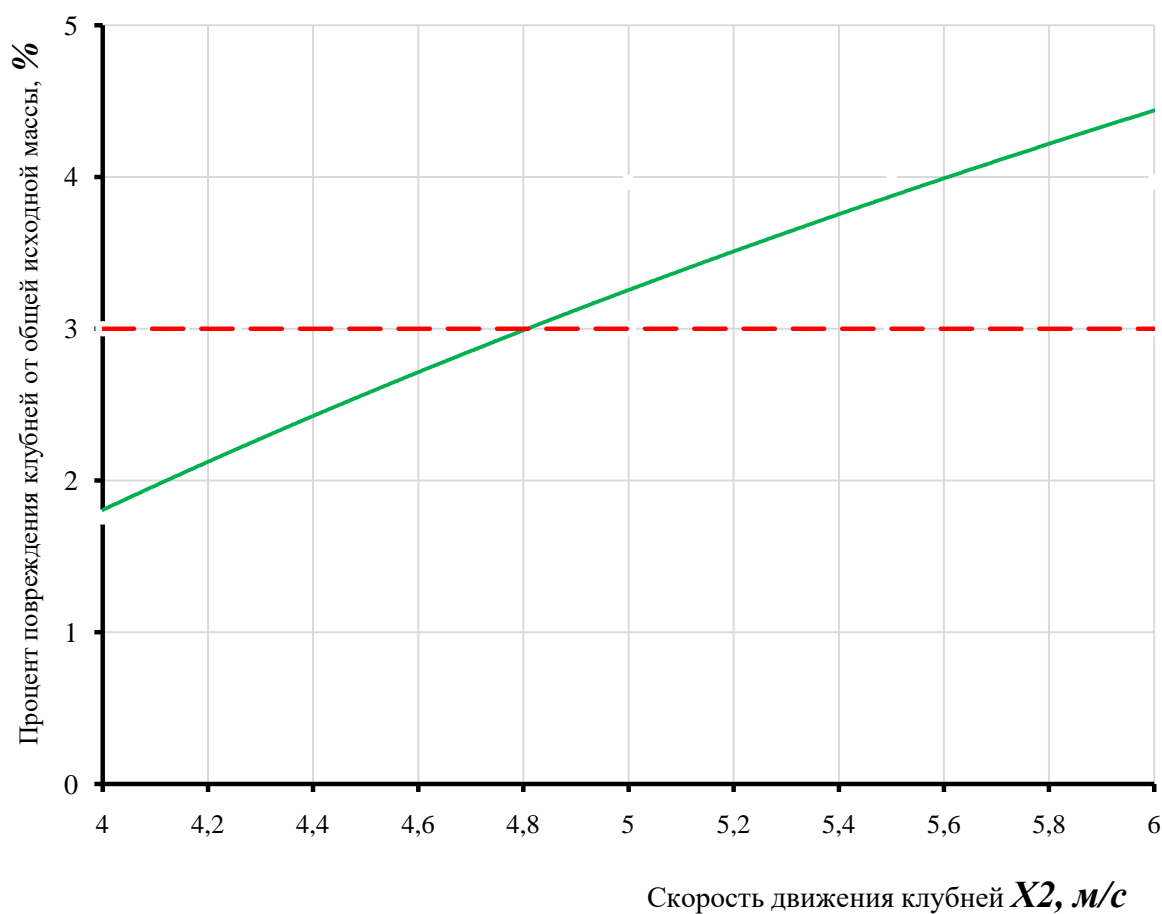


Рисунок 3.16 – Обобщённая зависимость процента повреждённых клубней в зависимости от скорости их движения



Рисунок 3.17 – Сравнения результатов, полученных расчётным путём, в ходе решения оптимизационной задачи и экспериментальной оценке достоверности

3.6 Выводы по третьей главе

1. Доказано влияние диаметра клубня на процесс повреждения картофеля при выгрузке из усовершенствованного самосвального кузова ТТА. При диаметре клубня в интервале 46-50 мм при скорости его движения по роликовому транспортеру усовершенствованного самосвального кузова ТТА до 5,0 м/с обеспечивается минимальная (рациональная) величина повреждения картофеля 1,52-1,6%, что отвечает агротехническим требованиям, предъявляемым к данному технологическому процессу (не более 3%).

2. По результатам оценки достоверности результатов полученных при решении оптимизационной задачи установлено, что процент повреждений во всех случаях не превышают 3% регламентированные агротехническими требованиями, соответственно, полученные результаты являются достоверными.

Глава 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО САМОСВАЛЬНОГО КУЗОВА ТТА

Расчет технико-экономической эффективности применения усовершенствованного самосвального кузова ТТА был произведен в соответствии с ГОСТ 34393-2018 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки» [24].

В ходе расчетов были получены абсолютные экономические показатели оценки специализированной техники. Исходные данные взяты за 2021 г. и представлены ниже (табл. 4.1).

Таблица 4.1 - Исходные данные для расчета экономической эффективности предложенных мероприятий [52]

№	Наименование показателей	Единицы измерения	Тракторный прицеп 2ПТС-4	
			Базовый вариант	Новый вариант
1.	Марка трактора, скоторым агрегат		МТЗ-82.1	МТЗ-82.1
2.	Цена прицепа	руб.	267054	319846
3.	Годовая загрузка прицепа	ч	264	264
4.	Средняя техническая скорость	км/ч	22,0	22,0
5.	Количество персонала, обслуживающего агрегат	чел.	1	1
6.	Ёмкость платформы с основными бортами	м ³	5,09	5,09
7.	Номинальная грузоподъемность п	т	4	4
8.	Время, затрачиваемое на погрузку	ч	0,58	0,56
9.	Средняя длина ездки с грузом	км	5	5
10.	Коэффициент использования про		0,5	0,5
11.	Норма амортизационных отчисле	%	12,2	12,2
12.	Но рма отчислений на ремонт и техни	%	11	11
13.	Сумма часовой оплаты с учетом вс Уразряда	руб./ч	318,6	318,6
14.	Комплексная цена 1 кг ГСМ	руб.	49,9	49,9

№	Наименование показателей	Единицы измерения	Тракторный прицеп 2ПТС-4	
			Базовый вариант	Новый вариант
15.	Закупочная цена картофеля: - продовольственного - поврежденного	руб./т	31960 21100	31960 21100
16.	Срок службы прицепа	лет	7	7
17.	Коэффициент статического использования грузоподъемности		0,85	0,85
18.	Уровень повреждений продукции (+ разгрузка)	%	9,0	6,5
19.	Годовой объем перевозок продукции: – при урожайности сорта картофеля «Латона»; – при площади возделывания картофеля	т	504	504
		т/га	21,1	21,1
		га	24	24

Экономический эффект от снижения эксплуатационных затрат при использовании усовершенствованного самосвального кузова ТТАО определяли, путем сравнения приведенных затрат базовой и новой моделей [24].

В качестве объекта сравнения был выбран самосвальный транспортный прицеп 2ПТС-4 (базовый вариант и объект подвергшийся модернизации).

Для установления экономического эффекта от использования усовершенствованного самосвального кузова ТТАО при осуществлении внутрихозяйственных перевозок произвели следующий расчет [24]:

$$\mathcal{E}_{\text{сум}} = \mathcal{E}_{\text{экс}} + \mathcal{E}_{\text{повр}} \quad (4.1)$$

где: $\mathcal{E}_{\text{экс}}$ - экономический эффект от снижения / повышения эксплуатационных затрат для транспортного средства, руб;

$\mathcal{E}_{\text{повр}}$ - экономический эффект от снижения повреждений груза при транспортировке, руб.

