

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ,
технических наук,



А.Г. Кощаев
А.Г. Кощаев

_____ 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» (ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ) на диссертационную работу Винокурова Сергея Александровича «Способ и параметры устройства для приготовления прессованно-формованных кормов кроликам на основе корнеплодно-зерновых композиций», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.013.03 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ) на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Актуальность темы диссертационной работы

Известно, что одним из важнейших условий успешного развития животноводства, и в том числе кролиководства, является прочная кормовая база. При этом существенная роль отводится использованию так называемого местного сырья.

Связано это в значительной степени с переходом кролиководческой отрасли от промышленной её специализации к мелкотоварному производству. И его региональной направленностью, что обусловило пересмотр созданных ранее классических рецептур кормления, основанных на использовании мясной, рыбной, а также травяной муки, как источника белка и β -каротина.

В то же время, проявление данного противоречия создало проблемы, связанные с отсутствием простых технологических и технических решений по приготовлению кормовых продуктов относительно низкой стоимости на базе местного сырья. В частности, отсутствуют рациональные способы и технические решения получения гранулированных и брикетированных смесей на основе корнеплодно-зерновых композиций с помощью малогабаритных грануляторов на основе местного сырья, с успехом

заменяющего ранее используемые виды кормов по наличию белка, β -каротина и т.д. К таким видам местного сырья и продуктам его переработки относится термически обработанная необезжиренная соевая мука, морковь, тыква, кукуруза, ячмень и т.д.

Проведённым анализом научных работ по рассматриваемой тематике установлено, что в настоящее время отсутствуют рациональные технологические и технические решения, связанные с системой кормления кроликов на базе местного сырья и направленные на повышение эффективности кролиководства.

В этой связи, решение вопросов, связанных с разработкой рационального способа приготовления прессованно-формованных кормов на основе корнеплодно-зерновых композиций и устройства для его реализации является актуальным, современным и востребованным производством.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Целью исследований, которая поставлена соискателем Винокуровым С.А., повышение эффективности процесса приготовления прессованно-формованных кормов кроликам на основе корнеплодно-зерновых композиций путем разработки рационального способа и обоснования параметров устройства для его реализации.

Данная цель, в процессе проведенных исследования, успешно достигнута автором работы, путем постановки и решения совокупности последовательно и логично увязанных задач.

Факт достижения поставленной цели исследования подтверждается полученными результатами, в виде вынесенных на защиту научных положений, обоснованными в рамках принятой рабочей гипотезы.

Результаты научно-исследовательской работы, представленные Винокуровым С.А. получены на основе глубокого системного анализа современного состояния решаемой технической задачи, с учетом имеющихся в практике, а также в теории достижений. При этом, соискателем грамотно применены механико-математические подходы и методы анализа и синтеза.

Разработанные теоретическим путем положения и сделанные на их основе выводы проверены экспериментально с использованием классических и современных методов. Обоснованность полученных результатов и выводов базируется на согласованности теоретических и экспериментальных данных на уровне допустимых значений. Сформулированные на результатах исследований рекомендации по проектированию технологии и использованию оборудования для приготовления прессованно-формованных кормов кроликам предложенного прессующе-формующего устройства винтового типа могут быть использованы товаропроизводителями на малых фермах с поголовьем от 500 до 5 000 голов и более.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций

Научную новизну, выполненного Винокуровым С.А. диссертационного исследования составляют:

1) новые положения, обуславливающие возможность и целесообразность получения прессованно-формованных продуктов на основе корнеплодно-зерновых композиций, в которых роль связующего выполняет один из сырьевых компонентов, имеющих большую влажность;

2) аналитические зависимости и модели, способствующие определению производительности и мощности, затрачиваемой на получение прессованно-формованных корнеплодно-зерновых композиций прессующе-формующего устройства винтового типа предложенной конструкции;

3) экспериментальные математические модели оценки процесса получения прессованно-формованных продуктов с помощью предложенного прессующе-формующего устройства винтового типа в виде достоверных уравнений регрессии;

4) обоснованные с помощью данных моделей рациональные технологические и конструктивно-режимные параметры разработанного технологического процесса и прессующе-формующего устройства винтового типа.

