

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 27.11.2025 № 14

О присуждении Бадекину Максиму Юрьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин ионно-плазменными методами» по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса принята к защите 26.09.2025 (протокол заседания № 136) 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).

Соискатель Бадекин Максим Юрьевич, 14 мая 1980 года рождения, гражданин Российской Федерации.

В 2003 году соискатель окончил ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет», присвоена квалификация «Магистр» по направлению подготовки «Физика».

В период с 15.05.2023 по 14.05.2025 гг. Бадекин Максим Юрьевич был прикреплен соискателем для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса к кафедре техносферной безопасности ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

С 2022 года по настоящее время работает старшим преподавателем кафедры теоретической физики и нанотехнологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «Донецкий государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре техносферной безопасности ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Научный руководитель – Борулько Вячеслав Григорьевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры техносферной безопасности ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

Официальные оппоненты:

Апажев Аслан Каральбиевич, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, доцент, проректор по молодёжной политике и дополнительному профессиональному образованию ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В. М. Кокова», адрес: 360030, Российская Федерация, Кабардино-Балкарская Республика, город Нальчик, проспект Ленина, д. 15;

Ружьев Валерий Анатольевич, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, доцент, директор Инженерно-технологического института, заведующий кафедрой технических систем в агробизнесе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», адрес: 196601, Российская Федерация, город Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2А;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», г. Краснодар, в своем положительном отзыве, подписанном Курасовым Владимиром Станиславовичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой тракторов, автомобилей и технической механики, и утвержденном Кощаевым Андреем Георгиевичем, проректором по научной работе, доктором биологических наук, профессором, академиком Российской академии наук, указала, что представленная Бадекиным Максимом Юрьевичем диссертация на тему: «Повышение долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин ионно-плазменными методами» является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача, имеющая важное значение для машин агропромышленного комплекса. Диссертационная работа соответствует критериям, изложенным в пунктах 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, а её автор, Бадекин Максим Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, опубликовано 5 работ, 2 статьи опубликованы в журналах, индексируемых в международных базах данных (Scopus, Web of Science), получен 1 патент на изобретение.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

· опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Комплексный анализ диффузионных процессов в системе «сталь-сормайт» для технологий упрочнения рабочих органов сельхозмашин / М. Ю. Бадекин, В. Г. Борулько, Н. Н. Ивахненко, Н. А. Коноплин // Международный технический журнал. – 2025. – № 3(97). – С. 104-117. – DOI 10.34286/2949-4176-2025-97-3-104-117.

2. Бадекин, М. Ю. Микроструктура и эксплуатационные характеристики стали Л-53 после вакуумного отжига / М. Ю. Бадекин, В. Г. Борулько, Н. Н. Ивахненко // Международный технический журнал. – 2025. – № 2(96). – С. 80-90. – DOI 10.34286/2949-4176-2025-96-2-80-90.

3. Оптимизация режимов вакуумного отжига для повышения износостойкости лемехов почвообрабатывающих орудий / Н. Н. Ивахненко, М. Ю. Бадекин, В. Г. Борулько [и др.] // Технический сервис машин. – 2025. – Т. 63, № 3. – С. 67-75. – DOI 10.22314/2618-8287-2025-63-3-67-75.

4. Физико-математическая модель абразивного износа сормайтовых наплавов после вакуумной термообработки / М. Ю. Бадекин, В. Г. Борулько, В. И. Балабанов, Н. Н. Ивахненко // Наука в центральной России. – 2025. – № 4(76). – С. 139-148. – DOI 10.35887/2305-2538-2025-4-139-148.

5. Поверхностное упрочнение лемехов плугов методом вакуумной термообработки / М. Ю. Бадекин, В. Г. Борулько, В. И. Балабанов [и др.] // Наука в центральной России. – 2025. – № 3(75). – С. 125-135. – DOI 10.35887/2305-2538-2025-3-125-135.

опубликованы в журналах, индексируемых в Scopus:

1. Ignatenko, P. I. Structure and properties of metal nitride films produced by ion implantation / P. I. Ignatenko, N. A. Klyakhina, M. Yu. Badekin // Inorganic Materials. – 2005. – Vol. 41, No. 1. – P. 36-41. – DOI 10.1007/s10789-005-0073-5.

2. Ignatenko, P. I. Structure and properties of films grown on Si, Ta, Ti, Mo, W, and Ni substrates by reactive ion-beam sputtering / P. I. Ignatenko, N. A. Klyakhina, M. Yu. Badekin // Inorganic Materials. – 2005. – Vol. 41, No. 2. – P. 148-151. – DOI 10.1007/s10789-005-0034-z.

Недостоверных сведений об опубликованных соискателем учёной 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 поступили 9 отзывов.

