

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Абенова Армана Таргыновича «Повышение эффективности работ производственно-технических баз при уборке зерновых на примере Алтынсаринского района Республики Казахстан», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 – «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» в диссертационный совет 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

Актуальность темы диссертационного исследования

Стратегия развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан до 2030 года определяет в качестве приоритетной задачи модернизацию техники и техническое оснащение отрасли. Реализация этой задачи непосредственно связана с поддержанием высокого уровня технической готовности парка зерноуборочных комбайнов, особенно в регионах с ограниченными агротехническими сроками уборки. По статистическим данным, приведенным в диссертации, уровень износа машинно-тракторного парка в Костанайской области превышает 70%, при этом 76% комбайнов эксплуатируются свыше нормативного срока (10 лет), а коэффициент технической готовности не превышает 57%.

Существующая система производственно-технических баз (ПТБ) не в полной мере обеспечивает своевременное и качественное техническое обслуживание и ремонт, что приводит к простоям, затягиванию уборочных работ и прямым потерям зерна. Вместе с тем, отсутствуют научно обоснованные методики количественной оценки уровня технической эксплуатации (УТЭ) комбайнового парка и его влияния на основные показатели эффективности уборки.

Таким образом, исследования, направленные на разработку комплексной методики оценки УТЭ и обоснование потребности в развитии ПТБ, являются актуальными и создают основу для совершенствования системы технического сервиса зерноуборочных комбайнов.

Научная новизна и теоретическая значимость работы

К научной новизне работы следует отнести:

- разработку и обоснование комплексной методики количественной оценки УТЭ зерноуборочных комбайнов, базирующейся на пяти обобщающих факторах с использованием экспертных оценок и функции желательности Харрингтона;
- установление регрессионных зависимостей между УТЭ и основными показателями надежности и эффективности использования комбайнов (наработка на отказ, коэффициент технической готовности, расход топлива, потери зерна);
- определение показателей долговечности комбайна «Енисей-1200» методом обработки цензурированных выборок (средний ресурс – 1936 мото-часов, 90% гамма-процентный ресурс – 1500 мото-часов);
- обоснование потребности в производственно-технических базах на основе оптимизации состава комбайнового парка с учетом фактического УТЭ;
- разработка практических рекомендаций по организации многоуровневой системы технического сервиса для условий Алтынсаринского района Республики Казахстан.

Теоретическая значимость результатов работы заключается в развитии системного подхода к оценке УТЭ зерноуборочных комбайнов, обобщении и классификации факторов, влияющих на техническую готовность и эффективность использования машин, а также в обосновании комплекса математических моделей, позволяющих прогнозировать показатели надежности и эксплуатационные затраты в зависимости от УТЭ и состояния ПТБ.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанная методика количественной оценки УТЭ зерноуборочных комбайнов может быть использована инженерными службами сельскохозяйственных предприятий для выявления «узких мест» в системе технического обслуживания и ремонта и обоснованного планирования мероприятий по повышению технической готовности парка. Полученные регрессионные зависимости между УТЭ и показателями надежности, а также расхода топлива и потерь зерна позволяют прогнозировать эксплуатационные затраты, и минимизировать простои. Предложенная формула расчета потребной площади ПТБ и рекомендации по организации многоуровневой системы технического сервиса могут быть применены региональными органами управления АПК при планировании развития ремонтно-

обслуживающей инфраструктуры в Костанайской области и других регионах Казахстана с аналогичными условиями.

Достоверность полученных результатов

Достоверность обеспечена корректным применением методов математической статистики, теории надежности, регрессионного анализа, а также метода экспертных оценок с расчетом коэффициента конкордации Кендалла. Использование экспериментальных данных, полученных в ходе наблюдений за эксплуатацией комбайнов в пяти хозяйствах Алтынсаринского района, и апробированных методик сбора и обработки информации обеспечило обоснованность разработанных моделей и зависимостей.

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом экспериментальных исследований (выборка из 30 комбайнов «Енисей-1200» для оценки долговечности, данные по отказам за 2020-2024 гг., экспертный опрос с привлечением 8 специалистов), использованием сертифицированного программного обеспечения для обработки данных, а также корректным применением критериев согласия (χ^2 Пирсона, F-критерий Фишера, t-критерий Стьюдента) при оценке статистической значимости полученных регрессионных моделей ($p < 0,01$).