Данные, полученные соискателем Винокуровым С.А. в рамках выполненного диссертационного исследования, несомненно, являются новыми научными знаниями в технической отрасли наук по заявленной специальности, позволяющими повысить эффективность приготовления кормовых продуктов в отрасли кролиководства.

Достоверность полученных результатов подтверждается сходимостью теоретических и экспериментальных данных с относительной ошибкой в пределах $\pm 5\%$.

Новизна предложенных технологических и технических решений подтверждена 4 патентами РФ на изобретения.

Результаты, представленные на защиту, согласуются с результатами Горячкина В.П., Ребиндера П.А., Кирпичева В.Л., Желиговского В.А., Мельникова С.В., Резника Н.Е., Алешкина В.Е., Завражнова А.И., Кононова Б.В., Кукты Г.М., Горюшинского В.С., Титенка А.В., Ромазанова Л.Н., Резника Е.И., Пелеева А.И. и других ученых.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 23 работах, которые обсуждались на международных и всероссийских конференциях, где получили положительные отзывы ведущих ученых и специалистов.

Значимость полученных результатов для развития технической отрасли науки

Полученные автором Винокуровым С.А. в рамках проведенного диссертационного исследования результаты, несомненно, являются значимыми для прогрессивного развития технической отрасли науки в области приготовления кормовых продуктов кроликам.

Полученная соискателем экономико-математическая модель оценки эффективности процесса приготовления прессованно-формованных кормов на основе корнеплодно-зерновых композиций, с учетом качества выполняемых процессов, вполне универсальна и может быть применима для аналитической оценки процессов и технических средств в животноводстве и кролиководстве на стадии проектирования.

Обоснованы технологический процесс и параметры прессующе-формующего устройства винтового типа, предназначенного для получения прессованно-формованных продуктов на основе корнеплодно-зерновых композиций. Разработана методика инженерного расчета линии производства прессованно-формованных корнеплодно-зерновых продуктов с использованием предложенного прессующе-формующего устройства винтового типа.

Практическая значимость и рекомендации по использованию полученных результатов и выводов

Практическую значимость диссертационного исследования, проведенного автором Винокуровым С.А., при разработке и эксплуатации оборудования, предложенного на основании проведенных исследований, необходимо использовать значения технологических, конструктивных и режимных параметров, которые приведены в заключении данной работы.

Перспективным направлением в дальнейшей разработке темы, является изыскание рационального способа приготовления прессованно-формованных кормовых изделий в виде композиций с использованием такой высокобелковой культуры, как горох, а разработку прессующе-формующего устройства винтового типа вести в направлении совмещения нескольких операций и блочно-модульного исполнения.

Полученные соискателем Винокуровым С.А. результаты позволяют повысить эффективность функционирования системы кормления кроликов и тем самым снизить себестоимость получения от нее продукции.

Результаты исследований могут быть использованы проектными организациями, КБ и НИИ при проектировании внутрихозяйственных и фермерских предприятий и производства данного вида продукта, расчётах прессующе-формующих устройств винтового типа предложенной конструкции, а также в учебном процессе при подготовке специалистов аграрно-промышленного комплекса.

Оценка содержания диссертации, объем и структура работы

Диссертационная работа Винокурова С.А. содержит введение, пять глав, заключение, список литературы и приложения. Она изложена на 160 страницах, содержит 16 таблиц, 86 рисунков, 17 приложений. Список литературы включает 169 источников.

Во **введении** обоснована и отражена актуальность в рамках выполненного исследования, приведены рабочая гипотеза, научная новизна и основные научные положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** «Состояние механизации и уровня исследований по процессу приготовления кормосмесей. Цель и задачи исследований» обоснована возможность и целесообразность производства продукции кролиководства путем использования экологически чистого сырья в виде корнеплодно-зерновых композиций, а также установлены противоречия, сдерживающие развитие технологий и технических средств в системе кормления кроликов. На основе проведенного анализа поставлена цель исследований и определены задачи по её достижению.

