

## УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГБНУ

«Федеральный научный агроинженерный  
центр ВИМ»

кандидат технических наук



Александр Вячеславович Соколов

« 15 » октября 2024 г.

## ОТЗЫВ

Ведущей организации - федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) на диссертационную работу Антоненко Максима Владимировича «Совершенствование транспортировки яблок в АПК», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

### Актуальность темы исследования

Актуальность выбранной темы исследования обусловлена потребностью Российского агропромышленного комплекса (АПК) в улучшении технологий транспортировки плодовоовощной продукции, особенно в условиях роста внутреннего производства и введенных внешнеэкономических ограничений. Согласно исследованиям, до 20% яблок могут получать механические повреждения во время транспортировки, что приводит к значительным экономическим потерям для сельскохозяйственных предприятий. Учитывая важность сохранения качества плодов на всех этапах

логистической цепочки, обоснование параметров контейнера, который снижает повреждения продукции, становится важной задачей. Это позволит не только сократить убытки, но и повысить эффективность производства, улучшив конкурентоспособность отечественной плодоовощной продукции как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

### **Значимость полученных автором диссертации результатов для развития науки в инженерной сфере АПК**

**Научная новизна** данного исследования состоит в обосновании параметров и экспериментальной проверке контейнера с использованием демпфирующих материалов, что позволяет снизить повреждения яблок во время их транспортировки. Применение демпфирующих материалов обеспечивает амортизацию вибраций, которые являются основными причинами повреждений продукции в процессе перевозки. Кроме того, автором была предложена математическая модель колебательных движений контейнера, что позволило выявить наименее благоприятные сочетания эксплуатационных факторов, приводящих к увеличению вертикальных ускорений, испытываемых яблоками, что влечет увеличение их повреждений. Это нововведение не только углубило понимание механизмов воздействия на фрукты во время транспортировки, но и дало возможность обосновать параметры контейнера.

**Теоретическая значимость** исследования заключается, в первую очередь, в подходе к изучению воздействия колебательных и вибрационных нагрузок на плоды в процессе их транспортировки. Автор предложил методику математического моделирования процесса, включающую анализ демпфирующих свойств контейнера и его влияния на повреждение перевозимых яблок. Такой подход позволяет не только теоретически предсказать увеличение повреждений, но и предложить способы их минимизации за счет выбора параметров транспортировки — таких как скорость, амплитуда колебаний и состояние дорожного покрытия.

**Практическая значимость** работы выражается в обосновании

параметров контейнера, снижающих повреждения яблок во время транспортировки. Проведенные эксперименты подтвердили эффективность предложенных решений, что делает возможным их применение в широких масштабах при транспортировке фруктов в АПК. Это, в свою очередь, приведет к значительной экономии средств за счет снижения потерь продукции, что особенно важно в условиях роста производства и необходимости повышения конкурентоспособности отечественной плодоовощной продукции на внутреннем и внешнем рынках. Использование контейнеров с обоснованными параметрами, также способствует повышению качества продукции при сохранении потребительских свойств на более длительный срок, что критически важно для сетей розничной торговли и переработчиков.

#### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования**

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования основаны на практических и теоретических наработках автора, которые могут существенно улучшить транспортировку плодов в АПК. Их внедрение обеспечит повышение сохранности продукции, снижение убытков от повреждений при транспортировке, а также улучшит экономическую эффективность АПК.

Рекомендуется внедрение экспериментального контейнера, представленного в работе, для транспортировки яблок. Применение демпфирующих материалов в контейнере позволяет значительно уменьшить механические повреждения плодов, что особенно важно в условиях некачественных дорог и длительных перевозок. Эти контейнеры могут быть использованы как в крупных агрохолдингах, так и в малых фермерских хозяйствах, занимающихся транспортировкой яблок.

Контейнеры с демпфирующими свойствами могут быть полезны для транспортировки не только в пределах хозяйств, но и на экспортные маршруты, где особенно важны сроки и качество доставки продукции.

Применение в программном обеспечении для моделирования и анализа транспортировки. Предложенные математические модели и методики могут быть интегрированы в программные комплексы для расчета параметров транспортировки. Это позволит производителям оперативно анализировать условия транспортировки, прогнозировать возможные повреждения и заранее принимать меры по их предотвращению.