4.1. Экономический эффект от снижения/ увеличения эксплуатационных затрат

Экономический эффект от снижения эксплуатационных затрат при использовании усовершенствованного самосвального кузова ТГА рассчитывали по формуле[24]:

$$\mathcal{E}_{\text{экс}} = (Z_1 - Z_2) \cdot Q_{\text{общ}} \quad (4.2)$$

где: Z_1, Z_2 — приведенные затраты на единицу перевезенного груза, для базовой модели и усовершенствованного самосвального кузова ТГА, руб/т;

$Q_{\text{общ}}$ -объем перевезенного груза за год транспортным средством, т.

Приведенные затраты для базовой модели и усовершенствованного самосвального кузова ТГА были рассчитаны по следующей формуле[24]:

$$Z_i = Z_{\text{экс}} + N_{\text{П}} \quad (4.3)$$

где: $Z_{\text{экс}}$ - эксплуатационные затраты на единицу перевезенного груза, руб/т;

$N_{\text{П}}$ —показатель нормативной прибыли от капиталовложений, руб/т.

Эксплуатационные затраты рассчитывали по формуле[24]:

$$Z_{\text{экс}} = Z_a + Z_{\text{ТО}} + Z_{\text{ГСМ}} + Z_o \quad (4.4)$$

где: Z_a - амортизационные отчисления на единицу перевезенного груза, руб/т;

$Z_{\text{ТО}}$ – затраты на техническое обслуживание и ремонт ТГА в расчете на единицу перевезенного груза, руб/т;

Амортизационные отчисления для транспортного средства рассчитывали по формуле [24]:

$$Z_a = \frac{B \cdot N_d}{100 T_{\text{год}} \cdot W_Q} \quad (4.5)$$

где: B - балансовая стоимость ТГА, руб;

N_d —нормированная величина амортизационных отчислений, %;

$T_{\text{год}}$ - годовая загрузка ТГА, ч;

W_Q - производительность ТГА, т/ч.

Балансовую стоимость ТГА определяли по следующей формуле [24]:

$$B = \Pi_{\Pi} \cdot K_{\Pi} \quad (4.6)$$

где: Π_{Π} – рыночная стоимость ТГА, руб;

K_{Π} – коэффициент, учитывающий дополнительные финансовые траты при закупке ТГА. $K_{\Pi}=1,2$ [132].

$$B_1 = 222545 \cdot 1,2 = 267054 \text{ руб}$$

$$B_2 = 266538 \cdot 1,2 = 319846 \text{ руб}$$

Производительность ТГА определяли по формуле [24]:

$$W_Q = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot \vartheta_t \cdot \beta}{l_{ег} + t_{п-р} \cdot \vartheta_t \cdot \beta} \quad (4.7)$$

где: q – номинальная грузоподъемность ТГА, т;

γ_c – коэффициент статического использования грузоподъемности ТГА;

ϑ_t – среднее значение рабочей скорости ТГА, км/ч;

β – коэффициент использования пробега;

$l_{ег}$ – средняя длина ездки груженого ТГА, км;

$t_{п-р}$ – время на погрузку и разгрузку ТГА, ч.

Подставив исходные данные были получены значения производительности базового и усовершенствованного самосвального кузова ТГА:

$$W_{Q1} = \frac{4 \cdot 0,85 \cdot 22 \cdot 0,5}{5 + 0,58 \cdot 22 \cdot 0,5} = 3,29 \text{ т/ч}$$

$$W_{Q2} = \frac{4 \cdot 0,85 \cdot 22 \cdot 0,5}{5 + 0,56 \cdot 22 \cdot 0,5} = 3,35 \text{ т/ч}$$

$$З_{a1} = \frac{267054 \cdot 12,2}{100 \cdot 264 \cdot 3,29} = 37,51 \text{ руб/т}$$

$$З_{a2} = \frac{319846 \cdot 12,2}{100 \cdot 264 \cdot 3,35} = 44,12 \text{ руб/т}$$

Расчет величины затрат на техническое обслуживание и ремонт ТГА

произвели по формуле [24]:

$$Z_{TO} = \frac{B \cdot H_{TO}}{100 T_{год} \cdot W_Q} \quad (4.8)$$

где: H_{TO} — норма отчислений на ТОиР ТТА, %.

$$Z_{TO1} = \frac{267054 \cdot 11}{100 \cdot 264 \cdot 3,29} = 33,82 \text{ руб/т}$$

$$Z_{TO2} = \frac{319846 \cdot 11}{100 \cdot 264 \cdot 3,35} = 39,78 \text{ руб/т}$$

Затраты на ГСМ рассчитали по следующей формуле [24]:

$$Z_{ГСМ} = \frac{C_{ГСМ} \cdot H_{ГСМ}}{W_Q} \quad (4.9)$$

где: $H_{ГСМ}$ - расход ГСМ, кг/ч;

$C_{ГСМ}$ — цена ГСМ, руб/кг.

Расход ГСМ определили следующим образом [24]:

$$H_{ГСМ} = N \cdot q \cdot \tau \quad (4.9)$$

где: N — номинальная мощность двигателя трактора, кВт;

q - удельный расход ГСМ тракторным прицепом, кг/(кВт·ч);

τ - средний коэффициент использования мощности двигателя ТС.

$\tau = 0,5$ [132].

$$H_{ГСМ} = 58,9 \cdot 0,26 \cdot 0,5 = 7,66 \text{ кг/ч}$$

$$Z_{ГСМ} = \frac{49,9 \cdot 7,66}{3,29} = 116,18 \text{ руб/т}$$

$$Z_{ГСМ} = \frac{49,9 \cdot 7,66}{3,35} = 114,1 \text{ руб/т}$$

Заработную плату механизатора нашли следующим образом [24]:

$$Z_o = \frac{C_{тар} \cdot Л}{W_Q} \quad (4.11)$$

где: $C_{тар}$ — тчасовая ставка механизатора, руб/ч;

$Л$ — количество работников, чел.

$$Z_{o1} = \frac{318,6 \cdot 1}{3,29} = 96,84 \text{ руб/т}$$

$$Z_{o2} = \frac{318,6 \cdot 1}{3,35} = 95,1 \text{ руб/т}$$

Нормативную прибыль от капиталовложений рассчитывали по формуле[24]:

$$H_{\Pi} = E_{\text{н}} + K_{\text{у}} \quad (4.12)$$

где: $E_{\text{н}}$ -коэффициент эффективности капиталовложений ($E_{\text{н}}=0,15$);

$K_{\text{у}}$ - величина удельных капиталовложений, руб/т.