Содержание первой главы характеризуется объективно выполненными анализом и синтезом на основе логично и многосторонне обработанной существующей информации в рамках избранной соискателем Винокуровым С.А. темы исследований.

Материал, представленный в главе, логично систематизирован, с достаточно полным раскрытием причинно-следственных связей.

Во **второй главе** «Теоретические исследования по обоснованию параметров процесса получения прессованно-формованных кормовых продуктов на основе корнеплодно-зерновых композиций с использованием устройства винтового типа» дано обоснование способа приготовления прессованно-формованных продуктов, структурно-функциональной схемы устройства для его реализации, параметров процесса дезинтеграции-гомогенизации корнеплодно-зерновой композиции (КЗК) решеточно-ножевым аппаратом, а также параметров прессующе-формующего блока.

Согласно принятому направлению исследований, необходимо получить формованные изделия композиционного типа, включающего три компонента – морковь (тыкву) + фуражное зерно (ячмень или кукуруза) + соевая необезжиренная термообработанная мука (СНТМ), с влажностью $W = 10-12\%$, прочностью не менее $G_K > 80-90\%$.

При этом известно, что корнеклубнеплоды (ККП) имеют влажность $W_1 = 87\%$, фуражное зерно – $W_2 = 12\%$, а СНТМ – $W_3 = 10\%$.

Данную техническую задачу возможно решить двумя способами: 1) провести измельчение и сушку полученных частиц ККП; 2) провести измельчение фуражного зерна; 3) провести смешивание полученных компонентов между собой; 4) провести гранулирование или брикетирование полученной композиционной смеси.

Согласно предложенному способу, предварительно, на основе грубоизмельченных ККП, фуражного зерна и соевой муки формируется композиция с усредненной влажностью $W_k = 36\%$.

При этом, физическая суть явлений, происходящих в измельчающем решетчато-ножевом аппарате сводится к тому, что зерно, находясь в составе корнеплодно-зерновой среды, имеющей влажность $W_{2+3} = 49\%$ подвергается интенсивному разрушению и перераспределению между собой. При этом, мелкие частицы зерна интенсивно обволакиваются более влажной корнеплодно-зерновой средой (пастой) с одновременным насыщением частиц зерна влагой, за счет ее диффузионного перехода к частицам зерна. Такое насыщение частиц зерна влагой приводит к их связыванию с совокупностью других смежно расположенных частиц за счет внутренних адгезионных свойств соево-морковной (тыквенной) пасты. За счет такого разрушения зерна и перераспределения влаги между частицами зерна и соево-морковной (тыквенной) пасты, формируется тестообразная композиция с усредненной влажностью в пределах 36%, при которой имеет место высокая внутренняя адгезионная связь между частицами.

Таким образом, теоретические исследования выполнены с использованием системного и многостороннего подходов, а также фундаментальных основ прикладной механики и методов высшей математики.

Материал данной главы является объективно и всесторонне доступным, а также информативным. Он обладает, несомненно, научной новизной и является достоверным.

В третьей главе «Программа и методика проведения экспериментальных исследований и обработки опытных данных» приведены программа, объекты и методы исследований, а также экспериментального оборудования.

Программой экспериментальных исследований предусматривалось решение поставленных задач в пять этапов.

На первом и втором этапах выбирались общие и разрабатывались частные методики определения показателей используемого сырья и компонентов;

На третьем этапе разрабатывались требования к организации эксперимента и пилотной установке для его проведения;

На четвертом этапе исследований изготавливалась пилотная установка с возможностью управления на ней исследуемыми факторами в необходимых пределах;

На пятом этапе проводились собственно эксперименты по изучению следующих процессов:

- одновременной дезинтеграции и гомогенизации корнеплодно-зерновой композиции с учетом усреднения влажности в них и установлением однородности гранулометрического состава частиц;

- получение прессованно-формованных продуктов с установлением их плотности.