Полученные результаты соответствуют поставленным цели и задачам работы.

Анализ содержания диссертации и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 170 наименований и 14 приложений. Работа изложена на 215 страницах машинописного текста, содержит 41 рисунок и 46 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и семь задач исследования, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, положения, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ современного состояния технической обеспеченности растениеводческих хозяйств Казахстана и Костанайской области. Автором обосновано, что при высоком уровне износа техники и раздробленности сельхозпроизводителей существующая система технического сервиса не обеспечивает требуемого уровня готовности комбайнов. Проведенный обзор научных школ России и Казахстана показал необходимость комплексного подхода, объединяющего оптимизацию состава парка, развитие ПТБ и повышение УТЭ комбайнов.

Во второй главе изложены теоретические основы оценки надежности сельскохозяйственной техники. Автор использует физико-математические

модели износа (модель Аркарда, энергетический подход), методы теории вероятности (распределение Вейбулла, экспоненциальное распределение, нормальное распределение) и метод конечных элементов. Предложена интегральная модель надежности комбайна на основе последовательной структурной схемы, что позволило рассчитать среднюю наработку на отказ комбайна «Енисей-1200» и коэффициент технической готовности.

В третьей главе проведены экспериментальные исследования состояния машинно-тракторного парка, системы технического обслуживания и ремонта, сравнительная оценка показателей надежности отечественных и зарубежных комбайнов. С использованием диаграмм Парето выявлены основные источники отказов: гидравлическая система, жатвенная часть и молотильный аппарат дают до 70% всех отказов. Рассмотрены вопросы ремонтно-технического обслуживания агрегатов техники и влияния своевременности и качества ТО и ремонта на сокращение затрат при эксплуатации самоходной сельскохозяйственной техники.

В четвертой главе разработана методика комплексной оценки УТЭ комбайнового парка, базирующаяся на пяти обобщающих факторах (качество ТО, качество ремонта, квалификация механизаторов, качество ГСМ, качество хранения), апробация которой на данных 5 хозяйств Костанайской области за период 2022-2024 гг. подтвердила ее работоспособность и достоверность получаемых результатов. Методика включает процедуру экспертного опроса с расчетом коэффициента компетентности и коэффициента конкордации Кендалла, а также перевод качественных оценок в количественные с помощью функции желательности Харрингтона. Выполнен расчет весовых коэффициентов частных и обобщающих факторов. На основе корреляционно-регрессионного анализа установлены математические зависимости между УТЭ и ключевыми показателями надежности и эффективности (наработки на отказ, КТГ, расхода топлива, потерь зерна). Предложена методика определения затрат на эксплуатацию машин с учетом УТЭ.

В пятой главе проведены исследования состояния производственно-технических баз в пяти хозяйствах Алтынсаринского района за период с 2019 по 2024 гг. Установлено, что фактические площади производственно-технической базы в 2–3 раза ниже расчетных нормативов. Это приводит к снижению коэффициента технической готовности с 0,63 до 0,49, вследствие чего нарушаются агротехнические сроки уборки зерновых, увеличиваются потери зерна при уборке и возрастают затраты на проведение уборочных работ. Предложена формула для предварительной оценки потребной площади ПТБ. Выполнена оценка экономической эффективности повышения УТЭ: увеличение УТЭ с 0,70 до 0,85 позволяет снизить эксплуатационные затраты

на 1 га на 15-20%, уменьшить расход топлива на 1,98 л/га, сократить потери зерна на 0,63%, повысить сменную выработку на 3,3 га.

В заключении сформулированы основные выводы, которые соответствуют поставленным задачам и отражают основное содержание диссертационной работы.

Основные положения, выводы и рекомендации

Вывод первый. По результатам анализа современного состояния технической обеспеченности растениеводческих хозяйств установлено, что уровень износа машинно-тракторного парка в Костанайской области составляет более 70%, при этом 76% комбайнов эксплуатируются свыше нормативного срока (10 лет), коэффициент технической готовности не превышает 57%, а фактические площади производственно-технических баз в 2...3 раза ниже расчетных нормативов. Это подтверждает необходимость разработки и внедрения научно обоснованных методов управления технической эксплуатацией.

Обоснованность данного вывода подтверждается объемом проанализированных статистических данных (170 наименований использованной литературы) и корректностью примененных методов анализа.

