

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента Солонщикова Павла Николаевича на диссертационную работу Симачковой Марины Станиславовны, выполненную на тему «Оценка эффективности технологических линий и технических средств приготовления комбикормов» представленную к защите в диссертационный совет 72.2.016.02 при Государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет» на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Диссертационная работа выполнена на 216 страницах компьютерного текста и содержит 165 страниц основного текста, в том числе титульный лист (1 с.), содержание (2 с.), введение (7 с.), 44 рисунка, 21 таблица и 14 приложений.

В приложениях представлены результаты экспериментальных исследований; документы, акты, опросные листы, кроме этого акты, подтверждающие внедрение результатов НИР в хозяйстве, отражающие практическое применение результатов научных исследований, копия свидетельства программы на ЭВМ, соавтором, которого является соискатель; чек листы программы, а также другие вспомогательные документы.

1. Актуальность темы диссертации и её связь с государственными научными программами и соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по техническим дисциплинам

В современном мире развитие сельского хозяйства играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития экономики. Одним из ключевых аспектов успешного сельского хозяйства является правильное питание животных, которое во многом определяется качеством кормов, в том числе комбикормов. Развитие данного направления регламентировано положениями Федеральной научно-технической программы (ФНТП) развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы.

Поэтому диссертационная работа Симачковой Марины Станиславовны, направленная на оценку эффективности технологических линий и технических средств приготовления комбикормов на этапе их подбора по показателям ресурсоэффективности, энергоэффективности, экономической эффективности, показателям качества и комплексным показателям, безусловно является, актуальной задачей в области механизации процессов в животноводстве. В связи с отмеченным, оппонируемую работу, следует считать актуальной, имеющей важное народнохозяйственное значение.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

На защиту автором выносятся следующие положения:

- классификация оценочных показателей эффективности комбикормового оборудования;
- интегральный показатель эффективности комбикормового оборудования;
- алгоритм функционирования эргатической системы подбора комбикормового оборудования;
- программа для оценки комбикормового оборудования (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024661687 Российская Федерация);
- результаты валидации, верификации и оценки надежности программы;
- результаты оценки эффективности комбикормового оборудования в лабораторных условиях;
- результаты подбора комбикормового оборудования для сельскохозяйственных организаций Нижегородской области и производственной проверки программы в производственных условиях;
- результаты оценки экономической эффективности использования разработанной программы.

Диссертационная работа содержит 8 выводов и рекомендации производству и перспективы дальнейшей разработки темы.

Первый вывод отмечает, что на основании проведенного анализа разработана классификация оценочных показателей комбикормового оборудования, оказывающих определяющее значение на эффективность подбора комбикормового оборудования. Классификация включает четыре группы показателей: качества, энергетической эффективности, ресурсоэффективности, экономической эффективности и рыночной надежности. В рамках разработанной классификации, дополнительно к существующим показателям оценки комбикормового оборудования на этапе его подбора, предложено использовать показатели качества (технического средства, технологической линии, продукции), коэффициент комплектации, коэффициент рыночной надежности, характеризующие степень соответствия заданным требованиям и критериям эффективности оборудования, доступность оборудования к приобретению на территории РФ, степень уверенности рынка в устойчивости и надежности продавца оборудования.

Вывод основан на результатах теоретических исследований, достоверен, содержит новые сведения и обосновывает первое научное положение.

Второй вывод сообщает, что разработан интегральный показатель эффективности комбикормового оборудования (2.44), учитывающий важные для потребителя критерии, их значимость и взаимосвязь друг с другом, определяемый как отношение произведения критериев оценки эффективности, при сравнении стремящихся к максимуму к произведению

критериев оценки эффективности, при сравнении стремящихся к минимуму, каждый из которых возведен в степень, определяемую отношением значимости каждого критерия к сумме степеней значимости соответствующей группы критериев оценки.

Вывод основан на результатах теоретических исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает второе научное положение.

Третий вывод сообщает, что разработан алгоритм функционирования эргатической системы подбора комбикормового оборудования, устанавливающий связь между факторами, влияющими на эффективность оборудования, и критериями его оценки.

Вывод основан на результатах теоретических исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает третье научное положение.

Четвёртый вывод информирует, что на основании алгоритма функционирования эргатической системы создана программа для оценки комбикормового оборудования (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024661687 РФ), позволяющая проводить комплексный анализ сравниваемых аналогов по четырем группам показателей: энергетическим, технологическим, экономическим, показателям качества, а также комплексным показателям – исходя из потребностей хозяйств и характеристик оборудования.