По первой совокупности процессов за критерии оптимизации были приняты:

- степень измельчения исходного сырья в композиции решетчато-ножевым аппаратом – λ , б/р, для корнеплодно-зерновой композиции;
- однородность композиционной смеси – Θ , %;
- удельные затраты энергии (энергоёмкость) – $N_3 = \text{кВт} \cdot \text{ч/т}$.
- однородность гранулометрического состава измельченных частиц – v_x , %;

Проверку адекватности полученных моделей осуществляли путем вычисления F-критерия Фишера.

При этом были приняты – надёжность $E=0,95$ и ошибка исследований равная 5 %, при трехкратной повторности.

В четвёртой главе «Результаты экспериментальных исследований и их анализ» приведены данные по размерным и физико-механическим показателям исходного зернового и корнеклубнеплодного сырья, соевой муки, а также результаты в виде достоверных уравнений регрессии и соответствующих зависимостей.

Анализ данных, полученных на первом этапе, показывает, что характеристики, свойства и показатели исходного сырья изменяются в широких пределах, что необходимо учитывать при проектировании соответствующих процессов и технических средств, предназначенных для их обработки и переработки.

На втором этапе экспериментальных исследований, по установлению параметров предложенного устройства, в качестве варьируемых факторов приняты: угловая скорость винта и ножей – ω_b , имеющая размерность - с^{-1} ; диаметр отверстий решетки – d_0 , имеющий размерность - мм; коэффициент «живого» сечения решетки – $R_{ж}$, имеющий размерность – б/р, для корнеплодно-зерновой композиции.

За показатель оптимизации процессов приняты: степень измельчения – λ , б/р; однородность композиции – Θ , %; энергоёмкость – $N_3, \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$.

На третьем этапе исследований установились зависимости $v_{1-4} = f(\lambda)$ для конкретного вида зерна: 1 – кукуруза; 2 – овес; 3 – ячмень; 4 – пшеница.

На четвертом этапе исследований в качестве управляемых факторов приняты (для корнеплодно-зерновой композиции): угловая скорость ножа – ω_n , имеющая размерность с^{-1} ; длина канала – l^c , имеющая размерность, мм.; толщина стенки брикета – Δd , имеющая размерность мм. За показатель оптимизации процесса приняты θ_b – однородность смеси в брикете, %; G_k – прочность брикетов, %; N_3 – энергоёмкость, $\frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{т}}$.

В пятой главе «Производственная проверка основных результатов исследований, их технико-экономическая оценка и методика инженерного расчета линии для приготовления прессованно-формованных продуктов

кроликам на основе корнеплодно-зерновых композиций» приведены общие сведения о реализации научных разработок, расчёт технико-экономических показателей, а также методика инженерного расчета предложенной линии.

Производственная проверка основных результатов исследований проводилась в ЛПХ «Амурский кролик» Благовещенского района, АО «МТС» Михайловского района, ООО «МиС Агро» Серышевского района Амурской области.

В заключении автором обобщены и представлены итоги выполненного исследования в виде шести выводов по пяти поставленным задачам.

В первом выводе, соответствующем первой задаче, автором обобщены результаты анализа по необходимости, возможности и целесообразности получения прессованно-формованных продуктов для кроликов с относительно низкими энергоемкостью и требуемыми качественными показателями работы. Вывод содержит важную информацию о том, какой подход необходимо использовать для достижения поставленной цели.

Во втором и третьем выводах, соответствующих второй задаче, констатируется факт того, что обоснована предложенная математическая модель оценки функционирования технических систем данного назначения позволяет оценивать степень их эффективности на стадии конструирования по критериям энергоемкости, однородности, степени измельчения и прочности получаемых изделий, а также установлены аналитическая зависимость, характеризующая степень измельчения от технологических и конструктивно-режимных параметров предложенного устройства, которая использована при получении расчетной формулы по определению затрат энергии (мощности), расходуемых на функционирование прессующе-формующего устройства винтового типа. Получены расчетные формулы для аналитического определения производительности и мощности устройства, а также его конструктивных и режимных параметров.

