

УДК 62-791

КОНТРОЛЬ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Владимир Владимирович Хатунцев

кандидат технических наук, доцент

vladimir_khat@mail.ru

Диана Юрьевна Стурова

студент

dianasturova04@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Статья посвящена вопросам обеспечения надёжности функционирования высокотехнологичных агроинженерных комплексов в процессе их эксплуатации. Рассматриваются основные методологические подходы к оценке надёжности технических систем, включая ключевые метрики и показатели эффективности. Особое внимание уделяется современным методам контроля и диагностики состояния сельскохозяйственной техники, а также стратегиям технического обслуживания и ремонта. В работе анализируются практические аспекты внедрения систем мониторинга, оптимизации затрат на обслуживание и роль нормативно-правовой базы в обеспечении надёжности технических комплексов. Представлены рекомендации по организации эффективной системы контроля технического состояния машин с учётом специфики их эксплуатации в полевых условиях.

Ключевые слова: надёжность, техника, обслуживание, диагностика, эксплуатация.

Обеспечение безотказности функционирования современных агроинженерных комплексов в процессе их практического применения — это многогранная задача, нуждающаяся в комплексном подходе к мониторингу и анализу эксплуатационных характеристик сельскохозяйственной техники [1]. Ключевая миссия данного мониторинга выражается в поддержании оптимального рабочего состояния машинно-тракторного парка, упреждающем выявлении потенциальных неисправностей и сокращение затрат на восстановительные мероприятия [2].

В современных условиях цифровизации эти задачи приобретают особую значимость, поскольку эффективность сельскохозяйственного производства напрямую зависит от своевременности и непрерывности технологических операций [2]. Именно поэтому становится необходимым глубокое понимание фундаментальных концепций надёжности технических комплексов, которые включают такие важные аспекты, как безотказность функционирования, продолжительность жизненного цикла, удобство технического обслуживания и способность сохранять эксплуатационные характеристики в различных условиях эксплуатации [4].

На основе этих концепций формируется методологическая база оценки надёжности, создающая целостное представление о системных качествах технических комплексов. При этом особое внимание уделяется ключевым метрикам: статистической вероятности безотказной работы, интервалам между техническими сбоями и частоте возникновения неисправностей. Все эти показатели определяются комплексом факторов, включающих инженерно-конструкторские решения, качество используемых компонентов, специфику эксплуатационной среды и профессиональную компетентность технического персонала [3].

Именно эти факторы приобретают особое значение в условиях эксплуатации сельскохозяйственной техники в полевых условиях, где техника постоянно подвергается воздействию агрессивных сред, перепадов температур, высокой запылённости и неравномерной загрузке. Сезонность работ и

интенсивное использование в определённые периоды создают дополнительные нагрузки на технические системы, что требует разработки специальных методов контроля и мониторинга их состояния [5].

В связи с этим особую актуальность приобретают современные методы контроля надёжности, которые успешно дополняют традиционные подходы. Диагностические мероприятия базируются на регулярном обследовании состояния узлов и агрегатов, включая визуальный контроль, измерение геометрических параметров и анализ электрических характеристик. Современные технологии расширяют эти возможности за счёт внедрения систем мониторинга, компьютерной диагностики и прогнозирования состояния техники, что позволяет более эффективно справляться с повышенными нагрузками в полевых условиях [5].

Все эти диагностические данные формируют основу для построения комплексной методологии контроля технического состояния машин. Эта методология включает мониторинг ресурсных параметров, анализ отказов и определение оптимальных сроков замены деталей. Тщательный контроль осуществляется над ключевыми параметрами, превышение нормативных значений которых указывает на развитие технических неполадок. На основе анализа отказов формируется количественная характеристика надёжности техники, что позволяет эффективно прогнозировать возможные сбои и своевременно планировать профилактические мероприятия [6].

Для практической реализации этой методологии применяются три ключевых показателя надёжности технических систем, каждый из которых отражает различные аспекты работоспособности оборудования. Рассмотрим их подробнее [7].

Первым и наиболее важным является коэффициент готовности, представляющий собой комплексную характеристику, отражающую вероятность нахождения технического средства в работоспособном состоянии в любой момент времени (за исключением запланированных периодов простоя).

Этот показатель одновременно демонстрирует два важных свойства надёжности — безотказность и ремонтпригодность оборудования [5].