Отзывы прислали:

1. **Джашеев Абдул-Мудалиф Сагитович**, доктор технических наук, заслуженный изобретатель СССР, Заслуженный деятель науки КЧР, профессор кафедры «Агротехнологии и инженерия в АПК» ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия». Отзыв положительный.

2. **Капов Султан Нануович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Механика и технический сервис» ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет». Отзыв положительный, содержит 2 замечания уточняющего характера.

3. **Кравченко Владимир Николаевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры экологии Ордена Трудового Красного Знамени федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский технический университет связи и информатики». Отзыв положительный, содержит 1 замечание уточняющего характера.

4. **Малыгина Валентина Дмитриевна**, доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой товароведения продовольственных товаров и экспертизы продукции сельского хозяйства факультета маркетинга и торгового дела ФГБОУ ВО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского». Отзыв положительный.

5. **Пасин Александр Валентинович**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация мобильных энергетических средств и сельскохозяйственные машины» и **Колпаков Александр Васильевич**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Технология металлов и ремонт машин» ФГБОУ ВО «Нижегородский агротехнологический университет». Отзыв положительный, содержит 2 замечания уточняющего характера.

6. **Седов Роман Леонидович**, кандидат технических наук, доцент кафедры бизнес-информатики Северо-Западного института управления – филиала ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации». Отзыв положительный.

7. **Сибирев Алексей Викторович**, доктор технических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник отдела «Технологии и машины для овощеводства» ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ». Отзыв положительный, содержит 2 замечание уточняющего характера.

8. **Тюрин Игорь Юрьевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова». Отзыв положительный, содержит 2 замечания уточняющего характера.

9. **Шевхужев Анатолий Фоадович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, главный научный сотрудник отдела животноводства и ветеринарной медицины, лаборатории разведения и селекции сельскохозяйственных животных Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр». Отзыв положительный, содержит 2 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/badekin/sv_ved_org.pdf;

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

Апажев Аслан Каральбиевич, доктор технических наук, доцент, проректор по молодежной политике и дополнительному профессиональному образованию Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный

аграрный университет имени В. М. Кокова».

Направления научной работы:

- разработка конструктивно-технологических параметров рабочих органов почвообрабатывающих машин для повышения их долговечности и адаптации к сложным почвенным условиям.
- исследование процессов взаимодействия рабочих органов с почвой, включая изучение износостойкости, тягового сопротивления и эффективности обработки при различных агротехнологиях.
- совершенствование технологий обработки склоновых и засоленных земель, в том числе создание специализированных машин и орудий для интенсивного садоводства и многолетних насаждений.

Ружьев Вячеслав Анатольевич, кандидат технических наук, доцент, директор Инженерно-технологического института, заведующий кафедрой технических систем в агробизнесе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет».

Направления научной работы:

- повышение износостойкости и ресурса рабочих органов сельскохозяйственных машин за счёт применения современных методов упрочнения, включая ионно-плазменные технологии и наплавочные материалы.
- разработка и исследование композиционных систем «основа-покрытие» для повышения эксплуатационных характеристик деталей, работающих в условиях абразивного, ударного и коррозионного износа.
- оптимизация технологических процессов изготовления и восстановления деталей почвообрабатывающих машин с учётом требований ресурсосбережения, энергоэффективности и импортозамещения.

Направление научной работы ведущей организации – Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»:

- повышение долговечности и износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин за счёт применения современных методов упрочнения, включая ионно-плазменные технологии и наплавочные композиционные материалы.
- разработка и оптимизация конструкций почвообрабатывающих орудий с учётом агрофизических свойств почвы, в том числе создание плужных лемехов с дополнительными элементами для улучшения крошения и обработки почвы.
- исследование динамических и энергетических характеристик сельскохозяйственных машин и орудий при различных режимах эксплуатации, включая вертикальную обработку почвы и измельчение растительных остатков.
- совершенствование технологий технического обслуживания и

ремонта сельскохозяйственной техники, направленных на повышение ресурса, снижение эксплуатационных затрат и обеспечение устойчивости агрегатов в условиях интенсивной эксплуатации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработана** эффективная технология изготовления лемехов: наплавка сплава Сормайт на сталь Л53 → вакуумный отжиг при 1000°C в течение 180 мин → нанесение покрытия TiN методом PVD → финишный отжиг при 500°C в течение 180 мин, обеспечивающая ресурс в 2,5...6,5 раз выше серийных аналогов;

- **экспериментально** определены оптимальные параметры вакуумного отжига, при которых формируется диффузионная зона толщиной ~200 мкм, достигается максимальная микротвёрдость наплавленного слоя (8,56 ГПа) и сохраняется пластичность основы;

- **установлены** оптимальные режимы нанесения покрытия TiN: давление в камере 0,5...1,0 Па, температура подложки 200°C, мощность разряда 4 кВт, обеспечивающие прочность сцепления покрытия не менее 450 МПа и коэффициент трения $\leq 0,35$;

- **в результате лабораторных и полевых испытаний** доказано, что модифицированные лемехи демонстрируют увеличение износостойкости в 2,5...6,5 раз, повышение коррозионной стойкости на 40...50 % и снижение тягового сопротивления плуга.