Четвертый вывод соответствует четвертой задаче, даёт полное и объективное представление о том, что получены математические модели оценки получения прессованно-формованных изделий на основе корнеплодно-зерновых композиций в виде достоверных уравнений регрессии.

Посредством данных моделей обоснованы оптимальные параметры предложенного устройства, значения которых равны:

- угловая скорость винта (ножей) – $\omega = 9,5 \text{ с}^{-1}$;

- диаметр отверстий решетки – $d_0 = 4,0 \text{ мм}$;

при коэффициенте «живого» сечения решетки – $R_{ж} = 3,5-4,1$;

- длина канала – $l^c = 30,0 \text{ мм}$

при толщине стенки цилиндрического брикета – $\Delta d = 12,0 \text{ мм}$.

Установлены зависимости эмпирического характера, позволяющие расчетным путем определить значения неоднородности гранулометрического состава и плотности от изменения технологических и конструктивно-режимных параметров.

Пятый и шестой выводы, соответствующие пятой задаче, дают объективное, полное и достоверное представление о том, что в результате проведенной производственной проверки подтверждены полученные технические и экономические данные, которые несомненно являются новыми и достоверными.

Замечания по диссертационной работе:

1. В диссертации (глава 2) и в автореферате не приведена общая конструктивно-технологическая схема предложенного устройства;

2. В диссертации не приведены данные по составу соевой необезжиренной термообработанной муки и наименование фирмы-производителя;

3. На рис 2.2 диссертации в отношении подачи исходного сырья указано «измельченные корнеклубнеплоды» (ККП). Требуется пояснение, каким образом подготавливаются корнеклубнеплоды на этой стадии производства прессованно-формованных изделий?

4. В главе 3 приведены зависимости общего вида, характеризующие степень измельчения, энергоемкость и т.д. от совокупности соответствующих факторов. Не понятно, каким образом и на основании чего выбраны именно эти факторы в их приведенной (тройной) совокупности?

5. При проведении производственной проверки использован сушильный шкаф «ЭСПИС-4-Универсал» периодического действия с сетчатыми лотками. Возможен ли вариант с использованием сушилок непрерывного действия?

6. Не приведены данные по поголовью кролиководческих ферм, на которых возможно использование предложенных способа и устройства для его реализации.

7. Не приведена характеристика брикетов с осевым продольным каналом, получаемых с помощью устройства, представленного на рис. 3.6.

Заключение

Диссертационная работа соискателя Винокурова Сергея Александровича «Способ и параметры устройства для приготовления прессованно-формованных кормов кроликам на основе корнеплодно-зерновых композиций» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, в которой решена научно-техническая задача, имеющая важное народно-хозяйственное значение и которая соответствует паспорту научной специальности 4.3.1. – технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Диссертационное исследование выполнено автором лично, на актуальную тему, безусловно имеет научную новизну и практическую значимость. Изложенный материал по тексту логично структурирован, имеет внутреннее единство и несомненно достоверен.

Отмеченные недостатки не снижают её значимости для технической отрасли науки, а полученные результаты и выводы рекомендуются для использования в сельскохозяйственном производстве.

Представленная работа соответствует критериям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Винокуров Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Диссертационная работа и отзыв на неё рассмотрены, обсуждены и одобрены на расширенном заседании кафедры «Механизация животноводства и БЖД» Кубанского государственного аграрного университета имени И.Т. Трубилина (протокол № 9 от «04» мая 2026 г.).

Заведующего кафедрой «Механизация животноводства и БЖД», д-р техн. наук по специальности 05.20.01 - Технологии и средства механизации сельск
профессор

ва,

Владимир Юрьевич Фролов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

Адрес: 350044, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13.
Тел.: +7(861) 221-58-68. E-mail: mail@kubsau.ru

Подпись В.Ю. Фролова, должность, учёную степень и звание удостоверяю.

Ученый секретарь Учёного совета
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»
профессор, доктор экономических наук



Н.К. Васильева