ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Григорьева Евгения Александровича** на тему: «Разработка цифрового двойника процесса деградации моторного масла в двигателе сельскохозяйственного трактора», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Представленный к защите автореферат отражает результаты завершенного научного исследования, посвященного решению актуальной задачи совершенствования системы технического обслуживания автотракторной техники. Актуальность темы не вызывает сомнений: переход от регламентной замены смазочных материалов к обслуживанию по фактическому состоянию является магистральным направлением развития современной сервисной инженерии. Автор справедливо отмечает, что лабораторный анализ трудоемок, а экспресс-методы субъективны, что делает математическое прогнозирование остаточного ресурса наиболее перспективным путем.

Научная новизна работы заключается в комплексном подходе к моделированию процессов старения масла. Автором впервые выявлена закономерность деградации щелочного числа на основе экспоненциального закона с учетом режимов работы двигателя, утечек, угара и доливки. Предложенная аналитическая модель позволяет перейти от абстрактных лабораторных показателей к реальным эксплуатационным данным.

Особый интерес представляет разработанная имитационная модель цифрового двойника, которая интегрируется в существующие системы удаленного мониторинга без усложнения конструкции машин. Практическая значимость подтверждается высокой степенью внедрения результатов: свидетельства о государственной регистрации четырех программ для ЭВМ (№2026617913, №2026619413 и др.); патент РФ на полезную модель №243901 (устройство для определения положения рейки топливного насоса высокого давления).

Результаты расчетов убедительно доказывают эффективность предложенного подхода. Увеличение межсервисного интервала с 250 до 360–550 моточасов обеспечивает чистую годовую экономию более 90 тысяч рублей на парк из восьми тракторов со сроком окупаемости капитальных вложений всего 0,53 года. Расхождения между расчетными кривыми цифрового двойника и экспериментальными данными находятся в пределах погрешности лабораторного анализа, что подтверждает адекватность модели.

Вместе с тем, перед официальной защитой хотелось бы обратить внимание автора на ряд вопросов:

1. **Универсальность коэффициентов.** Модель опирается на набор эмпирических коэффициентов ($b_1 \ldots b_5$). Насколько стабильны эти параметры при смене производителя базового масла или пакета присадок? Требуется ли полная перекалибровка модели при переходе, например, с минерального масла G-Profi на синтетический аналог?
2. **Граничные условия.** В работе рассматривается снижение щелочного числа как главный критерий браковки. Как алгоритм учитывает критический рост вязкости или накопление продуктов неполного сгорания топлива (сажи), которые могут потребовать досрочной замены масла даже при сохранении достаточного уровня щелочности?
3. **Аппаратная реализация.** Для сбора данных используется АЦП L-CARD E14-440 и датчики нагрузки. Уточните требования к вычислительной мощности бортовых контроллеров массовых сельскохозяйственных тракторов (например, МТЗ серий 80/82) для реализации данного алгоритма в реальном времени.
4. **Внешние факторы.** Оценивалась ли чувствительность модели к экстремальным климатическим условиям (запыленность воздуха, работа в условиях низких температур), характерным для аграрных регионов России, которые также существенно влияют на скорость окисления масла?

Указанные замечания носят уточняющий характер и не снижают общей положительной оценки проведенного исследования.

В целом работа соответствует всем требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Григорьев Е.А., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1 Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Доцент кафедры агроинженерии и электроэнергетики, кандидат технических наук (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства, 2015 г.), доцент, тел.: 89537092317, PaNK-77@mail.ru

_____ Кузнецов Павел Николаевич

16.09.2026

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ) 393760, Тамбовская область, г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101
Тел.: +7 (47545) 3-88-01, info@mgau.ru

Подпись Кузнецова П.Н. заверяю
ученый секретарь диссертационного совета
35.2022.02
И.П. Кривенцов