

Сведения о результатах публичной защиты

Ф.И.О. соискателя: Ус Семён Сергеевич

Диссертация на тему: «Обоснование и разработка цифрового инклинометрического комплекса для безразборной диагностики автотракторной техники»

Решение диссертационного совета 35.2.013.03,

созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет» от 24.06.2026 г. протокол № 6.

СЛУШАЛИ: защиту диссертации С.С. Ус на тему «Обоснование и разработка цифрового инклинометрического комплекса для безразборной диагностики автотракторной техники», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Работа выполнена на кафедре «Транспортно-энергетические средства и механизация АПК» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

Научный руководитель – Кузнецов Евгений Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет».

Официальные оппоненты:

1. Неговора Андрей Владимирович, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», заведующий кафедрой мобильных энергетических и транспортных средств.
2. Лимаренко Николай Владимирович, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», профессор кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия».

Оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет».

Отзыв на диссертацию ведущей организации положительный.

Из 17 членов диссертационного совета, присутствовали на заседании- 15 человек, из них докторов наук по специальности 4.3.1. – 14 человек.

РЕШИЛИ: присудить **Ус Семёну Сергеевичу** ученую степень **кандидата технических наук** по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 14 докторов наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Фамилии и инициалы членов диссертационного совета, присутствовавших на заседании при защите диссертации:

д-р техн. наук, профессор Щитов С.В., д-р техн. наук, доцент Бурмага А.В., канд. техн. наук, доцент Панова Е.В., д-р техн. наук, профессор Бумбар И.В., д-р техн. наук, доцент Воякин С.Н., д-р техн. наук, профессор Друзьянова В.П., д-р техн. наук, профессор Евдокимов В.Г., д-р с-х. наук, профессор Епифанцев В.В., д-р техн. наук, профессор Присяжная С.П., д-р техн. наук, профессор Кузнецов Е.Е., д-р техн. наук, профессор Курков Ю.Б., д-р техн. наук, профессор Раднаев Д.Н., д-р техн. наук, профессор Самуйло В.В., д-р техн. наук, профессор Шишлов С.А., д-р техн. наук Школьников П.Н.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 35.2.013.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24.06.2026 года № 6

О присуждении Ус Семёну Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Обоснование и разработка цифрового инклинометрического комплекса для безразборной диагностики автотракторной техники» по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса принята к защите 15 апреля 2026 года (протокол заседания № 4) диссертационным советом 35.2.013.03, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет» (ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ»), Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, 675005, Амурская область, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86, приказ № 1083/нк от 22 мая 2023 года.

Соискатель Ус Семён Сергеевич 15 июня 1999 года рождения, в 2022 году окончил магистратуру ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ», направление подготовки 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», выдан диплом с отличием.

В период подготовки диссертации соискатель окончил очную аспирантуру ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ» по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, в 2025 году.

Работает ассистентом кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК в ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ».

Диссертация выполнена на кафедре транспортно-энергетических средств и механизации АПК ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ», Министерство сельского хозяйства Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Кузнецов Евгений Евгеньевич, ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ», факультет механизации сельского хозяйства, профессор кафедры эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов.

Официальные оппоненты:

1. Неговора Андрей Владимирович, доктор технических наук (05.04.02), профессор, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», кафедра мобильных энергетических и транспортных средств, заведующий;

2. Лимаренко Николай Владимирович, доктор технических наук (05.20.01), доцент, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», кафедра приборостроение и биомедицинская инженерия, профессор

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», г. Якутск, в своём положительном отзыве, подписанном Дондоковым Юрием Жигмитовичем, доцентом, кандидатом технических наук, заведующим кафедрой «Технологических систем АПК», указала, что диссертация является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, имеет научное и практическое значение в области механизации сельского хозяйства для развития соответствующей отрасли технических знаний, направлена на повышение качества и оперативности безразборного диагностирования систем и агрегатов автотракторной техники, снижение сроков ремонтного и профилактического обслуживания, уменьшение простоев техники, улучшение её производительности, а также продление сроков безотказной эксплуатации как энергетических средств, так и сельскохозяйственных машин без значительных капиталовложений.

Совокупность научных результатов в диссертационной работе следует классифицировать как научно-обоснованные методологические, технологические и технические решения по повышению эффективности профилактической системы технического обслуживания и ремонта при использовании автотракторной техники в агропромышленном комплексе, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие экономики и машиностроения сельскохозяйственной отрасли страны.