Величину удельных капиталовложений рассчитали как [24]:

$$K_{\text{у}} = \frac{B}{T_{\text{год}} \cdot W_{\rho}} \quad (4.13)$$

Получили экономический эффект от снижения/увеличения эксплуатационных затрат при использовании усовершенствованного самосвального кузова ТГА:

$$Z_{\text{экс}} = 37,51 + 33,82 + 116,18 + 33,82 = 221,33 \text{ руб/т}$$

$$Z_{\text{экс}} = 44,12 + 39,78 + 114,1 + 95,1 = 293,1 \text{ руб/т}$$

Результаты выполнения расчета эксплуатационных затрат приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты расчета эксплуатационных затрат

№	Вид	Единицы измерения	2ПТС-4	
			серийная модель	усовершенствованная модель
1	$Z_{\text{а}}$	Руб/т	37,51	44,12
2	$Z_{\text{ТО}}$	Руб/т	33,82	39,78
3	$Z_{\text{ГСМ}}$	Руб/т	116,18	114,1
4	$Z_{\text{о}}$	Руб/т	33,82	95,1
5	Итого ($Z_{\text{экс}}$)	Руб/т	221,33	293,1

Получили следующий экономический эффект от снижения/повышения эксплуатационных затрат при использовании усовершенствованного самосвального кузова ТГА:

$$\Delta_{\text{экс}} = (221,33 - 293,1) \cdot 504 = -36172,08 \text{ руб}$$

4.2. Экономический эффект от снижения повреждений картофеля при их транспортировке

Экономический эффект от снижения повреждений клубней при их перевозке тракторными прицепами [24]:

$$\mathcal{E}_{\text{повр}} = I_6 - I_y \quad (4.14)$$

где: I_6 -финансовые издержки при перевозе картофеля серийным тракторным прицепом 2ПТС4, руб;

I_y -финансовые издержки при перевозе картофеля усовершенствованным тракторным прицепом 2ПТС4, руб;

Издержки при перевозе картофеля рассчитали по следующей формуле [24]:

$$I = Q_{\text{общ}} \cdot P_{\text{кл}} \cdot C_{\text{кл}} \quad (4.15)$$

где: $P_{\text{кл}}$ - величина повреждений картофеля, %;

$C_{\text{кл}}$ - разница в цене между качественным и поврежденным картофелем, руб/т;

В ходе хозяйственных испытаний было установлено, что при перевозке клубней серийным тракторным прицепом повреждения клубней составили 9%, а усовершенствованным образцом – 6,6%.

Ценовая разница между продовольственным и поврежденным картофелем составляла $C_p=10860$ руб/т в ценах 2021 года.

Тогда финансовые издержки составили:

$$I_6 = 504 \cdot 0,09 \cdot 10860 = 492609,6 \text{ руб}$$

$$I_y = 504 \cdot 0,065 \cdot 10860 = 355773,6 \text{ руб}$$

Тогда экономический эффект от снижения повреждений клубней при их перевозке тракторными прицепами нашли как:

$$\mathcal{E}_{\text{повр}} = 492609,6 - 355773,6 = 136836 \text{ руб}$$

Суммарный экономический эффект от применения усовершенствованного самосвального кузова ТТА рассчитали следующим образом:

$$\mathcal{E}_{\text{сум}} = -36172,08 + 136836 = 100663,92 \text{ руб}$$

или в расчете на 1 т перевезенного груза - 199,73 руб/т.

4.3 Вывод по четвертой главе

1. Установлено, что годовой экономический эффект от использования на внутрихозяйственных перевозках свежесобранного картофеля усовершенствованного самосвального кузова ТТА составил 100663,92 руб. Объем выполненных работ составлял 504 т. Величина данного экономического эффекта была достигнута за счет снижения количества поврежденной клубней (в среднем на 38,5%) при одновременном увеличении эксплуатационных затрат на 36172,08 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Из анализа технологического процесса разгрузки самосвальных кузовов ТГА установлено, что в подавляющем большинстве они не соответствуют агротехническим требованиям по показателю повреждения клубней (повреждения не более 3%).

2. По результатам проведенных теоретических расчетов было установлено, что картофельный ворох выгружаемый из усовершенствованного кузова ТГА не падает вниз, а поступает на роликовый транспортер. При этом скорость клубня достигает 4,6 м/с, а угловая скорость вращения роликов перегрузочного устройства будет в диапазоне от 20 до 50 рад/с, что в конечном счете позволит минимизировать возможность повреждения плодов при разгрузке (до 1,6%).

3 При диаметре клубня в интервале 46-50 мм при скорости его движения по роликовому транспортеру усовершенствованного самосвального кузова ТГА до 5,0 м/с обеспечивается минимальная (рациональная) величина повреждения картофеля 1,52-1,6%.

4. Определено, что применение ТГА с усовершенствованным самосвальным кузовом на внутрихозяйственных перевозках картофеля позволило добиться снижения повреждения груза на 38,5% (за счет бережной разгрузки ТГА). Годовой экономический эффект от предложенных мероприятий составил 100663,92 руб при перевозке 504 картофеля в ценах 2021 года.

Рекомендации производству

Для рационального технологического процесса разгрузки картофеля из усовершенствованного самосвального кузова ТГА и соблюдения при этом агротехнических требований к данному виду работ целесообразным решением является использование навесного перегрузочного устройства.

При этом необходимым условием эффективного функционирования подобного навесного перегрузочного устройства является оснащение выгрузного роликового транспортера гидроприводом, обеспечивающим вращение его роликов с заданной угловой скоростью.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Необходимо продолжить дальнейшие научные исследования в направлении модернизации ТГА с целью оптимизации параметров технологического процесса ВП легкоповреждаемой продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авторское свидетельство №1298107 СССР, МПК51 В60Р 1/28. Кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемых сельскохозяйственных продуктов: №3969253/29-11: заявл. 24.10.1985: опубл. 23.03.1987 / Спивак А.В., Литвин М.В., Кривописк Л.Г.; заявитель Головное специализированное конструкторское бюро по комплексам машин для механизации работ в садах, виноградниках, питомниках и ягодниках Кишиневского производственного объединения «Плодсельхозмаш» - 3 с.
2. Авторское свидетельство №1498649 СССР, МПК51 В65G 65/02. Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки сельскохозяйственной продукции : № 4339893/27-11 : заявл. 07.12.1987 : опубл. 07.08.1989 / Рамфопуло П.С., Хатиашвили А.Г.; заявитель Рамфопуло П.С., Хатиашвили А.Г. – 7 с.
3. Агротехнические и технологические параметры автомобилей с.-х. назначения / С.Н. Галкин, Т.Д. Дзоценидзе, А.Г. Левшин, Н.Е. Евтюшенков // Тракторы и сельхозмашины - 2011. - №5. – С. 3-6.
4. Аксенов А.Г. Состояние технического обеспечения производства овощных культур в Российской Федерации / А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев // Картофель и овощи. 2021. № 8. С. 3-8.
5. Алмазов И.В. Результаты исследований расхода топлива транспортными средствами на перевозках рулонов сена / И.В. Алмазов, А.И. Ряднов, А.В. Федоров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 13. - № 4 (67). - С. 115-121.
6. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции / Н. В. Аникин, Н. В. Бышов, И. А. Успенский [и др.] // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: материалы II Международной научно-производственной конференции – Пенза, 2009. – С. 111-113.

7. Анализ перспектив развития технологий и технических средств для машинной уборки картофеля на период до 2020 г / А.А. Голиков, Г.Г. Вирабян, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский // Студенческий научный поиск - науке и образованию XXI века: материалы V Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2013. – С. 346-350.
8. Анализ процесса выгрузки клубней из транспортного агрегата с усовершенствованным самосвальным кузовом / О.В. Филюшин, М.Ю. Костенко, И.А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2020. - № 1 (45). - С. 107-114.
9. Анализ процесса выгрузки сельскохозяйственной продукции из усовершенствованного кузова тракторного прицепа / С.В. Колупаев, И.А. Юхин, И.А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №08(112). С. 778 – 801. – IDA [article ID]: 1121508058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/58.pdf>, 1,5 у.п.л.
10. Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований устойчивости движения тракторного поезда / А.В. Бортник, И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. –2020. – № 164. - С. 222 – 231.
11. Анализ современного состояния и перспективы развития техники для внутрихозяйственных перевозок / И.А. Успенский, А.А. Симдянкин, И.А. Юхин, О.В. Филюшин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России: материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2016. - С. 202-207.