Вторым показателем выступает коэффициент технического использования, который является более детальным параметром, учитывающим все простои, связанные с техническим обслуживанием и ремонтом. Он определяется как отношение математического ожидания наработки объекта за определённый период эксплуатации к суммарному времени, включающему наработку, техническое обслуживание и ремонтные работы [6].

Третьим важнейшим индикатором служит средняя наработка на отказ. Этот измеримый критерий демонстрирует, как часто техника выходит из строя в процессе эксплуатации. Рассчитать его несложно: нужно поделить всё время, в течение которого оборудование работало без перебоев за выбранный период, на число возникших за это время поломок. Данный параметр позволяет оценить, насколько эффективно оборудование функционирует между отказами и как часто требуется его восстановление.

Совокупность показателей формирует полное представление о надёжности объекта и позволяет эффективно планировать его эксплуатацию, обслуживание и модернизацию. Грамотное использование этих показателей невозможно без строгого соблюдения нормативно-правовой базы, которая является фундаментом системы контроля надёжности [6].

Контроль надёжности сельхозтехники — это сложная задача, которая требует системного подхода. Работу регулируют три главных документа:

- Федеральный закон «О самоходных машинах и других видах техники» [9];
- ГОСТ Р 52778-2007 «Испытания сельскохозяйственной техники» [8];
- постановления Правительства РФ о правилах эксплуатации [10].

Эти документы создают надёжную правовую базу для всех процессов и обеспечивают законность работы.

Важнейшим элементом успешного функционирования системы является её документационное обеспечение, выступающее надёжным фундаментом контроля. Оно включает технические задания, руководства по эксплуатации, журналы учёта состояния техники, протоколы испытаний и акты выполненных работ. Без качественной документации невозможно обеспечить надлежащий уровень контроля и управления техническим состоянием оборудования.

Чтобы все требования выполнялись на практике, чётко распределяются обязанности между всеми участниками процесса. За техническое состояние техники отвечают её владельцы, регулярные работы проводят эксплуатационщики, качественный ремонт обеспечивают сервисные центры, а надзорные органы контролируют безопасность. Такая система позволяет эффективно управлять техническим обслуживанием на всех этапах [5].

Важнейшим элементом системы контроля остаётся грамотное управление расходами на обслуживание и ремонт техники. При расчёте затрат специалисты учитывают не только стоимость самих работ, но и учитывают потери от простоя машин, падения производительности и ухудшения качества работы. Такой подход помогает оптимизировать бюджет и поддерживать технику в рабочем состоянии. Достижение оптимальной эффективности требует нахождения баланса между затратами на профилактическое обслуживание и возможными потерями от отказов, что делает систему контроля максимально результативной.

Оценка надёжности техники происходит на основе чётких нормативных требований и комплексного подхода. Специалисты анализируют показатели работы, отслеживают изменения параметров и вовремя выявляют возможные проблемы. Важную роль играет хронометраж операций — он помогает понять, как техника работает во времени. Такой всесторонний анализ позволяет эффективно контролировать состояние оборудования и предотвращать серьёзные неполадки. Контроль технологических параметров проводится в различных условиях эксплуатации, что позволяет получить полную картину

работоспособности машин. Сравнительный анализ с базовыми показателями помогает выявить отклонения и своевременно принять корректирующие меры.

Эффективная реализация всех этих методов невозможна без грамотно организованной системы технического обслуживания, которая является ключевым элементом контроля надёжности. Первостепенное значение имеет предварительная обкатка машин согласно рекомендациям производителя, позволяющая выявить заводские дефекты и настроить технику для оптимальной работы. Регулярное проведение контрольных смен помогает оценить текущее состояние техники и определить необходимость ремонтных работ. Успешность процесса обслуживания во многом зависит от квалификации персонала и наличия специализированных средств диагностики, обеспечивающих точность оценки состояния машин.

На основе результатов технического обслуживания формируются конкретные стратегии ремонта, которые обеспечивают долгосрочную работоспособность техники. Планово-предупредительный ремонт, проводимый согласно установленному регламенту, позволяет предотвратить возникновение серьёзных неисправностей. Текущий ремонт осуществляется при выявлении неполадок в процессе эксплуатации и направлен на оперативное устранение возникших проблем. Капитальный ремонт проводится по результатам комплексной диагностики и включает восстановление основных узлов и агрегатов. Кроме того, для поддержания работоспособности техники между плановыми ремонтами осуществляется оперативное устранение дефектов, выявленных в процессе эксплуатации [4].