Диссертационная работа «Обоснование и разработка цифрового инклинометрического комплекса для безразборной диагностики автотракторной техники» соответствует требованиям п. 9 – 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор Ус Семён Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Соискатель имеет 70 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 32 работы, из них 1 статья в издании, индексируемом в международной цитатно-аналитической базе данных Scopus, 4 статьи в рецензируемых научных изданиях.

Работы посвящены исследованиям по обоснованию и разработке цифрового инклинометрического комплекса для безразборной диагностики автотракторной техники.

Общий объем научных работ составляет 12,43 п.л., из них авторский вклад - 78%. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени научных работах.

Наиболее значимые научные работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях:

1. Investigation of the motion parameters of technological complexes using a quaternion data fixation apparatus / S. Us, E. Kuznetsov [et al.] // E3S Web of Conferences : International Scientific Siberian Transport Forum - TransSiberia 2023, Novosibirsk, Russia, 16–19 мая 2023 года. Vol. 402. – Novosibirsk, Russia: EDP Sciences, 2023. – P. 03002. DOI 10.1051/e3sconf/202340203002. EDN MKOHKD.

2. Ус, С. С. Применение современных цифровых приборов для фиксации параметров движения сельскохозяйственных агрегатов / С. С. Ус, Е. Е. Кузнецов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 8. – С. 147-154. DOI 10.28983/asj.y2023i8pp147-154. EDN ZBRLHT.

3. Ус, С. С. Исследование параметров движения колёсных сельскохозяйственных агрегатов применением кватернионного аппарата фиксации данных / С. С. Ус, Е. Е. Кузнецов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2024. – № 1(105). – С. 142-148. EDN PZXIRY.

4. Ус, С. С. Расчёт основных показателей проведения технического обслуживания при внедрении цифрового комплекса безразборной инклинометрической диагностики / С. С. Ус, Е. Е. Кузнецов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2026. – № 217. – С. 465-476. DOI 10.21515/1990-4665-217-040. EDN SDRIPB.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Из ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный аграрный университет имени В.Н. Полецкого», подписанный доцентом кафедры «Агроинженерии», кандидатом технических наук, доцентом Бережновым Николаем Николаевичем. Замечания: 1. Автор называет комплекс «инклинометрическим», однако при диагностике опор двигателя основной упор делается на измерение угловых ускорений и вибрационных характеристик. Насколько правомерно, в данном случае, использование термина «инклинометрия» (традиционно, связанного с измерением углов наклона) для оценки динамических процессов, где превалирует вибрационная составляющая? 2. Для реализации комплекса выбран датчик WT901DCL-BTL5.0. Учитывая, что это MEMS-устройство потребительского/промышленного сегмента, в работе следовало бы более

детально представить результаты его метрологической аттестации в условиях реальных температурных и вибрационных помех работающего трактора. В автореферате упоминается использование фильтра Калмана (с. 13), однако не приводятся данные о том, как именно настраивались коэффициенты ковариации для отсека шумов двигателя от полезного сигнала. 3. Значительный объем раздела теоретических исследований (с. 8-10) посвящён операциям побитового сдвига и преобразования старших/младших байтов в десятичные значения. С точки зрения технической эстетики – это важный этап программирования на Python, но с позиции научной новизны данные формулы являются стандартными алгоритмами обработки данных из документации к любому цифровому датчику. Автору следовало бы сделать акцент на математической модели взаимодействия «двигатель-опора-рама», а не на механике извлечения данных из регистров. 4. Несмотря на высокую сходимость полученных результатов, для уровня кандидатской диссертации экспериментальная выборка из трёх тракторов (с. 13) является достаточно ограниченной, особенно с учётом влияния вариативности технического состояния смежных узлов (трансмиссии, навесного оборудования и т.д.) на общую вибрационную картину. Учитывался ли фактор наработки (в мото-часах) при формировании эталонных показателей? 5. Автор вводит коэффициенты $K_{\text{хас}}$, $K_{\text{уас}}$ и $K_{\text{зас}}$ представляющие собой отношение амплитуд экспериментального и сравнительного объектов (с. 10). Однако из текста автореферата не совсем ясно, почему выбран именно линейный коэффициент, поскольку вибрационные процессы в ДВС часто носят нелинейный характер и зависят от частотного спектра. 6. Расчёт экономии на одну операцию диагностирования основан на сравнении со «стандартным методом диагностики в ремонтной мастерской» (с. 21). Не до конца понятно, что именно включено в эти «базовые» затраты – только ГСМ на перегон техники или также учитывается амортизация диагностических стендов? Если же трактор всё равно заходит в бокс на проведение планового ТО, то полученный экономический эффект может оказаться меньше заявленного.