12. Березенко Н.В. Инновационное развитие картофелеводства в России / Н.В. Березенко, О.В. Слинко // Техника и оборудование для села. – 2013. - № 3. - С. 46-48.
13. Бышов Н.В. Методика комплексной оценки эффективности использования транспорта в сельскохозяйственном производстве / Н.В. Бышов, А.И. Ряднов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 1 (41). - С. 104-108.
14. Верещагин Н.И. Динамические характеристики клубней картофеля / Н.И. Верещагин // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2007. - №3. - С. 69 – 76.
15. Верещагин Н.И. Обоснование процесса и средств механизации уборки картофеля, снижающих повреждения клубней [Текст]: дис. ... докт. техн. наук в форме научного доклада : 05.20.01 / Н.И. Верещагин – Москва, 1991. - 33 с.
16. Верещагин Н.И. Современные машинные технологии для производства картофеля / Н.И. Верещагин, В.В. Зубков, С.С. Туболев // Техника и оборудование для села. – 2009. - № 7. - С. 16.
17. Верещагин Н.И. Современные машинные технологии производства картофеля / Н.И. Верещагин // Техника и оборудование для села – 2004. - №8. - С. 16 – 19; 2004. - №9. - С. 12 – 14 (продолжение).
18. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля / Рембалович Г.К., Успенский И.А., Кокорев Г.Д. [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2011. – №74. - С. 197 – 207. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/10/pdf/53.pdf>.
19. Вопросы транспортировки сельскохозяйственной продукции на послеуборочном этапе / В.А. Волченкова, В.А. Шафоростов, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Актуальные вопросы применения инженерной

науки: материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2019. - С. 227-231.

20. Выбор транспортного средства для перевозки рулонов сена по затратам на топливо-смазочные материалы / А.И. Ряднов, О.А. Федорова, И.В. Алмазов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2019. - № 1 (53). - С. 364-371.

21. Высокопроизводительный комплект для уборки картофеля / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, К.А. Пшеченков [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. - 2010. - № 10. - С. 11-16.

22. Голиков А.А. Изыскание перспективных способов снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля / А.А. Голиков, Н.И. Верещагин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №01(105). С. 356 – 366. – IDA [article ID]: 1051501019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/19.pdf>, 0,688 у.п.л.

23. Горин Е.В. Методы моделирования для снижения издержек при транспортировке сельскохозяйственной продукции / Е.В. Горин, П.П. Гамаюнов, В.А. Эвиев // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2020. - С. 239-243.

24. ГОСТ 34393-2018. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. - М.: Стандартинформ, 2018. – 10 с.

25. Джабборов Н.И. Методика расчета энергоэффективности машинно-тракторных агрегатов / Н.И. Джабборов, В.А. Эвиев, Н.Г. Очиров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2018. - № 2 (50). - С. 367-374.

26. Джабборов Н.И. Оценка энергоэффективности

технологических процессов и технических средств в растениеводстве / Н.И. Джаббаров, В.А. Эвиев, Н.Г. Очиров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2018. - № 2 (50). - С. 317-322.

27. Ежевский А.А. Техническая и технологическая обеспеченность сельскохозяйственного производства России на 2013-2020 годы / А.А. Ежевский // Сельскохозяйственные машины и технологии - 2014. - №1. – С. 3-6.

28. Зацепин А.Н. Применение инновационных методов оптимизации грузоперевозок агропродукции на примере картофеля / А.Н. Зацепин, В.А. Эвиев, П.П. Гамаюнов // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений: материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2020. С. 252-257.

29. Зернов В.Н. Кто решает, какие тракторы нужны сельхозпроизводителю? / В.Н. Зернов, С.Н. Петухов, А.Г. Пономарев // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т. 22. № 1. С. 136-148.

30. Измайлов А.Ю. Автотранспорт для перевозки сельскохозяйственных грузов / А.Ю. Измайлов, Н.Е. Евтюшенков // Сельскохозяйственные машины и технологии - 2011. - №2. – С. 19-23.

31. Измайлов А.Ю. Интенсивные машинные технологии и новая техника для производства продукции растениеводства и животноводства / А.Ю. Измайлов, Ю.Х. Шогенов // Инновационные разработки производства и переработки лубяных культур: материалы Международной научно-практической конференции. Москва, 2016. - С. 11-18.

32. Измайлов А.Ю. Интенсивные машинные технологии и техника нового поколения для производства основных групп сельскохозяйственной продукции / А.Ю. Измайлов, Ю.Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. - 2017. - № 7. - С. 2-6.

33. Измайлов А.Ю. Модернизация технологий транспортирования

селекционного урожая / А.Ю. Измайлов, Н.Е. Евтюшенков, Р.К. Курбанов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. - 2017. - № 2. - С. 6-8.

34. Измайлов А.Ю. Развитие интенсивных машинных технологий и техники нового поколения для производства основных групп продовольствия / А.Ю. Измайлов, Ю.А. Иванов, Ю.Х. Шогенов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2017. - № 2 (26). - С. 20-31.

35. Измайлов А.Ю. Развитие транспортной и погрузочно-разгрузочной техники в сельском хозяйстве / А.Ю. Измайлов, Н.Е. Евтюшенков, А.Ю. Васильев // Сельскохозяйственные машины и технологии - 2010. - №2. – С. 14-18.

36. Измайлов А.Ю. Разработка интенсивных машинных технологий и новой энергонасыщенной техники для производства основных видов сельскохозяйственной продукции / А.Ю. Измайлов, Ю.Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. - 2016. - № 5. - С. 2-5.

37. Инновационная система машинно-технологического обеспечения предприятий агропромышленного комплекса. Часть 1. Инновационная система машинно-технологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий на длительную перспективу: монография / А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский, В.М. Бейлис, Ю.С. Ценч - Москва: Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 2019. – 228 с. - ISBN 978-5-94600-040-6.

38. Инновационная техника для транспортировки продукции растениеводства / И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. Н. Кулик [и др.] / Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: материалы международной научно - практической конференции, посвященной 55 – летию института механики и энергетики. – Саранск:, 2012. – С. 223 – 227.

39. Инновационное технологическое обеспечение производства овощных культур: монография / А.С. Дорохов, А.В. Сибирев, А.Г. Аксенов

[и др.]. –Москва: ООО "Цифровичок", 2022. – 318 с. - ISBN 978-5-91587-257-7

40. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства / И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. Н. Кулик, Д. С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. - №7. – С. 6 – 8.

41. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в растениеводстве / Г. К. Рембалович, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] / Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства: материалы Международной научно-технической конференции – Москва, 2011. – Том 2. - С. 455 – 460.

42. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК / И.А. Юхин, И.А. Успенский, А.А. Голиков, П.В. Бондарев // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник научных трудов международной конференции. - Саранск, 2014. - С. 181-187.

43. Колчин Н. Н. Технология и комплексы машин для возделывания важнейших сельскохозяйственных культур. Часть I. Картофель / Н. Н. Колчин. – М.: ИНФРА, 1997. - 104 с.

44. Колчин Н.Н. Как снизить повреждение клубней в машинных технологиях / Н.Н. Колчин, А.Г. Пономарев, С.Н. Петухов // Картофель и овощи. - 2019. - № 3. - С. 14-16.