Вывод основан на результатах теоретических исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает четвёртое научное положение.

Пятый вывод информирует, что валидация программного продукта, проведенная представителями ООО «Графкорм», ООО «Доза-Агро» и ООО «ННПП-2» путем тестирования, показала, что программа обладает широкими возможностями и охватывает достаточное число показателей, существенно облегчающих выбор оптимального варианта оборудования. В результате проведения верификации программы установлена высокая степень сходимости результатов автоматизированных расчетов, достигающая 98,9 % по сравнению с ручными вычислениями и 100 % – с вычислениями в среде Microsoft Excel, что демонстрирует стабильность и воспроизводимость результатов. В результате оценки надежности программы методом статистического подхода установлено, что частота отказов программы составляет 2 %, среднее время наработки на отказ – 5 ч, средняя продолжительность устранения ошибки – 0,015 ч, коэффициент готовности системы – 0,997. В результате проведенных лабораторных исследований установлено, что сходимость теоретических и экспериментальных величин показателя качества технологической линии ЛПКГ-0,9 равна 100 % при $k_{лин}=0,33$, а показателя качества готовой продукции отличается в 2 раза (теоретический $k_{кач.пр}=0,33$, экспериментальный $k_{кач.пр}=0,67$), что связано с отсутствием данных по испытаниям гранулятора ДГ-0,9ВУ и смесителя ССК2,3-Ф в базах данных МИС. Сходимость теоретических и экспериментальных значений интегрального показателя, оцененная критерием F-тест, составила 98,93%.

Вывод основан на результатах экспериментальных исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает пятое научное положение.

Шестой вывод информирует, что в результате проведенного подбора и анализа комбикормового оборудования для сельскохозяйственных организаций Нижегородской области установлено, что для ООО СПК «Ждановский» и ООО ПЗ «Большемурашкинский» наибольшей эффективностью, оцененной по интегральному показателю, обладает комбикормовый мини-завод ПРОК-1,3 производства Агрост 50, значение интегрального показателя которого составляет 0,203, для ООО «Шатовка» – мини-комбикормовый завод АТМ-5 с интегральным показателем 10,21, ООО «КМ АГРО» – комбикормовое оборудование от продавца Агрокормресурс с интегральным показателем 1,667.

Вывод основан на результатах экспериментальных исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает шестое научное положение.

Седьмой вывод информирует, что в результате производственной проверки программы, которая осуществлялась в ООО «ННПП-2» Большемурашкинского района Нижегородской области при сравнении оборудования фирм ООО «Графкорм», ООО «Доза-Агро» и Jiangsu BD Environmental Technology Co., Ltd, установлено, что наибольшее значение интегрального показателя эффективности (0,596) имеет линия фирмы Jiangsu BD Environmental Technology Co. При этом степень сходимости между теоретическим и фактическим интегральными показателями составила 98,3 %, а экономия трудозатрат при подборе оборудования с помощью программы в сравнении с ручным расчетом – 30 чел.-ч.

Вывод основан на результатах экспериментальных исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает седьмое научное положение.

Восьмой вывод говорит о том, что расчетное значение экономии денежных средств в сравнении с ручным расчетом за счет сокращения трудозатрат при подборе одного комплекта комбикормового оборудования с использованием программы составляет 15 894,07 руб., срок окупаемости – 0,5 года, а в сравнении с программой «1С: Мукомольное, крупяное, комбикормовое и масложировое производство» – 2 495,14 руб. и 3,2 года соответственно.

Вывод основан на результатах экспериментальных исследований, достоверен, содержит новые сведения и подтверждает восьмое научное положение.

3. Значимость результатов исследований для науки и практики

Предложена методика оценки эффективности комбикормового оборудования на стадии его подбора с учетом индивидуальных особенностей и потребностей предприятий. Для комплексной оценки эффективности подбора комбикормового оборудования выведены интегральный показатель эффективности, а также коэффициенты комплектации, унификации и рыночной надежности.

Ценность работы с практической точки зрения заключается в возможности применения предложенной программы сельскохозяйственными предприятиями

с собственным производством комбикормов и организациями, занимающимися производством комбикормов при подборе нового, обновлении существующего оборудования, а также производителями комбикормового оборудования во время его продажи при подборе и сравнении различных вариантов линий как собственного производства, так и с аналогами, представленными на рынке.