Из ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет инженерии и биотехнологий» подписанный заведующим кафедрой «Эксплуатации машинно-тракторного парка», доктором технических наук, доцентом Долгушиным Алексеем Александровичем. Замечания: 1. В автореферате недостаточно полно раскрыты метрологические характеристики разработанного комплекса (класс точности, суммарная погрешность измерения углового ускорения в эксплуатационных условиях), что затрудняет объективную оценку его конкурентоспособности по отношению к серийным вибродиагностическим приборам. 2. На стр. 17–18 автореферата приведены диапазоны коэффициентов амплитудного соответствия $K_{\text{хас}}$, $K_{\text{уас}}$, $K_{\text{зас}}$. Целесообразно было бы дополнительно указать, каким абсолютным значениям углового ускорения (в м/с^2) соответствуют данные границы для наиболее распространённых моделей двигателей. 3. Из текста автореферата не ясно, проводился ли автором анализ статистических данных о распространённости и характере неисправностей опор

двигателей реального парка сельскохозяйственной техники (доля отказов, частота замен, экономические потери хозяйств и т.п.)?

Из ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» подписанный ведущим научным сотрудником лаборатории агроинженерных систем, кандидатом технических наук Михальцовым Евгением Михайловичем. Замечания: 1. Рисунки 5, 6, 7 и 8 носят малоинформативный характер, поскольку для текста на них использованы очень мелкие шрифты. 2. Из текста автореферата не понятно, какие показатели состояния опор двигателя являлись эталонными? 3. В процессе эксплуатации двигателя внутреннего сгорания возникают и накапливаются износы деталей, сопровождающиеся изменениями его нагрузочных и вибрационных характеристик. Учитывают ли разработанные прибор, способ и методики влияние этих изменений на диагностируемые параметры опор?

Из ФГБНУ Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт сои» подписанный главным научным сотрудником, доктором технических наук, член-корреспондент РАН Панасюк Александром Николаевичем. Замечания: 1. Раздел 2.1 содержит описание различных приборно - диагностических комплексов, его место в первой главе. 2. Раздел 2.2 представлен простыми преобразованиями по одному и тому - же алгоритму, которые не несут в себе теоретической новизны. 3. После преобразований (раздел 2.2) соискатель делает вывод: «Таким образом, предложенные формулы могут быть использованы для обоснования преобразования и нормализации данных инклинометра-акселерометра при дальнейшем программировании в среде «Python». Почему нельзя использовать для этого базовые настройки и базовое программное обеспечение с учётом полученных преобразований? 4. Соискатель утверждает, что им, (допускаем совместно с руководителем), определён комплекс факторов, оказывающих влияние на производительность предлагаемого измерительного комплекса. В число этих факторов входит стоимость комплекса. Хотелось бы услышать аргументацию этого утверждения: каким образом стоимостные показатели влияют на производительность? 5. Далее, там-же называются факторы: «количество проверенных единиц в смену» и «количество проверенных единиц в час». Но это и есть производительность. Тогда, как и на какую производительность влияют эти факторы? 6. В автореферате приведены формулы расчёта сменной, (формула 28), и часовой, (формула 29), производительностей комплекса. После простейшей подстановки размерностей получаем, что сменная и часовая производительности у соискателя измеряется в рублях, делённых на час. Если это так, то что, все-таки, соискатель понимает под производительностью комплекса? 7. На стр. 12 соискатель утверждает, что определение степени влияния выделенных факторов проведено по методике Е.С. Кузнецова (по-видимому, научного руководителя соискателя). Чем отличается эта авторская методика от общепринятой методики априорного ранжирования факторов? По крайней мере, в тексте диссертационной работы эти отличия не приводятся. 8. Раздел 2.5. диссертационной работы содержит текст с описанием порядка изготовления корпусов для датчиков на 3D-принтере. Какое