45. Колчин Н.Н. Новая техника для картофелеводства / Н.Н. Колчин, А.Г. Пономарев, В.Н. Зернов // Картофель и овощи. - 2019. - № 6. - С. 26-29

46. Колчин Н.Н. Новая техника для картофелеводства / Н.Н. Колчин, А.Г. Пономарев, В.Н. Зернов // Картофель и овощи. 2019. № 6. С. 26-29.

47. Колчин Н.Н. Современная техника для машинного

производства картофеля / Н.Н. Колчин // Тракторы и сельхозмашины. - 2011. - № 6. - С. 51-55.

48. Концепция модернизации парка сельскохозяйственных тракторов России на период до 2020 года [Текст] / Российская акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Всероссийский науч.-исследовательский ин-т механизации сельского хоз-ва (ГНУ ВИМ Россельхозакадемии), М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное науч. учреждение "Российский науч.-исследовательский ин-т информ. и технико-экономических исслед. по инженерно-техническому обеспечению агропром. комплекса" (ФГБНУ "Росинформагротех") ; [разраб.: А. Ю. Измайлов и др.]. - Москва : ВИМ, 2013. - 87 с.

49. Машина для формирования, погрузки и транспортировки рулонов сена / А.И. Ряднов, Р.В.Шарипов, И.В. Алмазов, С.Ю.Фандеев // Сельский механизатор. - 2020. - № 8. - С. 10-11.

50. Машинные технологии и техника для производства картофеля [Текст] / [Туболев С. С. и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Колчина. - Москва : Агроспас, 2010. - 311 с. - ISBN 978-5-904610-05-0.

51. Мероприятия по повышению эксплуатационных показателей автотракторной техники при внутривладельческих перевозках в АПК / А.В. Бортник, И.А. Успенский, И.А. Юхин, В.А. Волченкова // Техника и оборудование для села. - 2019. - № 9 (267). - С. 33-36.

52. Методика определения экономической эффективности технологии и сельскохозяйственной техники. Часть 1: методические указания / А.В. Шпилько, В.И. Драгайцев, П.А. Тулапин [и др.] — М.: РИЦ ГОСНИТИ, 1998. — 331 с.

53. Морозова Е.А. Технологии получения данных о внутривладельческом движении сельскохозяйственной продукции / Е.А. Морозова, П.П. Гамаюнов, В.А. Эвиев // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений: материалы Международной студенческой научно-

практической конференции. –Рязань, 2020. С. 299-303.

54. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля / И. А. Успенский, Г.К. Рембалович, Г.Д. Кокорев [и др.] // Вестник РГАТУ. – 2010. - №4. – С. 72 – 74.

55. Обоснование уборочно-транспортных процессов в селекционных технологиях / А.Ю. Измайлов, В.Ф. Рожин, Е.П. Шилова [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2018. - Т. 12. - № 1. - С. 4-9.

56. Основные задачи и направления НИР по снижению повреждений картофеля и овощей в машинных технологиях их производства / В.Н. Зернов, С.Н. Петухов, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирёв // Агротехника и энергообеспечение. - 2019. - № 4 (25). - С. 6-16.

57. Основные требования к техническому уровню тракторов, транспортных средств и прицепов на долгосрочную перспективу / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: доклады Международной научно-практической конференции 21 – 22 марта 2013г. – Минск, 2013. – С. 200-202.

58. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур / Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, А. Б. Пименов [и др.] // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: материалы III Международной научно-практической конференции «Наука – Технология – Ресурсосбережение», посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М. Гуревича – Киров, 2010. – Вып. 11. - С. 45 – 49.

59. Патент №105233 Российская Федерация, МПК51 В 60 Р 1/28. Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции : № 2010119314 : заявл. 13.05.2010 : опубл. 10.06.2011 / Успенский И.А., Булатов Е.П., Рембалович Г.К. [и др.]; заявитель ФГОУ ВПО РГАТУ – 2 с.

60. Патент №161488 Российская Федерация, МПК В60R 9/00; В60P 1/00. Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства : № 2015145901/11: заявл. 26.10.2015 : опубл. 20.04.2016 / Филюшин О.В., Голиков А.А., Успенский И.А. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ – 2 с.

61. Патент №166384 Российская Федерация, МПК В65D 85/34. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции : №2016115317/12 : заявл. 19.04.2016 : опубл. 20.11.2016 / Шафоростов В.А., Юхин И.А., Успенский И.А. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. - 2 с.

62. Патент №2565796 Российская Федерация. Выдвижной борт: - №2014125670/11: заявл. 24.06.2014: опубл. 20.10.2015 / Исенбаев А.К.; заявитель Исенбаев А.К.. – 15 с.

63. Патент №191227 Российская Федерация, МПК В65D 8/14. Устройство для транспортировки корнеклубнеплодов : №2019116209 : заявл. 27.05.2019 : опубл. 30.07.2019 / Борычев С.Н., Рябчиков Д.С., Колошеин Д.В. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ - 9 с.

64. Патент №194128 Российская Федерация, МПК В60P1/28. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : №2019100387 : заявл. 09.01.2019 : опубл. 28.11.2019 / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ - 8 с.

65. Патент №2584041 Российская Федерация. Самосвальный кузов для перевозки легкоповреждаемой продукции : №2015107218/11 : заявл. 02.03.2015 : опубл. 20.05.2016 / Успенский И.А., Симдянкин А.А., Юхин И.А. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВПО РГАТУ. - 10 с.

66. Патент №2636569 Российская Федерация, МПК В65D 85/34; В65D 81/05. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции : № 2016120142 : заявл. 24.05.2016 : опубл. 23.11.2017 / Юхин И.А., Голиков А.А., Симдянкин А.А. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – 5 с.

67. Патент №2703413 Российская Федерация, МПК В60P 1/00,

A01D 90/00. Грузовая платформа транспортного средства для перевозки рулонов сена : № 2018143632: заявл. 10.12.2018 : опубл. 16.10.2019 / Ряднов А.И.; заявитель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ – 10 с.

68. Патент №2728961 Российская Федерация, МПК В60Р 1/48, А01D 87/12, , А01D 90/00. Транспортное средство для погрузки, перевозки и разгрузки рулонов преимущественно из сеносоломистых материалов : № 2019133726: заявл. 22.10.2019 : опубл. 03.08.2020 / Ряднов А.И., Федорова О.А., Шарипов Р.В. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ – 11 с.

69. Патент №2744651 Российская Федерация, МПК В62D 63/06, В62D 33/02. Прицеп бортовой для транспортировки преимущественно сыпучих сельскохозяйственных грузов : № 2020131143: заявл. 22.09.2020 : опубл. 12.03.2021/ Ряднов А.И., Федоров А.В.; заявитель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ – 15 с.

70. Патент №2747569 Российская Федерация, МПК В60Р 1/00, В60Р 1/26. Транспортное средство для погрузки, перевозки и разгрузки рулонов сена : № 2020133868: заявл. 14.10.2020 : опубл. 07.05.2021/ Ряднов А.И., Федорова О.А., Шарипов Р.В. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ – 11 с.

71. Патент №48894 Российская Федерация, МПК51 В60R 9/00. Навесное перегрузочное устройство для автомобилей : №2005114775/22 : заявл. 14.05.2005 : опубл. 10.11.2005 / Рябчиков Д.С., Борычев С.Н., Аникин Н.В. [и др.]; заявитель ФГОУ ВПО РГСХА. – 2 с.

72. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, В.Г. Селиванов [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2013. - №8 - С. 22-24.

73. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутривозвездных перевозках плодовоовощной продукции / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.]

др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(078). С. 475 – 486. – IDA [article ID]: 0781204041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/41.pdf>, 0,75 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346.

74. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства / Н. В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин [и др.] // Вестник МГАУ – 2009 - №2. – С. 38-40.

75. Повышение надежности технологического процесса и технических средств машинной уборки картофеля по параметрам качества продукции / Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, В.Г. Селиванов [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2012. - № 3. -С. 6-8.

76. Повышение эксплуатационно-технологических показателей транспортной и специальной техники на уборке картофеля / Г.К. Рембалович, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 509 – 518. – IDA [article ID]: 0881304034. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/34.pdf>, 0,625 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346.

77. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК / Н. В. Аникин, И.А. Успенский, И.А. Юхин [и др.] // Международный технико-экономический журнал. - 2009. - № 3. - С. 92-96.

78. Повышение эффективности эксплуатации автотранспорта и мобильной сельскохозяйственной техники при внутрихозяйственных перевозках / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 519 – 529. – IDA [article ID]: 0881304035. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/35.pdf>, 0,688 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346.

79. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля): монография / С.Н. Борычев, Д.Н. Бышов, Н.В. Бышов [и др.]. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 402 с. – ISBN 978-5-98660-256-1

80. Проблемные вопросы повышения энергоэффективности МТА с упруго закрепленными рабочими органами / Д.С. Гапич, В.А. Эвиев, Р.А. Косульников, С.А. Чумаков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2018. - № 1 (49). - С. 312-318.

81. Проблемы и перспективы транспортной техники на селе / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №03(107). С. 443 – 458. – IDA [article ID]: 1071503031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/31.pdf>, 1 у.п.л.

82. Прямов С. Б. Эффективность уборки картофеля в зависимости от типа уборочных машин / С. Б. Прямов, К. А. Пшеченков, С. В. Мальцев. // Современное состояние и перспективы развития картофелеводства: материалы IV научно-практической конференции - Чебоксары, 2012. - С. 216-217.

83. Прямов, С.Б. Усовершенствование технологии выращивания, уборки, хранения и товарной подготовки картофеля в условиях

крупнотоварного производства при орошении [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / С.Б. Прямов – Москва, 2016. – 152 с.

84. Пути дальнейшей модернизации транспортных средств для АПК / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №09(123). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/09.pdf>, 1,688 у.п.л. – IDA [article ID]: 1221608009. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-123-009>.

85. Пшеченков К. А. Научные основы технологий механизированного возделывания и уборки картофеля [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / Пшеченков Константин Александрович; Научно-производ. объедин. по сельхоз. машиностроен. НИИ картофельного хоз-ва. – М., 1991. - 74 с.

86. Пшеченков, К. А. Технологии возделывания и уборки картофеля в России. В книге "Состояние и перспективы развития продовольственной системы России (на примере картофельного комплекса)" / К. А. Пшеченков, В.Н. Зейрук, С. В. Мальцев. – М.: Экономика, 2016. - С. 237-253.

87. Развитие машинных технологий производства картофеля в России / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, К.А. Пшеченков [и др.] // Достижения науки и техники АПК. - 2007. - № 7. - С. 28-31.

88. Расчет производительности и потребности технических средств уборочно-транспортного комплекса / А.Ю. Измайлов, А.А. Артюшин, Н.Е. Евтюшенков [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2016. - № 2. - С. 5-10.

89. Рейзлин В.И. Численные методы оптимизации: учебное пособие / В.И. Рейзлин – Томск: изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 105 с.

90. Рембалович Г. К. Анализ динамики производства картофеля в

Рязанской области / Г. К. Рембалович, И. А. Успенский, А. А. Голиков // Вестник РГАТУ. - 2011. - № 3. – С. 51–52.

91. Рембалович Г.К. Анализ теоретических исследований устойчивости движения транспортных средств в сельском хозяйстве / Г. К. Рембалович, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Вестник РГАТУ. – 2010. - №1. – С. 58 – 60.

92. Рябчиков Д.С. Обоснование параметров устройства для транспортировки корнеклубнеплодов: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Рябчиков Д.С. - Рязань, 2020. - 113 с.

93. Ряднов А.И. Метод выбора транспортных средств при уборке сельскохозяйственных культур / Ряднов А.И. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 349-356.

94. Ряднов А.И. Результаты оптимизации геометрических параметров экспериментальной грузовой платформы для перевозки рулонов сена / А.И. Ряднов, О.А. Федорова, И.В. Алмазов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2019. - № 1 (53). - С. 281-289.

95. Ряднов А.И. Снижение травмирования зерна при уборке зерновых культур / А.И. Ряднов, О.А. Федорова, К.В. Соколов // Тенденции развития технических средств и технологий в АПК: материалы международной научно-практической конференции. - Воронеж, 2021. С. 168-173.

96. Ряднов А.И. Факторы, влияющие на эффективность использования машин по формированию и транспортировке рулонов сена / А.И. Ряднов, С.Ю.Фандеев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 4 (60). -С. 460-468.

97. Саврасова, Н.Р. Анализ контактного динамического взаимодействия клубня картофеля с поверхностью / Н.Р. Саврасова //

Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2010. - Т. 12. - №1(2). – С. 493-498.

98. Сделано у нас - Нам есть чем гордиться! : [сайт]. – URL: <https://sdelanounas.ru/>? (дата обращения: 25.03.2022). – Текст : электронный.

99. Сибирёв А.В. Анализ технического, технологического и цифрового обеспечения комплексов машин для производства овощных культур / А.В. Сибирёв, М.А. Мосяков // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции. - Красноярск, 2021. С. 184-187.

100. Сибирёв А.В. Энергосберегающая технология уборки корнеплодов и картофеля / А.В. Сибирёв, А.Г. Аксенов, М.А. Мосяков // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции в 2 кн. - Барнаул, 2021. С. 34-37.

101. Сидоров Н.Д. Пути снижения потерь картофеля в период хранения / Н.Д. Сидоров, И.А. Успенский, А.С. Колотов // Актуальные вопросы применения инженерной науки: материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2019. - С. 302-306.

102. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. Том 1. Растениеводство. / Федоренко В.Ф. [и др.] - М.: Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 2012. 304 с.

103. Снижение повреждений сельхозпродукции при транспортировке / А.А. Усольцев, А.А. Панова, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2021. – Т. 13. - № 3. – С. 106-112.

104. Снижение травмируемости сельскохозяйственной продукции

при перевозке транспортными средствами с самосвальными кузовами /А.А. Полункин, О.В. Филюшин, И.А. Успенский [и др.] // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф.Х. Бурумкулова. - Саранск, 2016. - С. 376-382.

105. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства / Н. В. Аникин, С. Н. Борычев, Н. В. Бышов [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей: материалы XII Международной научно-практической конференции – Владимир, 2010. – С. 319-322.

106. Совершенствование транспортных и погрузочно-разгрузочных работ при перевозке сельскохозяйственных грузов / В.А. Шафоростов, И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Актуальные вопросы материально-технического снабжения органов и учреждений уголовно-исполнительной системы: сборник материалов Всероссийского научно-практического круглого стола. – Рязань, 2017. - С. 282-290.