Производственная проверка разработанной программы проводилась в ООО «ННПП-2» Нижегородской области. Результаты производственной проверки и внедрения научных исследований программы подтверждены соответствующими актами (приложения М, Н и О)

4. Оценка содержания диссертационной работы, ее завершенности в целом и качества оформления рукописи

Введение включает общую характеристику работы, цель, объект, предмет и методику исследования, обоснование актуальности. Отмечена новизна, практическая значимость, апробация работы и задачи исследования.

В первой главе «Современное состояние проблемы и задачи научных исследований» содержит: современное состояние комбикормовой отрасли в России, анализ показателей эффективности использования оборудования, показатели энергетической эффективности использования оборудования, показатели ресурсоэффективности использования оборудования, показатели экономической эффективности использования оборудования, комплексные показатели эффективности использования оборудования, методы комплексной оценки эффективности новой техники и технологий, обзор и анализ программ для оценки комбикормового оборудования, обзор и анализ научных работ по исследованию технологических линий и технических средств приготовления комбикормов, выводы по главе.

Замечание по первой главе.

1. На странице 4 сказано «Общая мощность заводов...», что именно автор подразумевает по этим? Наверное, нужно иметь ввиду производственная мощность.

2. В подразделе 1.3 автор упоминает о существовании программ для оценки оборудования, но делает вывод, что критериев для оценки на этапе подбора (до начала эксплуатации) не существует.

3. Анализ программ в главе 1 носит поверхностный характер. Необходим детальный обзор существующих ERP-систем (например, «1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода») и специализированных инженерных калькуляторов с указанием их конкретных функциональных ограничений, которые автор планирует устранить своей разработкой.

4. Обзор литературы включает фундаментальных авторов Афанасьева В.А., Сыроватки В.И., Федоренко И.Я., однако анализ их работ сводится к перечислению достижений, то есть отсутствует четко сформулированное противоречие между существующими методами оценки (которые, по мнению автора, работают только «в процессе эксплуатации») и потребностью практики в оценке «на этапе покупки». Нужно более аргументированно обосновать, почему

классические методики оценки технического уровня (ГОСТы, методики МИС) недостаточны для принятия инвестиционного решения сегодня.

5. Обзор существующих программ (стр. 35) носит скорее констатирующий характер. Для диссертации важно четко выделить конкретные недостатки каждой программы (например, отсутствие учета рыночной надежности или сложность ввода данных), чтобы во 2-й главе обосновать необходимость разработки собственного алгоритма.

6. Перечни оборудования на стр. 15–16 выглядят справочно. Стоило бы дополнить их анализом того, какие именно машины чаще всего становятся «узким местом» в технологических линиях с точки зрения энергоэффективности.

Во второй главе «Обоснование критериев оценки эффективности комбикормового оборудования», содержит: особенности производства комбикормов в условиях сельскохозяйственных организаций в современных реалиях, критерии оценки эффективности комбикормового оборудования, обоснование модели подбора оборудования, выводы по разделу.

Замечание по второй главе.

1. В тексте стоило бы более подробно пояснить выбор конкретных граничных значений для коэффициентов компактности и технологичности, использованных в проверочных расчетах (табл. 2.2), так как они существенно влияют на итоговую чувствительность модели.

2. Модель эргатической системы (рисунок 2.7) перегружена блоками. Рекомендуется более четко разделить, какие блоки относятся к теоретическому обоснованию (Глава 2), а какие к программной реализации (Глава 3). Сейчас в Главе 2 упоминаются конкретные программные классы и методы верификации, что чаще выносится в практическую часть.

3. Автор вводит понятие «Коэффициент рыночной надежности» (стр. 50). Формула (2.7) включает количество отзывов (x и y) и виды деятельности (z). Количество отзывов – субъективный и волатильный показатель, который трудно верифицировать научно (отзывы могут быть накручены или отсутствовать у крупных поставщиков). Стоит уточнить, как именно будет проверяться достоверность этих данных, чтобы показатель не вносил погрешность в расчет интегрального критерия.

4. Функция агрегирования, формула (2.34) «наиболее приемлема», однако не приведено сравнительного математического анализа с другими методами (например, аддитивной сверткой). Стоит пояснить, почему мультипликативная форма в данном случае лучше отражает физику процесса подбора оборудования.

5. На стр. 64 предлагается использовать среднегеометрическое значение для «сглаживания всплесков». Это сильное решение, однако формуле (2.39) не хватает пояснения: как быть, если один из частных показателей равен нулю? В среднегеометрическом это обнуляет весь результат. В контексте качества оборудования (формула 2.2, где k может быть 0) – это критический момент. Необходимо предусмотреть «защиту от нуля» или обосновать жесткость такого отсева.