отношение этот раздел имеет к научной работе и к теоретическим исследованиям в частности? 9. По тексту автореферата неоднократно утверждается, что базовое (оригинальное) программное обеспечение датчиков, (стр. 12, стр. 13, стр. 14), невозможно использовать в разрабатываемом измерительном комплексе. В чем кроется причина? Как выполнялась «перепрошивка» датчиков? 10. На стр. 12 (5 абзац) соискатель утверждает о необходимости совмещения получаемых данных от датчиков (инклинометров-акселерометров) при помощи авторского программного обеспечения. Однако на стр.16 приводится пример замера углового ускорения отдельно для трёх датчиков по трём осям (три канала). В чем заключается эффект совмещения авторской программы? 11. На рис.10-12 приведены теоретические, (кроме эмпирических), кривые изменения коэффициентов амплитудного соответствия по осям X;Y;Z. Как расчётным, (то - есть, теоретическим), путём получены эти кривые и почему их формулы приведены в виде полиномиальной регрессионной модели? Что собой представляет коридор адекватности, который, по словам соискателя, подтверждает теоретические исследования и как его отследить на рисунках? 12. Для тех - же рисунков: чем обоснован оптимальный диапазон оборотов двигателя от 800 до 1800об/мин.? Какого-то резкого изменения тренда кривых, например, в диапазоне 1800-2000об/мин. не наблюдается. 13. На рис. 13-15 представлены поверхности отклика углового ускорения на изменение оборотов двигателя и времени (видимо, времени замера сигнала датчика) и сделан вывод: «Таким образом, получены визуальные отображения оптимальных оборотов двигателя (то - есть, откликом становится фактор обороты двигателя) в зависимости от времени. Но как по этим «отображениям» можно судить об оптимальных оборотах? В чем заключается информативность этих поверхностей на рисунках? 14. Насколько возможна и трудоёмка установка датчиков на двигатель без предварительных подготовительных работ, или, все-таки, проводятся определённые монтажные работы? Как крепятся датчики и защитные корпуса на двигатель, что обеспечивает надёжность крепления и надёжность контакта датчика с двигателем? 15. Для понимания авторского вклада в программное обеспечение в автореферате и в тексте диссертации следовало привести алгоритм работы программы и/или её псевдокод с указанием отличий от базовой программы.

Из ФГБУН «Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук, Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» подписанный ведущим научным сотрудником лаборатории технического сервиса МТП, кандидатом технических наук, доцентом Иванниковым Алексеем Борисовичем. Замечания: 1. Цель исследования фактически дублирует название темы. 2. Первая задача исследования и первый вывод заключения абсолютно идентичны, хотя заключение должно отражать суть проделанной автором работы и не носить голословный характер. Вторая и третья задача также дублируются, за небольшим исключением, во втором и третьем выводе заключения. 3. Из описания третьей главы не ясно, что в себя включала программа экспериментальных

исследований, какие методики применялись при планировании экспериментов и как автор обрабатывал полученные данные. 4. Не ясно какую смысловую нагрузку в рамках автореферата несут рисунки 6 (стр. 15) и 8 (стр. 16), комментариев автора нет. 5. При описании результатов исследования в четвёртой главе (стр. 18), автор указывает что определены основные факторы влияющие на критерий оптимизации изучаемого процесса, однако, что подразумевается под этим критерием не совсем ясно. 6. Рисунки 13 (стр. 18), 14 и 15 (стр. 19) отражающие поверхности отклика ни как автором не комментируются и соответственно, не совсем понятно какую смысловую нагрузку они несут и зачем их разместили в автореферате.

Из ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» подписанный доцентом кафедры «Транспортно-технологических машин и основ конструирования», кандидатом технических наук, доцентом Алёхиным Алексеем Викторовичем. Замечания: 1. В автореферате желательно представить матрицу планирования многофакторного эксперимента, с уровнями варьирования представленных факторов.

Из ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», подписанный доцентом кафедры «Автомобили, тракторы и технический сервис», кандидатом технических наук, доцентом Перцевым Сергеем Николаевичем и доцентом кафедры «Автомобили, тракторы и технический сервис», кандидатом технических наук, доцентом Муравьевым Константином Евгеньевичем. Замечания: 1. Рекомендуются расширить и углубить обзор современных зарубежных решений и стандартов в области инклинометрии и диагностики техники для более полного обоснования инновационности предложенного подхода. 2. Стоит подробнее описать условия и протоколы полевых испытаний: число образцов техники, режимы работы, длительность испытаний, климатические и вибрационные воздействия - это усилит доверие к результатам. 3. Необходимо ещё указать погрешности измерений, метрологическую оценку и процедуру калибровки.