Внедрение контейнеров с обоснованными параметрами должно сопровождаться экономическим анализом, проведенным в рамках диссертации. Предложенные решения позволяют сократить потери продукции, что ведет к улучшению рентабельности и повышению конкурентоспособности на рынке. Эти рекомендации особенно актуальны для сельхозпредприятий, стремящихся минимизировать расходы и увеличить прибыль.

**Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом и замечания по ее оформлению.**

Диссертационная работа представлена введением, пятью главами, заключением, списком литературы из 82 наименований и семи приложений. Работа изложена на 154 страницах, содержит 28 таблиц и 58 рисунков.

**Во введении** обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследований. Отражены основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** диссертации представлен аналитический обзор существующих исследований в области транспортировки плодов. Особое внимание уделено анализу транспортных средств (ТС) и видов упаковки, применяемых для перевозки яблок. Автор систематизирует данные по типам повреждений, которые получают плоды в процессе транспортировки, и оценивает эффективность используемой тары. Этот анализ позволил выявить ряд недостатков текущих решений, таких как недостаточная демпфирующая способность упаковки и несовершенство конструкций ТС для предотвращения механических повреждений. На основе этого анализа были сформулированы задачи, решению которых посвящены последующие главы работы.

**Во второй главе** автор предлагает контейнер с обоснованными параметрами для перевозки яблок. Специфика данного контейнера заключается в его способности снижать механические нагрузки на плоды за счет встроенных демпфирующих элементов. Важное место в исследовании занимает анализ напряженно-деформированного состояния плодов при движении по разным типам местности. Автор детально изучает влияние различных внешних факторов, таких как вибрации и удары, на целостность плодов. Результаты теоретического анализа подтвердили, что предложенный контейнер позволяет существенно снизить повреждения яблок, что подтверждает новизну и научную ценность данного подхода.

**Третья глава** диссертации посвящена экспериментальной проверке предложенного контейнера. Автором представлена программа исследований, включающая моделирование условий транспортировки с использованием специализированной экспериментальной установки. Эта установка позволяет имитировать динамические нагрузки, возникающие при движении ТС по различным типам дорожных покрытий, а также оценивать механические воздействия на яблоки в реальных условиях эксплуатации. В результате проведенных экспериментов удалось подтвердить гипотезу о снижении повреждений плодов при использовании контейнера с обоснованными параметрами.

**В четвертой главе** представлены результаты экспериментальных исследований. Автор анализирует полученные данные и выявляет закономерности, которые показывают, как различные параметры транспортировки (скорость, тип дорожного покрытия, тип ТС) влияют на сохранность яблок. В ходе анализа были сделаны выводы, что предложенная конструкция контейнера эффективна для широкого диапазона условий транспортировки, что делает ее перспективной для внедрения. Кроме того, в этом разделе изложены рекомендации по адаптации контейнера для массового производства и его сертификации.

**Пятая глава** посвящена экономическому обоснованию

целесообразности использования предложенного контейнера. Автор проводит детальный сравнительный анализ с традиционными способами упаковки и транспортировки яблок, подтверждая значительное снижение потерь благодаря уменьшению повреждений плодов. В экономическом расчете учитываются затраты на производство контейнера, его обслуживание и срок службы. Выводы, сделанные на основе анализа, показывают, что внедрение новой конструкции контейнера обеспечит значительную экономию для сельскохозяйственных предприятий, что подтверждает его практическую ценность.

**Заключение** работы включает результаты проведенных исследований, предложения к внедрению в сельскохозяйственное производство, а также перспективы дальнейших исследований в данной области.

#### **Замечания по диссертационной работе**

1. Диссертация акцентирует внимание на снижении повреждений яблок при транспортировке. Однако не совсем ясно, учитываются ли в анализе все возможные механизмы повреждений яблок, такие как температурные колебания и воздействие влажности.

2. В работе представлен анализ напряженного состояния яблок при транспортировке. На сколько точно оценена зависимость повреждений от амплитуды и частоты вибраций, и была ли возможность учесть разнородность яблок по размеру и плотности?

3. В разделе, где рассматриваются контейнеры, предлагается контейнер с демпфирующими свойствами. Был ли проведен анализ экономической целесообразности этого решения по сравнению с обычными контейнерами с более простой конструкцией?

4. В описании экспериментальной установки не указаны параметры, влияющие на воспроизводимость эксперимента. Как учитывались внешние факторы, такие как погодные условия и техническое состояние ТС при реальных транспортировках?

5. В главе 5 «Оценка экономической эффективности использования контейнера, снижающего повреждения яблок при перевозке» указаны результаты, но стоит уточнить, какой именно процент снижения повреждений достигается при использовании предложенных контейнеров.