6. Для коэффициента компактности установлен диапазон $0,7 \leq K_{\text{комп}} \leq 0,85$. Требуется более детальное обоснование верхней границы: почему именно 0,85?

Не станет ли такое плотное размещение препятствием для соблюдения норм охраны труда и пожарной безопасности (доступ к узлам при завалах или возгораниях)?

7. На схеме (Рисунок 2.7) и в тексте упоминается «человеко-машинный комплекс». Следует четче разграничить функции: какие решения принимает именно человек (субъективный характер), а какие – машина. В тексте это описано (стр. 76), но не хватает критического анализа риска «ошибки эксперта» при задании значимости.

8. Рисунки 2.3 и 2.4 практически идентичны по смыслу (схемы формирования критериев). Их можно объединить или сделать более контрастными по содержанию. Подписи «составлено автором по данным [22]» указывают на компилятивный характер, желательно выделить именно авторскую новизну в этих схемах.

9. На стр. 78 указано 4 группы показателей (качества, ресурсоэффективности, экономики и энергии). Однако в тексте Главы 1 (судя по выводам) не хватает четкого обоснования, почему именно эти группы являются исчерпывающими

В третьей главе «Программа и методики исследования», содержит: общие сведения о программном обеспечении (ПО), методика подбора комбикормового оборудования на этапе его приобретения с помощью программы, методика проверки работоспособности программы, методика подбора комбикормового оборудования для конкретных хозяйств с применением программы, выводы по главе.

Замечание по третьей главе.

1. В тексте упоминается использование 3 и 8 знаков после запятой (стр. 82). В методическом плане стоит добавить краткое пояснение, почему именно 8 знаков приняты за эталон точности.

2. В Тест-кейсе №3 (стр. 100) указано, что при вводе отрицательной производительности программа «автоматически убирает минус». С научной точки зрения лучше описать это не просто как программную функцию, а как «алгоритмический фильтр корректности входных параметров, исключающий физически невозможные значения».

3. В методике верификации (п. 3.2) не до конца раскрыт алгоритм действий программы при обнаружении противоречивых данных (например, когда высокая производительность вступает в неразрешимое противоречие с лимитом энергопотребления предприятия).

4. На стр. 86 описана линия ЛПКГ-0,9. Важно добавить в методику информацию о характеристиках исходного сырья, использованного в опытах (влажность, засоренность), так как эти параметры напрямую влияют на энергоэффективность ($W_{уд}$), указанную позже на графиках (рис. 4.2).

В четвёртой главе «Результаты подбора комбикормового оборудования для хозяйств Нижегородской области», содержит: результаты подбора оборудования для ООО ПЗ «Большемурашкинский», результаты подбора оборудования для ООО СПК «Ждановский», результаты подбора оборудования для ООО «КМ АГРО», результаты подбора оборудования для ООО «Шатовка»,

результаты производственной проверки программы для оценки комбикормового оборудования в условиях ООО «ННПП-2», выводы по главе.

1. На стр. 109 отмечается критически низкая однородность смеси на смесителе ССК-2,3-Ф (17,8% при норме от 80%). В выводах по главе необходимо не просто констатировать факт, а дать научное объяснение: связано ли это с конструктивным недостатком шнекового смесителя или с некорректно выбранным временем смешивания в ходе опыта. Это критично для обоснования коэффициента качества $k=0$ в интегральном показателе.

2. При анализе линий для ООО ПЗ «Большемурашкинский» (стр. 118) коэффициент технологической сходимости (технологичности) для Линии 4 близок к 1, а для остальных назван «отрицательным фактом». Стоит уточнить, какие именно машины в других линиях создают дисбаланс (например, дробилка избыточной мощности при малопроизводительном смесителе).

3. Сходимость паспортных и фактических данных в 98,3% – очень высокий показатель. Необходимо подчеркнуть, что оставшиеся 1,7% погрешности обусловлены внешними факторами (стабильностью напряжения в сети или колебаниями качества сырья), что подтверждает адекватность математической модели.

4. При сравнении оборудования российских и зарубежных производителей (табл. 4.11) автор отмечает преимущество китайской линии в автоматизации и цене. Однако в работе недостаточно освещен вопрос долговечности и стоимости жизненного цикла, который может скорректировать лидерство по интегральному показателю в долгосрочной перспективе.

В пятой главе «Экономическая эффективность от использования программы для оценки комбикормовых линий», приведены следующие вопросы: расчет экономических затрат на внедрение программы для подбора комбикормового оборудования в производство, экономический эффект от внедрения программы для подбора комбикормового оборудования, выводы по разделу.