Все отзывы положительные, в них отмечается актуальность, научная новизна, высокий уровень апробации, соответствие требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, содержатся рекомендации о присуждении Ус С.С. ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается направлениями их исследований, компетентностью в технической отрасли науки и имеющимися публикациями по теме исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана новая научная идея и экспериментальная методика, обогащающая научную концепцию диагностирования автотракторной

техники, которая позволяет с наименьшими материальными затратами осуществить безразборную мобильную диагностику, даёт возможность рационального планирования процессов технического обслуживания и ремонта, своевременного заказа подлежащих ремонту или замене деталей, без отрыва техники от выполнения производственных задач, что повысит эффективность и оптимизирует ресурсообеспеченность сельскохозяйственного производства региона,

предложена оригинальная научная гипотеза, заключающаяся в том, что современные высокоточные цифровые приборы, обладающие расширенным диапазоном измеряемых показателей, могут быть использованы для позиционирования исследуемого объекта в пространстве, измерения колебательных величин и показателей физических полей в движении, в целях фиксации измеряемых параметров и получения исчерпывающих сведений о техническом состоянии,

доказана перспективность использования разработанных соискателем новых идей в науке и практике, при диагностировании автотракторной техники,

введены новые понятия и термины (коэффициент амплитудного соответствия K_{ac} ; производительность трактора за цикл использования $\omega_{трсэ}$), направленные на обоснование процессов, связанных с рабочими показателями автотракторной техники, диагностируемых и выявляемых при помощи предложенного цифрового инклинометрического комплекса для безразборной диагностики.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны теоретические положения и методики, вносящие весомый вклад в развитие научных представлений об изучаемых процессах, позволяющие расширить границы применимости полученных результатов на совокупные агропромышленному комплексу сферы производства,

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных методов исследования, методы машинного анализа в программных средах виртуального моделирования технических систем, стандартные и частные методики при проведении исследований с применением факторного планирования и обработки данных способами математической статистики,

изложены аргументы, обосновывающие необходимость применения предложенного диагностического комплекса при использовании плановой системы технического обслуживания и ремонта автотракторной техники, и необходимые доказательства влияния его применения на технический ресурс исследуемого объекта, эксплуатационные коэффициенты и показатели трудоёмкости проведения технического обслуживания,

раскрыты существенные проявления теории взаимодействия системы технического обслуживания на предприятии с необходимым оснащением современным приборным диагностическим оборудованием, обеспечивающим безразборное диагностирование автотракторной техники,

изучены причинно-следственные связи, позволяющие сформировать новый диагностический приборный комплекс, рассчитать его основные технологические параметры, показатели эффективности и направления применения в сельскохозяйственном машиностроении,

проведена модернизация технического обеспечения и существующих алгоритмов расчёта показателей, фиксируемых и обрабатываемых предложенным комплексом, для чего осуществлена нормализация измеряемых показателей и преобразование математических данных, что позволило получить новые результаты по теме диссертации.

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

разработаны и внедрены в производство на сельскохозяйственных предприятиях в Амурской области новые технологии и технические средства безразборного диагностирования, способствующие более эффективной эксплуатации автотракторной техники,

определены перспективы и направления практического использования предложенной теории для автотракторной техники в процессе её диагностирования,

создана система практических рекомендаций для применения полученных программных продуктов и конструктивных схем предлагаемых технических решений для диагностирования автотракторной техники в отраслях сельскохозяйственного производства,

представлены предложения по дальнейшему совершенствованию и расширению сферы применения предложенного комплекса для диагностирования сложных объектов, конструкций, систем и агрегатов автомобилей (тракторов), сельскохозяйственных машин (орудий), что предполагает масштабное внедрение исследуемых диагностических датчиков, разработку новых способов диагностирования и испытаний при помощи предложенного комплекса, минимизацию сроков оперативного воздействия и принятия решений, оптимизацию рабочих параметров считывающе-расчётных машин и масштабное применение авторской программной оболочки для использования в мобильных коммуникационных устройствах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследований в различных условиях эксплуатации при фиксации параметров диагностируемого объекта предлагаемым цифровым инклинометрическим комплексом безразборной диагностики (ЦИКБД), подтверждённая высокой степенью сходимости теоретических расчётов и экспериментальных данных,