Для успешной реализации контрольных стратегий необходимо строго следовать установленным методикам. Критически важно проводить испытания в идентичных условиях — это гарантирует точность результатов. Контрольные замеры должны длиться минимум 8 часов, чтобы собрать достаточно данных для достоверного анализа. Такой подход позволяет получить объективную оценку состояния оборудования.

В современных условиях автоматизированные системы мониторинга и диагностики существенно повышают эффективность контроля надёжности техники. Они позволяют непрерывно отслеживать её состояние, своевременно выявлять неисправности, прогнозировать ремонтные работы и оптимизировать техническое обслуживание [4].

Практика показывает: успех работы сельхозтехники зависит не столько от её конструкции, сколько от условий использования, качества обслуживания и ремонта. Поэтому на предприятиях важно готовить квалифицированных специалистов, оснащать мастерские современным оборудованием для диагностики, правильно организовывать хранение запчастей и грамотно планировать ремонт. Такой подход позволяет максимально эффективно использовать технику и продлевать срок её службы.

В заключение следует отметить, что эффективная система контроля надёжности сельскохозяйственной техники требует комплексного подхода, включающего соблюдение нормативно-правовых требований, использование современных методов диагностики, квалифицированное техническое обслуживание, грамотное планирование ремонтных работ и оптимизацию затрат на эксплуатацию [6].

Анализ подтверждает, что контроль надёжности — ключевой фактор успешной эксплуатации техники. Для её повышения необходимо внедрять современные методы диагностики, повышать квалификацию персонала, обновлять материально-техническую базу и оптимизировать затраты на обслуживание, что улучшит показатели работы предприятия.

Список литературы:

1. Агроинженерия: современные проблемы и перспективы развития: материалы Международной научно-практической конференции / под ред. А.А. Кутузова. СПб.: СПбГАУ, 2023. 345 с.
2. Современные технологии в агроинженерии: сборник научных трудов / под ред. В.И. Черноиванова. Челябинск: ЮУрГАУ, 2024. 289 с.

3. Цифровизация агропромышленного комплекса: монография / под ред. А.В. Гордиенко. М.: РУСАГРО, 2024. 412 с.
4. Надёжность и диагностика машин в сельском хозяйстве: учебное пособие / под ред. Н.М. Селиванова. М.: ИНФРА-М, 2023. 324 с.
5. Методы оценки технического состояния сельскохозяйственной техники / под ред. С.В. Герасименко. Воронеж: ВГАУ, 2024. 256 с.
6. Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники: современные подходы / под ред. П.А. Никифорова. М.: Колос, 2024. 312 с.
7. Диагностика и прогнозирование технического состояния машин: учебное пособие / под ред. Е.А. Панова. СПб.: Лань, 2023. 298 с.
8. ГОСТ Р 52778-2007 «Испытания сельскохозяйственной техники» // КонсорциумКодекс – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200057687>
9. Надёжность технических систем: Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия / П. Н. Кузнецов, В. В. Хатунцев, И. П. Криволапов, С. Ю. Астапов. Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. 218 с. ISBN 978-5-907586-26-0. EDN EIUAЕУ.
10. Постановление Правительства РФ от 19 сентября 2020 г. № 1503 "Об утверждении требований к техническому состоянию и эксплуатации самоходных машин и других видов техники" // Гарант.ру – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74587616/>

UDC 62-791

**RELIABILITY CONTROL OF COMPLEX SYSTEMS IN THE
OPERATION OF AGRICULTURAL MACHINERY**

Vladimir V. Khatuntsev

candidate of technical sciences, associate professor

vladimir_khat@mail.ru

Diana Yu. Sturova

student

dianasturova04@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article is devoted to ensuring the reliability of high-tech agro-engineering complexes during their operation. The main methodological approaches to assessing the reliability of technical systems are considered, including key metrics and performance indicators. Special attention is paid to modern methods of monitoring and diagnosing the condition of agricultural machinery, as well as strategies for maintenance and repair. The paper analyzes the practical aspects of implementing monitoring systems, optimizing maintenance costs, and the role of the regulatory framework in ensuring the reliability of technical complexes. Recommendations are presented for organizing an effective system for monitoring the technical condition of machines, taking into account the specifics of their operation in field conditions.

Keywords: reliability, machinery, maintenance, diagnostics, operation.

Статья поступила в редакцию 01.11.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 01.11.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.