Вывод второй. Разработана и апробирована методика количественной оценки УТЭ комбайнового парка, базирующаяся на пяти обобщающих факторах (качество ТО, качество ремонта, квалификация механизаторов, качество ГСМ, качество хранения). Методика включает процедуру экспертного опроса с расчетом коэффициента компетентности и коэффициента конкордации Кендалла ($W=0,78...0,85$), а также перевод качественных оценок в количественные с помощью функции желательности Харрингтона. Выполнен расчет весовых коэффициентов частных и обобщающих факторов.

Достоверность вывода подтверждена результатами экспертного опроса с коэффициентом конкордации, что свидетельствует о высокой согласованности мнений специалистов.

Вывод третий. На основе корреляционно-регрессионного анализа установлены математические зависимости между УТЭ и ключевыми показателями надежности и эффективности. В частности, получены следующие модели (для условий Костанайской области): наработка на отказ комбайна «Енисей-1200»: $T_0=240 \text{ УТЭ}^{1,77}$ ($R^2=0,82$); коэффициент технической готовности: $КТГ = 0,40 + 0,63 \text{ УТЭ}$ ($R^2=0,85$); расход топлива: $Q_{\text{уд}} = 25,4 - 13,2 \text{ УТЭ}$ ($R^2=0,72$); потери зерна: $\Pi_3 = 5,8 - 4,2 \text{ УТЭ}$ ($R^2=0,62$).

Все модели статистически значимы ($p < 0,01$), что подтверждено F-критерием Фишера и t-критерием Стьюдента. Значения коэффициента детерминации ($R^2 = 0,62 - 0,85$) свидетельствуют о пригодности моделей для прогнозирования.

Вывод четвертый. Определены показатели долговечности комбайна «Енисей-1200» как наиболее массовой модели в регионе. На основе обработки цензурированной выборки из 30 машин методом максимального правдоподобия получены: средний ресурс – 1936 мото-часов, 90% гамма-процентный ресурс – 1500 мото-часов. Это позволяет обоснованно планировать списание техники и прогнозировать потребность в капитальных ремонтах.

Обоснованность вывода подтверждена корректным применением методов математической статистики для обработки цензурированных выборок.

Вывод пятый. В результате сравнительного анализа эксплуатационной надежности отечественных и импортных комбайнов с использованием диаграмм Парето установлено, что основными источниками отказов являются гидравлическая система (до 30% простоев у «Енисей-1200»), электрооборудование (до 48% у «Case AF2388») и адаптеры (жатвенная часть). Выявлено, что наработка на отказ импортных комбайнов в 1,5...2 раза выше, однако их обслуживание требует более высокой квалификации персонала и доступа к оригинальным запасным частям.

Достоверность вывода подтверждена анализом данных по отказам за 2020-2024 гг.

Вывод шестой. Обоснована потребность в развитии производственно-технических баз и предложена формула для предварительной оценки необходимой площади ПТБ. На примере пяти хозяйств Алтынсаринского района показано, что фактическая площадь ПТБ составляет лишь 30...50 % от расчетной, а для приведения ее к нормативному уровню требуются инвестиции в размере свыше 620 млн тенге по району (более 10 млрд тенге по области). Разработаны рекомендации по организации трехуровневой системы технического сервиса: 1-й уровень (ЕТО, ТО-1, ТО-2) – силами межхозяйственных передвижных отрядов; 2-й уровень (ТО-3 и текущий ремонт) – районные сервисные организации; 3-й уровень (капитальный ремонт, сложная диагностика) – дилерские центры.

Вывод обоснован результатами натурных обследований пяти хозяйств Алтынсаринского района, показавшими, что фактические площади ПТБ составляют лишь 30–50% от расчетных нормативов, экономическим расчетом потребности в инвестициях (свыше 620 млн тенге по району и более 10 млрд

тенге по области) и анализом отказов, на основе которого предложена трехуровневая система технического сервиса.

Вывод седьмой. Выполнена оценка экономической эффективности повышения УТЭ и на основе полученных регрессионных моделей установлено, что увеличение УТЭ с 0,70 до 0,85 (т.е. на 0,15) позволяет: снизить эксплуатационные затраты на 1 га на 15...20%; уменьшить расход топлива на 1,98 л/га; сократить потери зерна на 0,63 процентных пункта (что при урожайности 15 ц/га и площади 1000 га дает дополнительный сбор 9,45 т зерна); повысить сменную выработку на 3,3 га/смену. Срок окупаемости инвестиций в развитие ПТБ и повышение УТЭ, по расчетам, составляет 1-3 года.