6. В работе упомянуты различные материалы для контейнеров, включая древесину и полимеры. Однако не проводится сравнительный анализ долговечности и экологического следа материалов. Рассматривалась ли возможность использования других устойчивых к износу материалов?

7. В тексте диссертации упоминается влияние рельефа на транспортировку яблок. Было ли проведено моделирование различных типов дорог (асфальтированные, грунтовые) и их влияние на сохранность яблок?

8. В работе говорится о важности системы амортизации. Можно ли подробнее рассмотреть влияние различных типов амортизаторов на сохранность яблок при транспортировке?

9. В подразделе 3.3.2 «Методика исследования повреждения яблок от частоты вращения двигателя, амплитуды колебаний и времени проведения эксперимента» упомянуто, что был проведен органолептический анализ плодов. На основании каких показателей проводилась оценка (внешний вид, текстура, вкус)?

10. В третьей главе описывается установка для имитации движений транспортного средства. Как была калибрована установка для обеспечения достоверного воспроизведения реальных условий?

11. В работе обозначены предложения для дальнейших исследований. Уточнялись ли направления по разработке новых систем мониторинга состояния груза в реальном времени с использованием IT технологий?

12. Математическая модель колебаний контейнера обоснована, но неясно, была ли проведена ее верификация на практике или использовались только теоретические расчеты.

### **Завершенность и качество оформления диссертации**

Представленная диссертация является завершенной научно-квалификационной работой с логически выверенной структурой и обоснованными выводами. В работе представлено значительное количество иллюстраций, наглядно доказывающих эффективность и полноту полученных автором результатов.

Основные положения, научные результаты, выводы и рекомендации диссертации Антоненко М.В. обоснованы, имеют научную новизну и в полной мере соответствуют решению поставленных задач.

Достоверность результатов диссертационных исследований подтверждена применением современных стандартных методик, а также сертифицированных приборов. Полученные по результатам исследований выводы обоснованы и подтверждаются сходимостью теоретических и экспериментальных исследований.

Основные научные результаты, положения, выводы и рекомендации, разработанные в рамках диссертации Антоненко М.В. апробированы на Международных и Всероссийских научно-практических конференциях. По теме диссертационной работы опубликовано 17 печатных работ, в том числе, 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Диссертация и автореферат изложены в целом технически грамотным языком. Диссертация соответствует паспорту специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки), в частности пунктам 6 «Методы и средства оптимизации технологий, параметров и режимов работы машин и оборудования» и 9 «Методы, средства исследований и испытаний машин, оборудования и технологий для агропромышленного комплекса».

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям и достаточно полно отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

### **Заключение**

Диссертационная работа Антоненко Максима Владимировича «Совершенствование транспортировки яблок в АПК» содержит научно-

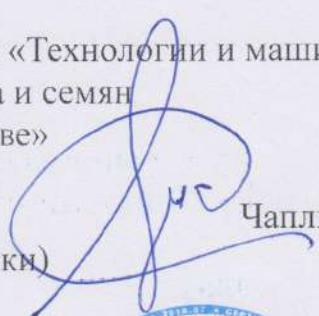


обоснованные технические решения по совершенствованию внутрихозяйственной транспортировки яблок, внедрение которых является важной народно-хозяйственной задачей и соответствует паспорту специальности 4.3.1 - «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса».

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости, а также объему выполненных исследований соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а ее автор, Антоненко Максим Владимирович, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 - «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса».

Диссертационная работа, автореферат диссертационной работы и отзыв ведущей организации на диссертационную работу рассмотрены на заседании лаборатории «Технологии и машины для посева и уборки зерна и семян в селекции и семеноводстве» Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (протокол № 9 от «15» октября 2024 г.)

Заведующий лаборатории «Технологии и машины  
для посева и уборки зерна и семян  
в селекции и семеноводстве»  
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ  
канд. техн. наук  
05.20.01 (технические науки)

 Чаплыгин Михаил Евгеньевич

Подпись М.Е. Чаплыгина заверяю:

 *М.Е. Чаплыгин*  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный  
научный агроинженерный центр ВИМ» (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Россия, 109428, РФ, г. Москва, 1 – й Институтский проезд, д. 5.

Телефон: 8(499) 174-87-04

E-mail: [vim@vim.ru](mailto:vim@vim.ru)

Официальный сайт: <https://vim.ru/>