теория построена на известных проверенных положениях механики, эксплуатационно-формульного аппарата, использовании метода парных сравнений, системы взвешенных критериев, анализа SWOT, алгоритмики Байеса, математического моделирования, линейного программирования и

вариационного исчисления, которые согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации,

идея базируется на анализе практики и обобщении передового опыта исследований, направленных на снижение материальных затрат, повышения качества и уменьшении времени при диагностировании автотракторной техники,

использованы сравнения полученных автором результатов и данных, определённых ранее авторами по исследуемой проблеме повышения эффективности безразборного диагностирования автотракторной техники,

установлено совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике, при качественном отличии используемых при исследовании технических средств,

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации с применением прикладных стандартных и специализированных программ, математический аппарат линейного программирования и вариационного исчисления, процесс создания и модификации компьютерных программ, трёхмерное моделирование и алгоритмическое проектирование.

Личный вклад соискателя состоит в:

разработке научной гипотезы исследования, формулировании его структуры, целевых ориентиров и постановке задач, проведении обзора и анализа научных работ по раскрываемой тематике, определении конструктивных и технологических требований к разрабатываемому комплексу для безразборной диагностики автотракторной техники, осуществлении программной компиляции машинных средств, проведении патентного поиска в рассматриваемом уровне техники, формировании новых технических и программных решений, отвечающих методологическим требованиям, послужившим основой диссертационной работы, получении ряда охранных документов на объекты интеллектуальной собственности, проведении теоретического аргументирования, разработке, сборке и экспериментальной проверке характеристик нового диагностического комплекса ЦИКБД, опытным внедрении, математической обработке и интерпретации полученных результатов, подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: В отношении каких ходовых аппаратов: гусеницы, колесо, пневмогусеницы, полугусеницы и т. д. исследовалось влияние колебательных процессов? Что такое джоуль? Как был обоснован выбор узла трактора, который необходимо диагностировать? Почему выбор пал именно на опору двигателя? Возможно ли с помощью вашего цифрового комплекса продиагностировать работу двигателя? В автореферате есть таблица, где виброметры вы оцениваете и в том числе по стоимости. И причём стоимость там разнится от 516 000 у одного, да, до 12700 у другого. Разве можно такие вот приборы сравнивать? Ну, надо понимать, что за 12 700 вы будете иметь

возможность и точность этого прибора соответствующую. Существует ли какая-то статистика или, может, вы располагаете данными, насколько часто приходится менять подушки? В частности, на этих тракторах, как часто производитель рекомендует. Сравнивали ли вы работу неисправных подушек и новых своим комплексом, чтобы увидеть, как меняются показания диагностируемого комплекса? Диагностика подушек, на ваш взгляд как она проходит в стандартных условиях, когда трактор поступает на тех. осмотр. В чём заключается диагностика подушек? При составлении автореферата, формулируем практическую, теоретическую значимость работы, у вас я этого не увидел, могли бы вы сформулировать пожалуйста? При формулировании научной новизны употребляют слово «отличающиеся», чем ваш диагностический комплекс отличается от существующих? Вы сказали, что готовые датчики использовали, правильно да? Почему их 5, а не 2, не 3 не 10, почему именно 5. Скажите пожалуйста, куда выводится информация с датчиков? Поясните пожалуйста на сколько улучшены показатели изъятия данных замеряемых показателей? Уточните пожалуйста, а точность вы с чем сравнивали со сколькими имеющимися аналогами, точность на сколько повышается? Скажите пожалуйста каким образом вы фиксировали свои датчики к опорам? Вы говорили, что использовали датчики при выполнении боронования, там определённого рода есть пыль, пыль как-то влияет на ваши датчики или нет? Вы говорите про двухсторонний скотч, пыль попадая на двухсторонний скотч она уже не даёт склеиваться, то есть они тоже уже могут вибрировать на стяжках? Как вы думаете дальнейшее развитие, можно ли вашим комплексом измерять и диагностировать состояние цилиндро-поршневой группы или кривошипно-шатунного механизма безразборно, потому что подушки безразборно их не надо разбирать их состояние увидеть можно. Можно ли вашим комплексом измерять и диагностировать состояние цилиндро-поршневой группы или кривошипно-шатунного механизма безразборно, потому что подушки безразборно их не надо разбирать их состояние увидеть можно? Как может быть использован ваш цифровой инклинометрический комплекс специалистами инженерной службы сельхозпредприятий? Где ещё может использоваться ваш диагностический комплекс, можно ли использовать его на сельхоз орудиях где имеются угловые ускорения в приводе? Возьмём к примеру комбайн, где и какой узел можно продиагностировать?

