

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 35.2.030.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ – МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА» (МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ) ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 21.04.2026 №4

О присуждении Ступину Олегу Александровичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка комбинированного метода вибродиагностирования гидравлических насосов сельскохозяйственной техники» по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки) принята к защите 20.02.2026 (протокол заседания № 4б) диссертационным советом 35.2.030.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева), Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, адрес: 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49 (приказ Минобрнауки России о создании совета № 837/нк от 12.07.2022 г.).

Соискатель Ступин Олег Александрович, 29 июля 1997 года рождения.

В 2020 году соискатель с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», присвоена квалификация инженер по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

В период с 2020 по 2023 годы Ступин Олег Александрович обучался в очной целевой аспирантуре по направлению 35.06.04 «Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве» на кафедре технического сервиса машин и оборудования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева». Диплом об окончании аспирантуры 107718 1294013, регистрационный номер 309, дата выдачи 18.07.2023, присвоена квалификация «Исследователь. Преподаватель исследователь».

Ступин Олег Александрович с октября 2020 года работает на кафедре технического сервиса машин и оборудования, с июля 2024 года по настоящее время работает в должности старшего преподавателя той же кафедры ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

Диссертация выполнена на кафедре технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

Научный руководитель – доктор технических наук (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), Апатенко Алексей Сергеевич, профессор, заведующий кафедрой технического сервиса машин и оборудования ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева

Официальные оппоненты:

1. **Варнаков Дмитрий Валерьевич**, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), доцент, профессор кафедры «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»;

2. **Петрищев Николай Алексеевич**, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), ведущий научный сотрудник отдела «Диагностика, техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ».

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского», г. Балашиха, в своем положительном отзыве, подписанном Сивцовым Валерием Николаевичем, кандидатом технических наук (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), доцентом, и.о. заведующего кафедрой «Технологического развития систем жизнеобеспечения сельских территорий», Гаджиевым Парвизом Имран-оглы, доктором технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), профессором, профессором кафедры «Технологического развития систем жизнеобеспечения сельских территорий», утвержденном Тихоновым Андреем Ивановичем, проректором по стратегическому развитию, указала что диссертационная работа Ступина О. А. является самостоятельно выполненной научно квалификационной работой, в которой изложено новое научно обоснованное техническое решение, имеющее практическое значение для развития агропромышленного комплекса Российской Федерации, полностью отражает содержание работы и позволяет сделать выводы об объеме научных исследований и полученных результатах.

Соискатель имеет 40 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 17 работ (1,31 п.л., авторского вклада 1,1275 п.л. или 86,06 %), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы (2,25 п.л., авторского вклада 1,81 п.л. или 80,04 %).

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Ступин, О. А. Методика вибрационной диагностики гидравлической системы технологических машин при выполнении сельскохозяйственных работ на примере шестеренного насоса НШ-32А / О. А. Ступин, А. В. Шитикова, А. С. Апатенко // *Агроинженерия*. – 2025. – Т. 27, № 6. – С. 35-44. – DOI 10.26897/2687-1149-2025-6-35-44.

2. Ступин, О. А. Модульный принцип составления технологических карт для повышения качества ремонта спецтехники / Н. С. Севрюгина, А. Ю. Фомин, О. А. Ступин // *Ремонт. Восстановление. Модернизация*. – 2025. – № 11. – С. 27-34. – DOI 10.31044/1684-2561-2025-0-11-27-34.

3. Ступин, О. А. Вибродиагностика как современный метод контроля и диагностирования гидроприводов технологических машин / О. А. Ступин, С. И. Некрасов, Р. Г. Кучинский // *Международный технико-экономический журнал*. – 2022. – № 5-6. – С. 75-86. – DOI 10.34286/1995-4646-2022-86-5/6-76-87.

4. Ступин, О. А. Информационный банк параметрических данных для контроля ресурсного нагружения элементов технических систем технологических машин / А. С. Апатенко, Н. С. Севрюгина, А. В. Миронов, О. А. Ступин // *Ремонт. Восстановление. Модернизация*. – 2021. – № 7. – С. 24-29. – DOI 10.31044/1684-2561-2021-0-7-24-29.

Недостовверных сведений об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, и заимствованных материалов или отдельных результатов без указания источника установлено не было.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов.

Отзывы прислали:

Быков Владимир Васильевич, доктор технических наук (05.21.01 – Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства), профессор, профессор кафедры ЛТ-4 Технологии и оборудование лесопромышленного производства и **Голубев Михаил Иванович**, кандидат технических наук (05.21.01 – Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства), доцент, доцент кафедры ЛТ-4 технологии и оборудование лесопромышленного производства, Мытищинский филиал ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Отзыв положительный, содержит 2 замечания уточняющего характера.

Гольдяпин Владимир Яковлевич, кандидат технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), заведующий отделом научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК ФГБНУ «Росинформагротех». Отзыв положительный, содержит 3 замечания уточняющего характера.