- **разработан** регламент внедрения технологии, включающий параметры оборудования, нормы расхода материалов, методы контроля качества и экономические показатели, обеспечивающий воспроизводимость результатов в серийном производстве и при восстановлении рабочих органов.

Теоретическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке и научном обосновании нового комплексного подхода к повышению долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин, основанного на синергетическом сочетании вакуумного отжига и ионно-плазменного напыления. В работе сформулирована физико-математическая модель абразивного износа сормайтовых наплавов, разработана микроскопическая модель коррозионного износа с учётом структурно-фазового состояния и степени засоленности почвы, а также обоснована многоуровневая методика оценки износостойкости.

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

разработана и внедрена промышленная технология изготовления плужных лемехов и регламент её внедрения, включающий последовательность операций: наплавка сплавом Сормайт на сталь Л53 → вакуумный отжиг при 1000 °C в течение 180 мин → нанесение покрытия TiN методом ионно-плазменного напыления → финишный отжиг при 500 °C в

течение 180 мин;

определены оптимальные параметры вакуумного отжига, обеспечивающие формирование диффузионной зоны толщиной ~200 мкм, сфероидизацию карбидов и повышение микротвёрдости наплавленного слоя, а также режимы вакуумно-дугового напыления TiN, при которых достигаются прочность сцепления ≥ 450 МПа и коэффициент трения $\leq 0,35$;

создана композиционная система «сталь Л53 – наплавка Сормайт – покрытие TiN» с ресурсом, превышающим серийные аналоги;

представлены результаты полевых испытаний на серой лесной почве (Краснодарский край), подтвердивших увеличение износостойкости опытных лемехов в 6,5 раза, снижение тягового сопротивления плуга на 5 %, а также технико-экономическое обоснование, согласно которому для крупного сельхозпредприятия (парк из 1000 плугов) годовой экономический эффект составляет 13,9 млн рублей при сроке окупаемости капитальных вложений менее 1,1 года.

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ применялись современные высокотехнологичные контрольно-измерительные приборы, обеспечивающие точность измерений в соответствии с установленными методиками и стандартами: металлографический анализ проводился на микроскопе НЕОРНОТ-32 с последующей обработкой изображений в программе ImageJ; микротвёрдость измерялась на приборе ПМТ-3 по методу Виккерса с коррекцией по модели Никса-Гао; рентгеноструктурный анализ выполнялся на дифрактометре ДРОН-4 с Cu-K α излучением с использованием метода Вильямсона-Холла для оценки микродеформаций; сканирующая электронная микроскопия – на установке LEO 1430 VP с детектором обратно рассеянных электронов; полевые испытания проводились по адаптированной методике Тикалова-Ефремова с высокоточным контролем потери массы после каждых 50 га обработки;

идея базируется на выполненных ранее научно-исследовательских работах, а также на патенте на изобретение № 2834102 С1 «Способ поверхностного упрочнения рабочего органа сельскохозяйственной машины», зарегистрированном в 2025 году. Проведённый аналитический обзор литературы и публикаций отечественных и зарубежных авторов (в том числе по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса) позволил выявить недостаточную проработанность вопросов комплексного упрочнения рабочих органов в условиях одновременного воздействия абразивного, ударного и коррозионного износа и сформулировать перспективное направление – синергетическое сочетание вакуумного отжига и ионно-плазменного напыления;

использованы результаты сравнительного анализа авторских экспериментальных данных с показателями серийных образцов из стали 65Г и известными данными по износостойкости наплавки типа Сормайт.

установлено качественное и количественное соответствие авторских

результатов данным независимых источников: значения микротвёрдости (~8,56 ГПа), толщины диффузионной зоны (~200 мкм) и ресурса (1280 га) согласуются с теоретическими оценками и сопоставимы с мировыми аналогами в области ионно-плазменного упрочнения.

Личный вклад соискателя заключается в: формулировании цели и задач исследования, разработке программы и методик экспериментов, проведении металлографических испытаний, выполнении полевых исследований, разработке математических моделей износа, анализе результатов, подготовке публикаций и написании диссертации.

Соискатель Бадекин Максим Юрьевич ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

На заседании 27 ноября 2025 года диссертационный совет принял решение за разработку эффективной технологии комплексного упрочнения лемехов присудить Бадекину Максиму Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 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 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

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

27.11.2025

Нуляев

Николай Николаевич