Соискатель Ус Семён Сергеевич полностью ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с рядом замечаний и привёл собственную аргументацию: Гусеничные ходовые аппараты не исследовались. Диагностика проводилась для колёсных при выполнении боронования. Джоуль единица энергии. Выбор пал на опоры двигателя, так как это самый простой по исполнению элемент и в том числе по причине мало исследованности данной темы, даже учитывая ГОСТ на который мы опираемся он носит исключительно рекомендательные характер и значения которые там указаны нуждаются в совершенствовании и обновлении. Диагностика двигателя — это

работа которая планируется в дальнейшем развитии. Провести диагностику двигателя при помощи разрабатываемого диагностического комплекса можно. В сравнении приводились приборы которые могут выполнять те же самые операции. Фактических данных о том, как часто необходимо менять подушки двигателя на современном уровне техники найти не удалось. Меняют подушки либо при капитальном ремонте двигателя, либо замене двигателя. Да, сравнивали с вышедшей из строя передней подушкой, в следствии чего наблюдалось повышенная вибрация по оси Z. В стандартной диагностике в ремонтной мастерской используется два специалиста, один изменяет обороты двигателя, а второй проверяет их состояние органолептически либо при помощи лома, однако это устаревший метод, который не позволяет отследить техническое состояние опор заблаговременно. В автореферате практическая и теоретическая значимость указана. От существующих отличается тем, что применяется именно пять датчиков инклинометров-акселерометров. Также на данный момент у нас нет программного обеспечения даже к существующим комплексам, которые могут выводить какие-либо рекомендации по дальнейшей работе с оборудованием. Фактическое количество обусловлено тем, что в большинстве своём двигателей идёт от трёх до пяти опор. А данный приборно-диагностический комплекс используется не только для определения диагностики подушек двигателя, в котором достаточно и трёх датчиков, но и для проверки работоспособности разработок, которые реализуются в том числе и на базе Дальневосточного ГАУ. Информация с датчиков выводится на смартфон, может и на портативную персональную электронно-вычислительную машину. Фактически у нас получилось ускорить диагностику в пять раз. Потому что большая часть приборно-диагностических комплексов, которые уже существуют, либо нет возможности одновременного снятия с нескольких опорных точек, либо они снимают по какой-то, ну, какой-то один конкретный показатель. Точность являлась достаточной и оценивалась среднестатистичным отклонением. Датчики фиксировались к опорам за счёт нейлоновых стяжек и за счёт двустороннего скотча. Пыль не влияет никаким образом на работу датчиков, потому что разработанные корпуса датчиков предотвращают попадание не только мелкой пыли, но ещё и влаги. В случае, когда поверхность запылённая, фиксировали дополнительно стяжками. В случае, когда поверхность чистая, фиксировалось либо одним, либо вторым способом. На данный момент у нас разработано программное обеспечение, получено свидетельство на программы для ЭВМ, позволяющие получать рекомендации, непосредственно связанные с кривошипно-шатунным механизмом и с поршневой группой. Фактически на данный момент разрабатывается инструкция по эксплуатации. Также расписан сам способ применения диагностического комплекса. Ну и перед тем, как всё-таки отдать на производство, необходимо людям всё-таки показать, как это работает. В любом случае, так любой производитель любого оборудования поступает. Фактически наш диагностический комплекс можно использовать где угодно, где есть какие-либо детали вращения, либо детали с возвратно-

поступательным движением. То есть всё, что угодно, что так или иначе может создавать вибрации.

На заседании 24 июня 2026 года диссертационный совет принял решение - за решение научной задачи, имеющей значение для развития технической отрасли знаний в области сельскохозяйственного производства присудить Ус С.С. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 14 докторов наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета
35.2.013.03



Щитов Сергей Васильевич

Учёный секретарь
диссертационного совета
35.2.013.03



Панова Елена Владимировна

24 июня 2026 года