Коломейченко Александр Викторович, доктор технических наук (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), профессор, главный специалист Управления перспективных технологий сельскохозяйственного машиностроения Центра сельскохозяйственного машиностроения ФГУП «НАМИ». Отзыв положительный, содержит 2 замечания уточняющего характера.

Конев Виталий Валерьевич, кандидат технических наук (05.05.04 – Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины), доцент, доцент кафедры «Транспортные и технологические системы» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет». Отзыв положительный, содержит 2 замечания уточняющего характера.

Михеев Александр Васильевич, кандидат технических наук (06.01.02 – Сельскохозяйственная мелиорация), доцент кафедры «Автомобили и транспортно-технологические комплексы» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова». Отзыв положительный, содержит 4 замечания уточняющего характера.

Русинов Алексей Владимирович, кандидат технических наук (05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), доцент, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность и транспортно-технологические машины» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова». Отзыв положительный, содержит 3 замечания уточняющего характера.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией и компетентностью в данной отрасли, большим объемом результатов научных исследований и рядом публикаций по тематике диссертационной работы:

http://diss.timacad.ru/catalog/disser/kd/stupin/sv_opponent.pdf;

http://diss.timacad.ru/catalog/disser/kd/stupin/sv_ved_org.pdf.

Варнаков Дмитрий Валерьевич, доктор технических наук (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), доцент, профессор кафедры «Техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет».

Направления научной работы Варнакова Д. В.:

- совершенствование способов передачи данных при непрерывной диагностике агрегатов автотранспортных средств;
- системы дистанционного мониторинга агрегатов автотранспортных средств;
- оценка надежности систем непрерывного мониторинга;
- прогнозирование остаточного ресурса технических систем по диагностическим параметрам.

Петрищев Николай Алексеевич, кандидат технических наук (05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве), ведущий научный сотрудник отдела «Диагностика, техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ».

Направления научной работы Петрищева Н. А.:

- разработка и совершенствование цифровых устройств и технологий мониторинга технического состояния тракторов;
- применение искусственного интеллекта и нейронных сетей в управлении техническим состоянием сельскохозяйственной техники;
- системы дистанционного мониторинга агрегатов тракторов.

Направления научной работы **ведущей организации** – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского»:

- совершенствование систем технического обслуживания и ремонта машин и оборудования в сельском хозяйстве;
- оценка влияния технической оснащенности и обеспеченности ремонтно-технических воздействий при эксплуатации сельскохозяйственных машин.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан и внедрен комбинированный метод вибродиагностирования гидравлических насосов сельскохозяйственной техники, базирующийся на применении фильтра Баттерворта 4-го порядка, Z-score нормализации сигнала и расчете спектральной плотности мощности методом Уэлча, алгоритма J48 для отбора диагностических признаков и нечеткого логического вывода для формирования заключения, также разработан программный комплекс VibraPump Analyzer, реализующий комбинированный метод вибродиагностирования.

получена математическая зависимость комбинированного индекса дефектности от ключевых диагностических параметров, который позволяет комплексно оценивать техническое состояние гидравлического насоса.

определены диагностические пороги контроля технического состояния гидравлических насосов НШ-32А: для СКЗ вибрации – 2,8 мм/с (граница нормы) и >4,5 мм/с (критическое состояние); порог энергии боковых полос – 0,025; высокочастотной энергии – 0,015; эксцесса – 0,3; уровня второй гармоники – 0,020.

проведена оценка экономического эффекта от внедрения разработанного комбинированного метода вибродиагностирования гидравлических насосов сельскохозяйственной техники в условиях СПК «Стрелецкий» Тульской области: экономический эффект на один трактор МТЗ-82.1 с наработкой 1500 мото-часов составил 237,9 тыс. рублей (за счет сокращения затрат на ремонт на 27,9 тыс. руб. и минимизации времени простоя на 60 часов, что эквивалентно 210 тыс. руб.).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что предложена и обоснована модель классификации технического состояния гидронасосов в условиях высокого уровня шума, доказывающая неэффективность применения классического быстрого преобразования Фурье (БПФ) для нестационарных процессов и обосновывающая переход к оценке СПМ и расчету площади под частотной диаграммой.

установлена взаимосвязь между ростом энергии в боковых полосах спектра и износом зубьев шестерен, физически обусловленная эффектом амплитудной модуляции вибросигнала.

показаны преимущества комплексного анализа вибросигналов с доказанной общей точностью диагностирования 90,0 %.