Вывод подтвержден полученными статистически значимые ($p < 0,01$) регрессионными моделями зависимости расхода топлива, потерь зерна и сменной выработки от УТЭ, а также расчетом срока окупаемости инвестиций (1–3 года), основанным на сопоставлении капитальных затрат на развитие ПТБ с экономией от снижения эксплуатационных затрат, расхода топлива и потерь зерна.

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

Основные результаты диссертационного исследования достаточно полно отражены в опубликованных научных трудах. Всего по теме диссертации опубликовано 20 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Материалы диссертации прошли апробацию на международных и всероссийских научно-практических конференциях с 2021 по 2025 годы.

Автореферат по структуре, объему, содержанию и оформлению соответствует требованиям ВАК. Содержание автореферата полностью отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

Замечания по диссертационной работе

1. Не совсем ясна возможность внедрения систем удаленной диагностики (стр. 30 диссертации), датчиков и аналитических платформ, позволяющих отслеживать состояние техники в режиме реального времени, прогнозировать поломки и оптимизировать графики технического обслуживания в условиях слабо развитых ремонтных баз.

2. В представленной блок-схеме (рисунок 2.1) указано, что при отсутствии оценки уровня надежности выполняются конструктивные

доработки деталей машин. Нет полной ясности осуществления такой конструктивной доработки для импортных комбайнов.

3. В разделе 2.5 заявлено применение метода конечных элементов для расчета напряженно-деформированного состояния деталей, но в тексте не приведены конкретные результаты верификации расчетных моделей (например, сравнение расчетных напряжений с данными тензометрирования). Указано лишь расхождение 8-12% без указания типа детали и режима нагружения.

4. В работе следовало бы сравнить коэффициент технической готовности и коэффициент использования машины по времени, что помогло бы более полно оценить эффективность использования комбайнового парка.

5. В математической модели, приведенной на странице 16 автореферата, не указаны размерности большинства символов, что лишает ее ясности.

6. На рисунке 4.3 диссертации приведены зависимости наработки на отказ комбайнов. На начальном этапе значения наработки для комбайнов «Енисей-1200» и «Есиль КЗС-740» практически одинаковы, однако в дальнейшем они существенно расходятся. Желательно пояснить, с чем связано такое расхождение.

7. В качестве одного из пяти обобщающих факторов УТЭ заявлено «качество хранения». Однако в методике сбора данных (глава 4) отсутствуют конкретные критерии оценки качества хранения (например, наличие крытых помещений, проведение консервации, контроль влажности). Это снижает объективность соответствующей частной оценки.

8. При расчете экономического эффекта от снижения потерь зерна (стр. 153-154) автор использует цену зерна 20000 тенге/т. Не указано, является ли эта цена ценой продажи или закупочной ценой с учетом качества зерна (влажность, сорность). Также не учтены затраты на дополнительную сушку и очистку зерна, что могло бы скорректировать расчетный эффект.

Заключение о соответствии диссертационной работы критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Отмеченные недостатки и замечания не уменьшают общей ценности работы. Диссертационная работа изложена аргументированно, логично и технически грамотно.

Диссертационная работа Абенова Армана Таргыновича на тему «Повышение эффективности работ производственно-технических баз при уборке зерновых на примере Алтынсаринского района Республики Казахстан» является самостоятельно выполненной и законченной научно-квалификационной работой. Содержание диссертации соответствует

заявленной области исследований и паспорту научной специальности 4.3.1 – «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» (технические науки), а именно пунктам: 20. Методы и технические средства обеспечения надежности, долговечности, диагностики, технического сервиса, технологии упрочнения, ремонта и восстановления машин и оборудования и 22. Организация технического сервиса, ремонта, хранения, рециклинга, утилизации машин и оборудования.

Диссертационная работа соответствует требованиям пунктов 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, а ее автор – Абенов Арман Таргенович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса».

Официальный оппонент:

заведующий кафедрой технических дисциплин
ЧГПУ им. И.Я. Яковлева

доктор технических наук, профессор  Фадеев Иван Васильевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева»

428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 38

тел.: +7 (8352) 62-03-12, e-mail, ivan-fadeev-2012@mail.ru

специальность 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» (05 20 03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве)

«19» мая 2026 г.