Замечание по пятой главе.

1. Для таблицы 5.1 следовало бы указать формулу или источник литературы по определению трудозатрат.

2. При определении часовой тарифной ставки не корректно указывать среднюю заработную плату, нужно учитывать минимальный размер оплаты труда, так подразумевается все-таки одна операция по профессии инженера-технолога, потому что кроме подбора комбикормов, он должен также рассчитывать и потребность в других кормах, поэтому заработная плата 51000 рублей подразумевает общий объем всех работ.

3. Расчетный срок окупаемости программы 3,2 года (стр. 144) выглядит реалистично. Однако стоит сделать акцент на том, что основные «дивиденды» от программы – это не только экономия 30 человеко-часов инженера-технолога, но и предотвращение многомиллионных убытков предприятия из-за покупки неэнергоэффективного оборудования.

4. При расчете часовой ставки оператора (517,07 руб./час) и инженера-технолога (310,4 руб./час) используются разные базовые значения. Для чистоты

эксперимента стоит привести сравнение к единому знаменателю (например, расчет только для технолога), так как функционал программ направлен на решение одной и той же задачи.

5. Глава 5 содержит много цифр в тексте, но мало визуализации. Следовало бы добавить диаграмму структуры эксплуатационных затрат или сравнительную гистограмму сроков окупаемости при разных сценариях.

6. Оформление диссертационной работы и ее редактирование

Текст диссертационной работы грамматически и стилистически изложен достаточно грамотно, графические материалы выполнены в основном четкими схемами и рисунками. Вместе с тем по оформлению работы имеются следующие замечания:

1. В оглавлении наблюдается смешение стилей написания заголовков глав. Глава 1 и Глава 2 написаны полностью заглавными буквами, в то время как Главы 3, 4 и 5 – строчными (кроме первой буквы).

2. В оглавлении указан только буквенный индекс приложений (ПРИЛОЖЕНИЕ А), но отсутствуют их названия.

3. На стр. 15 представлена Таблица 1.2. Если таблица переносится на следующую страницу, необходимо указывать «Продолжение таблицы 1.2» в правом верхнем углу над ее частью на новой странице.

4. В сценарии 1 указано: *«при отрицательном значении – автоматически убирает знак минус»*. С научной точки зрения такая формулировка в диссертации недопустима. Рекомендуются заменить на: «система реализует алгоритм проверки корректности входных данных, блокирующий ввод отрицательных физических величин или производящий их реверсию».

5. Раздел «где» после формул должен оформляться в столбик. Расшифровка каждого символа начинается с новой строки. Пример ошибки оформления на стр. 25 и 51: символы идут сплошным текстом через точку с запятой.

6. В тексте главы 4 (стр. 128 и далее) упоминается «Приложение К». Однако в оглавлении и в тексте ссылок на названия приложений нет краткого перечня их сути.

Однако общее количество такого рода погрешностей и неточностей невелико и оформление работы в целом отвечает предъявляемым требованиям.

6. Полнота опубликования основных результатов работы в печати и соответствие содержания автореферата основным положениям диссертационной работы

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 14 печатных работах, в том числе: 10 работ опубликовано в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации и получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

В свою очередь в автореферате сконцентрированы основные положения диссертации, которые достаточно полно отражают суть проделанной работы.

7. Заключение

Диссертационная работа Симачковой Марины Станиславовны является завершенным научным трудом. Отмеченные в отзыве недостатки не имеют принципиального значения, носят частный характер, направлены на повышение уровня научных исследований и могут быть учтены в будущей работе соискателя.

По актуальности, новизне исследований и полученным результатам, достаточной степени обоснованности и достоверности основных выводов и рекомендаций, а также по уровню внедрения диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 раздела II «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. №824), а ее автор Симачкова Марина Станиславовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Официальный оппонент:
кандидат технических наук,
(специальность 05.20.01 –
технологии и средства
механизации сельского хозяйства)
доцент, и.о. заведующего
кафедры эксплуатации машин и
технологического оборудования
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ



Солонщиков Павел Николаевич

Дата 08.05.2026 г.

610017, РФ, г. Киров, Октябрьский проспект, 133
Тел./ факс (8332) 54-86-33
E-mail: info@vgatu.ru

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный агротехнологический университет», кафедра эксплуатации машин и технологического оборудования.

Подпись Солонщикова П.Н.
заверяю: ученый секретарь
ФГБОУ ВО Вятский ГАТУ
к.п.н., доцент



Е.Н. Владимирова

Вх. 21.05.2026г.