107. Совершенствование транспортных средств для внутрихозяйственных перевозок на селе / И.А. Успенский, И.А. Юхин, Е.В. Лунин [и др.] // Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. Материалы научно-практической конференции. - Рязань, 2012. - С. 59-65.

108. Современные технологии и техника для сельского хозяйства - тенденции выставки Agritechnika 2019 / А.Ю. Измайлов, Я.П. Лобачевский, А.С. Дорохов [и др.] // Тракторы и сельхозмашины. 2020. № 6. С. 28-40.

109. Сохранность плодов на внутрихозяйственных перевозках / Л.П. Белю, А.А. Симдянкин, И.А. Успенский [и др.] // Известия

Нижеволжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 1 (57). - С. 268-278.

110. СоюзБелАгро : [сайт]. – URL: <https://souzbelagro.ru/> (дата обращения: 25.03.2022). – Текст : электронный.

111. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля / М.Ю. Костенко, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – №120. - С. 1166 – 1187.– Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/77.pdf>.

112. Тенденции перспективного развития сельскохозяйственного транспорта / И.А. Успенский, И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 2062 – 2077. – IDA [article ID]: 1011407136. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/136.pdf>, 1 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346.

113. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике [Текст] / [В. Ф. Федоренко и др.] ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации. - Москва : Росинформагротех, 2011. - 247 с. - ISBN 978-5-7367-0826-0

114. Технологии и техника для картофелеводства на выставке PotatoEurope 2018 / Н.Н. Колчин, В.П. Елизаров, В.Н. Зернов, С.Н. Петухов // Картофель и овощи. - 2019. - № 1. - С. 27-29.

115. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов: монография / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Н.И. Верещагин [и др.] – Рязань: Изд. ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 304 с. – ISBN 978-5-98660-265-3

116. Тонар : [сайт]. – URL: <https://tonar.info/>? (дата обращения:

25.03.2022). – Текст : электронный.

117. Туболев, С. С. Применение машинных технологий производства картофеля в России / С. С. Туболев // Картофель и овощи. - 2007. - № 5. - С. 2–4.

118. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля) / Н.В. Бышов, И.А. Успенский, О.В. Филюшин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №06(120). С. 375 – 398. – IDA [article ID]: 1201606025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/06/pdf/25.pdf>, 1,5 у.п.л.

119. Универсальное транспортное средство для перевозки продукции растениеводства / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции, посвященной 145-летию со дня рождения основоположника земледельческой механики В.П. Горячкина. - Ч. 2. – Москва, 2013. – С. 241-244.

120. Универсальные транспортные средства для выполнения транспортно-погрузочных работ при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции / Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 1231 – 1242. – IDA [article ID]: 0931309084. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/84.pdf>, 0,75 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346.

121. Успенский И.А. Исследование причин возникновения повреждений клубней картофеля при их загрузке в транспортное средство / И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Техника и оборудование для

села. - 2019. - № 10 (268). - С. 26-29.

122. Успенский И.А. Перспективные устройства для повышения сохранности плодоовощной продукции при внутривоздушных перевозках / И.А. Успенский, И.А. Юхин, К.А. Жуков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 1104 – 1114. – IDA [article ID]: 0951401064. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/64.pdf>, 0,688 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,346.

123. Успенский И.А. Снижение травмирования корнеклубнеплодов при их перевозке самосвальным транспортным средством / И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. - 2020. - № 6 (276). - С. 22-25.

124. Устройства стабилизации процессов разгрузки и движения транспортных средств / И.А. Юхин, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, А.С. Попов // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: сборник научных трудов международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Ф.Х. Бурумкулова. - Саранск, 2016. - С. 295-306.

125. Федоренко В.Ф. Тенденции машинно-технологической модернизации сельского хозяйства за рубежом [Текст] : (по материалам международной выставки "Agritechnica-2015"): монография / В.Ф. Федоренко, В.Я. Гольдяпин, Н.П. Мишуков - Москва: Изд-во Росинформагротех, 2016. - 220 с. ISBN 978-5-7367-1166-6.

126. Филлюшин О.В. Зависимость диаметра ролика транспортера навесного перегрузочного устройства от параметров клубня картофеля / О.В. Филлюшин // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань,

2019. - С. 263-267.

127. Филюшин О.В. Использование специального прицепа с гидравлическими надставными бортами для перевозки картофеля / О.В. Филюшин, А.С. Колотов, И.А. Успенский // Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений: материалы Международной студенческой научно-практической конференции. – Рязань, 2020. - С. 330-334.

128. Филюшин О.В. Повреждение картофеля во время уборки урожая / О.В. Филюшин, И.А. Успенский // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса: материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань, 2019. - С. 268-271.

129. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин / И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.В. Мачнев, А.А. Голиков // Техника и оборудование для села. - 2021. - № 2 (284). - С. 22-25.

130. Эффективность уборки картофеля и овощей машинами разных типов / С.Б. Прямов, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев, Н.Н. Колчин // Картофель и овощи. - 2012. - № 4. - С. 5.

131. Эффективность уборки картофеля комбайнами различных типов / С.Б. Прямов, К.А. Пшеченков, С.В. Мальцев [и др.] // Картофель и овощи. - 2014. - № 9. - С. 26-29.

132. Юхин И. А. Снижение повреждений картофеля и яблок на внутрихозяйственных перевозках стабилизацией транспортных средств: дис. ... доктора техн. наук : 05.20.01 / И. А. Юхин - Рязань, 2017. - 388 с.

133. Юхин И.А. Исследование вопроса организации беспростойного процесса уборки картофеля машинным способом / И.А. Юхин, И.А. Успенский, А.А. Голиков // Наука молодых - агропромышленному комплексу: материалы 71-й Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2020. С. 237-242.

134. Юхин И.А. Методология совершенствования уборочно-

транспортных и погрузочно-разгрузочных работ при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции в АПК / Голиков А.А., Юхин И.А. // Наука молодых - агропромышленному комплексу: сборник статей Международной научной конференции молодых учёных и специалистов. – Москва, 2016. С. 193-195.

135. Юхин И.А. Современное состояние вопроса перевозок плодоовощной продукции в кузове АТС / Юхин И.А., Тужиков И.В. // Сборник научных трудов преподавателей и аспирантов Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева: материалы научно-практической конференции. - Рязань, 2012. - С. 49-52.

136. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex / N V Byshov, S N Borychev, I A Uspensky [идр.] // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 341 (2019) 012145 - doi:10.1088/1755-1315/341/1/012145.

137. Increasing the safety of agricultural products during its transportation and unloading. / N.V. Byshov, S.N. Borychev, A.A. Simdyankin [идр.] // ACM International Conference Proceeding Series. 2018. - pp. 176-179.

138. Intra-farm transportation of easily damaged agro food products for sustainable development of agricultures / S N Borychev, I AUspensky, I AYukhin [идр.] // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 965 (2022) 012048 doi:10.1088/1755-1315/965/1/012048.