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов)

использован комплекс современных методов математического моделирования и цифровой обработки сигналов (с применением библиотек SciPy, NumPy языка программирования Python), обеспечивший достоверное выделение полезного диагностического сигнала на фоне интенсивных шумов трактора МТЗ-82.1;

применены методы нечеткого логического вывода (аппарат нечетких множеств с использованием трапециевидных функций принадлежности) для формирования базы правил классификации технического состояния гидравлических насосов на примере НШ-32А;

описаны физико-математические взаимосвязи между структурными параметрами дефектов шестеренного насоса (износ зубчатого зацепления, подшипниковых узлов) и динамикой изменения энергетических характеристик вибросигнала;

разработана архитектура комбинированного метода вибродиагностирования, последовательно включающая предварительную Z-нормализацию сигнала, цифровую фильтрацию с применением фильтра Баттерворта 4-го порядка и расчет комбинированного индекса дефектности;

получены количественные параметры для оценки состояния гидравлического насоса НШ-32А путем автоматизированного отбора наиболее информативных признаков (алгоритм J48), что позволило обосновать диагностические пороги возникновения определенных дефектов в соответствии с требованиями ГОСТ ISO 20816;

применён метод оценки спектральной плотности мощности (СПМ) по алгоритму Уэлча для сглаживания периодограмм, что позволило подавить высокую дисперсию спектральных оценок нестационарных процессов и реализовать адаптацию системы к переменным режимам работы шестеренных гидравлических насосов (1000...2000 об/мин).

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработан и апробирован: метод вибродиагностирования гидравлических насосов, основанный на использовании анализа спектральной плотности мощности вибросигнала для помехоустойчивого выделения признаков, алгоритма деревьев решений J48 для автоматизированного отбора информативных диагностических параметров и генерации логических правил, и нечёткого логического вывода для интерпретируемой классификации технических состояний, обеспечивающий достоверное распознавание дефектов (износ шестерен, подшипников) в условиях нестационарных режимов работы шестеренных насосов.

разработан и апробирован: программный комплекс «VibraPump Analyzer» для автоматизированного вибродиагностирования шестеренных насосов, реализующий разработанный комбинированный метод и

обеспечивающий обработку сигналов – от первичного сбора данных до формирования диагностического заключения с оценкой вероятности дефектов шестеренных гидравлических насосов, интегрируемый в действующие процессы эксплуатации сельскохозяйственной техники. Внедрение разработанного комбинированного метода вибродиагностирования и программного комплекса в СПК «Стрелецкий» подтвердило их эффективность, при этом время на устранение последствий отказов гидравлических насосов сократилось на 15...45 %, а потери на ожидание их устранения на 30...70 %.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ использовалась база УНПЦ садоводства и овощеводства имени В. И. Эдельштейна ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, а также сертифицированное виброизмерительное оборудование (пьезоэлектрический акселерометр Metrix SA6200A, анализаторы вибросигналов X-Viber и SpectraPro-4); планирование испытаний выполнено с охватом различных скоростных режимов работы (1000, 1500 и 2000 об/мин) гидронасоса НШ-32А трактора МТЗ-82.1 в четырех технических состояниях с последующим подтверждением статистической значимости результатов. На основе статистического анализа достигнута точность классификации: исправное состояние – 98 %, износ зубьев шестерен – 92 %, износ подшипников – 90 %, комбинированные дефекты – 88 %. Средняя точность диагностирования дефектов составляет 90,0 %. Погрешность оценки диагностических параметров определена сопоставлением с результатами измерений анализатором SpectraPro-4 и не превысила: СКЗ – 2,3 %, пик-фактор – 3,1 %, эксцесс – 3,5 %, энергия СПМ – 4,7 %, что соответствует требованиям ГОСТ ISO 20816.

реализована проверка полученных закономерностей методами математической статистики (коэффициенты детерминации аппроксимации R^2 составили 0,89...0,92);

теория опирается на фундаментальные положения вибродиагностики технических систем, методы спектрального анализа вибросигнала, требования ГОСТ ISO 20816, а также на анализ отечественных и зарубежных публикаций по контролю состояния элементов гидравлических систем;

идея базируется на физической закономерности, согласно которой изменение геометрических размеров деталей гидравлического насоса вызывает амплитудную модуляцию вибрационного сигнала (в частности, на частоте зацепления), что позволяет использовать расчет спектральной плотности мощности (СПМ) в комбинации с алгоритмом деревьев решений J48 и нечетким выводом для достоверного распознавания дефектов гидравлических насосов на ранней стадии;

разработан программный комплекс для автоматизированного расчета спектральной плотности мощности и идентификации дефектов, обеспечивающий общую точность распознавания дефектов шестеренных насосов на уровне 90,0 %.

Личный вклад соискателя состоит в: непосредственном участии на всех этапах теоретических и экспериментальных исследований,

формировании задач исследования, получении и обработке данных, получении математической зависимости, составлении рекомендаций по внедрению разработанного комбинированного метода вибродиагностирования гидравлических насосов и программного комплекса, анализе и подготовке публикаций по диссертационной работе, выступлении на научных конференциях (семинарах), написании диссертационной работы.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний.

Соискатель Ступин О. А., ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 21 апреля 2026 года диссертационный совет принял решение за разработку и апробацию комбинированного метода вибродиагностирования, основанного на анализе статистических характеристик и спектральной плотности мощности вибросигнала, отбора диагностических признаков алгоритмом J48, формирования диагностического заключения на основе системы нечеткого вывода, и программного комплекса, реализующего разработанный метод, присудить Ступину О. А. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета 35.2.030.03,
д.т.н., профессор, академик РАН



Дидманидзе
Отари Назирович

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.030.03,
к.т.н., доцент

Пуляев
Николай Николаевич

21.04.2026