139. Potato development in a changing Europe. Edited by: Norbert U. Haase, An-ton J. Haverkort. The Netherlands. Wageningen Academic Publishers, 2006. - 278 p

140. Theoretical studies of the damage process of easily damaged products in transport vehicle body during the on-farm transportation / N V Byshov, S N Borychev, D E Kashirin [и др.] // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - VOL. 13, № 10, MAY 2018 – pp. 3502-3508.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 161488

**НАВЕСНОЕ ПЕРЕГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ
САМОСВАЛЬНОГО КУЗОВА ТРАНСПОРТНОГО
СРЕДСТВА**

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ) (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2015145901

Приоритет полезной модели **26 октября 2015 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **04 апреля 2016 г.**

Срок действия патента истекает **26 октября 2025 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

 **Г.П. Иванов**



Продолжение приложения А

Автор(ы): *Филюшин Олег Владимирович (RU), Полушкин Андрей Алексеевич (RU), Голиков Алексей Анатольевич (RU), Успенский Иван Алексеевич (RU), Рембалович Георгий Константинович (RU), Юхин Иван Александрович (RU), Бышов Николай Владимирович (RU), Борычев Сергей Николаевич (RU), Кокорев Геннадий Дмитриевич (RU)*

Р II 1 6 1 4 8 8 U 1

Продолжение приложения А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **161 488** (13) **U1**

(51) МПК
B60R 9/00 (2006.01)
B60P 1/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОПИСАНИЯ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015145901/11, 26.10.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.10.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.10.2015

(45) Опубликовано: 20.04.2016 Бюл. № 11

Адрес для переписки:
390044, г. Рязань, ул. Костычева, 1, ФГБОУ ВО
РГАТУ, Голиков А.А.

(72) Автор(ы):

Филошин Олег Владимирович (RU),
Полункин Андрей Алексеевич (RU),
Голиков Алексей Анатольевич (RU),
Успенский Иван Алексеевич (RU),
Рембалович Георгий Константинович (RU),
Юхин Иван Александрович (RU),
Бышов Николай Владимирович (RU),
Борычев Сергей Николаевич (RU),
Кокорев Геннадий Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Рязанский государственный
агротехнологический университет имени
П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ) (RU)

(54) НАВЕСНОЕ ПЕРЕГРУЗОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ САМОСВАЛЬНОГО КУЗОВА
ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

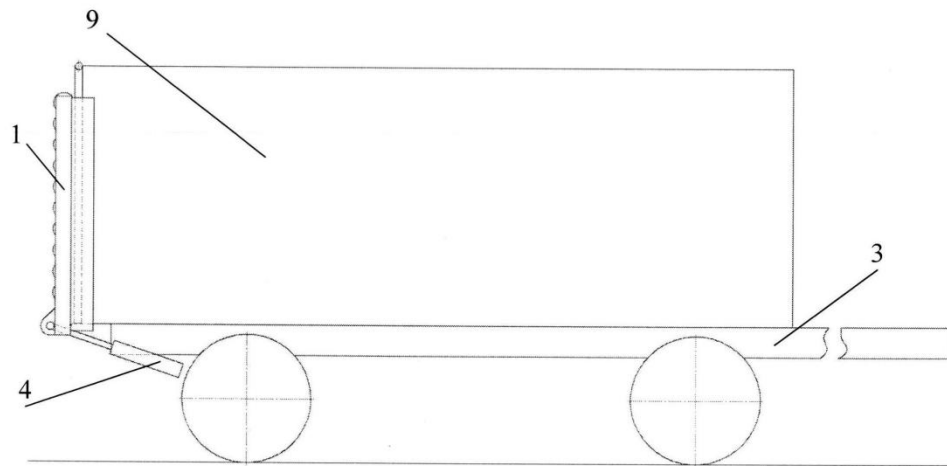
(57) Формула полезной модели

Навесное перегрузочное устройство для самосвального кузова транспортного средства, содержащее транспортер с приводом, смонтированным рамой на подвеске в задней части кузова с возможностью поворота в вертикальной плоскости, подвеска транспортера включает раму транспортера, раму базовой машины и гидроцилиндр подъема, отличающееся тем, что транспортер выполнен роликовым, ролики снабжены выступами из упругого материала, размещенными продольными рядами по всем их рабочим поверхностям на равном расстоянии друг от друга и имеющими форму усеченного конуса, причем частота вращения каждого последующего ролика выше частоты вращения предыдущего, а по краям роликового транспортера на раме закреплены упругие боковины.

RU
161488
U1

RU
161488
U1

Окончание приложения А



RU 161488 U1

RU 161488 U1

Приложение Б



«УТВЕРЖДАЮ»
И.о. проректора по научной работе

Л.Н. Лазуткина

2021 г.

АКТ

о внедрении законченной научно-исследовательской, опытно-конструкторской и технологической работы

Мы, нижеподписавшиеся, представитель федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» в лице научного руководителя научно-исследовательской (опытно-конструкторской) работы

к.т.н. Голикова Алексея Анатольевича

и представитель ООО «Рассвет» Клепиковского района Рязанской области

(наименование организации, предприятия)

в лице генерального директора Ростилова Александра Михайловича составили настоящий акт в том, что результаты научно-исследовательской (опытно-конструкторской) работы на тему: «Повышение эффективности внутрихозяйственных перевозок усовершенствованным самосвальным кузовом тракторного прицепа», выполненной кафедрой (лабораторией): «Техническая эксплуатация транспорта» ФГБОУ ВО РГАТУ в 2021 году внедрены в

ООО «Рассвет»

(предприятие, организация)

Клепиковского района Рязанской области

путем сравнительных полевых испытаний серийного тракторного прицепа 2ПТС-4 и тракторного прицепа 2ПТС-4 с установленным на нем навесным перегрузочным устройством для самосвального кузова (патент на полезную модель №161488 опубл. 20.04.2016 Бюл. №11)

(указать, каким образом внедрена работа)

Внедрение результатов исследований дало возможность предприятию (организации) получить следующий технико-экономический эффект:

1. Снижение величины повреждений клубней картофеля сорта «Латона» (при перевозке и разгрузке) по сравнению с серийным тракторным прицепом 2ПТС-4 составило 38,46 %. При этом средняя величина повреждений составляла:

- для серийного тракторного прицепа - 9,0%;

- для тракторного прицепа с разработанным навесным перегрузочным устройством для самосвального кузова – 6,5 %;

Окончание приложения Б

2. Исключение негативного явления сводообразования на разгрузке при использовании на тракторном прицепе 2ПТС-4 разработанной конструкции навесного перегрузочного устройства для самосвального кузова.

3. Технико-экономический эффект от использования на самосвальном тракторном прицепе 2ПТС-4 разработанной конструкции навесного перегрузочного устройства за 2021 год составил 100663,92 рублей при средне годовом объеме ВП картофеля навалом 504 тонн при средней урожайности сорта картофеля «Латона» 21,1 т/га.

Замечания и предложения о дальнейшей работе по внедрению:

1. Совместно с кафедрой «Техническая эксплуатация транспорта» ФГБОУ ВО РГАТУ продолжить исследование в направлении модернизации ТС для небольших хозяйств, для которых картофелеводство не является единственным видом хозяйственной деятельности с целью снижения повреждений продукции и повышения производительности

2. Признать конструкцию навесного перегрузочного устройства, позволяющего повысить сохранность легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции в процессе выгрузки ее из самосвального транспортного средства, работоспособной.

В научно-исследовательской работе принимали участие:

д.т.н., профессор _____ И.А. Успенский
д.т.н., доцент _____ И.А. Юхин
соискатель _____ О.В. Филюшин

Представитель ФГБОУ ВО РГАТУ,
научный руководитель работы

к.т.н. _____ А.А. Голиков

М.П. _____ 2021 г.



Генеральный директор ООО «Рассвет»
Клепиковский район Рязанской
области д. Давыдово

_____ А.М. Ростилон

М.П. _____ « 06 » _____ 2021 г.

