

УТВЕРЖДАЮ
Ректор учреждения образования
«Белорусский государственный
технологический университет»
С.А. Касперович
« 19 » марта 2026 г.

ОТЗЫВ

оппонирующей организации – кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники (АППиЭ) учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»
на диссертацию Бойко Михаила Анатольевича «Совершенствование электротехнологических устройств доочистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники применением неоднородных электромагнитных полей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве (технические науки)

Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве», отрасли «технические науки» и области исследований пп.1-4 раздела III паспорта специальности.

Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости

Соискателем научно обосновано применение неоднородных электромагнитных полей в электротехнологических устройствах доочистки сточных вод, что повышает эффективность процессов очистки. Создание в электрохимическом коагуляторе неоднородного электрического поля сопровождается растворением стального анода и образованием коагулянта с меньшим нагревом очищаемой воды и дозированием вводимого металла, что содействует энергоресурсосбережению. Применение неоднородного магнитного поля в зоне флотации коагулянта интенсифицирует процесс отделения флотошлама. Таким образом, в совокупности, применение неоднородных электромагнитных полей повышает степень обезвреживания сточных вод, что позволяет после очистки их повторное использование в оборотном водоснабжении систем наружной мойки сельскохозяйственной техники.



Научная значимость полученных результатов заключается в развитии теоретических основ применения неоднородных электрических и магнитных полей, которые включают в себя методику расчета электродной системы электрокоагулятора для создания неоднородного электрического поля и методику расчета напряженности неоднородного магнитного поля конической индукционной катушки, что в конечном счете позволяет повысить эффективность очистки сточных вод.

Диссертация отличается комплексным подходом к достижению поставленной цели исследования. Комплексность состоит в одновременном совершенствовании конструкции электротехнологических устройств очистки за счет применения неоднородных электрических и магнитных полей, а также в определении оптимальных режимов на основе критерия минимального удельного расхода электроэнергии, что исключает повторное загрязнение сточных вод и обеспечивает степень очистки до 99 %.

Проведенный комплекс экспериментальных исследований позволил соискателю подтвердить правильность и полноту теоретических положений, выносимых на защиту.

Конкретные научные результаты, за которые соискателю может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук

Соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» (технические науки) за новые научные результаты, включающие:

- разработку устройства электрохимической очистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники в электромагнитном флотокоагуляторе, научно обоснованные технологические параметры очистки, отличающиеся использованием неоднородных электрических и магнитных полей, получением коагулянта (гидроксида железа III) при меньших в 1,4 раза энергозатратах. Техническая новизна устройства защищена патентом Республики Беларусь на изобретение;

- разработку математической модели минимизации энергозатрат на очистку сточных вод, учитывающую концентрации загрязнений, а также ограничения по производительности электромагнитной установки очистки и плотности тока электрокоагуляции;

- разработку методик расчета электродной системы электрокоагулятора для создания неоднородного электрического поля и конической индукционной катушки для создания неоднородного магнитного поля, что в совокупности позволяет получить электромагнитную установку очистки сточных вод, обеспечивающую снижение концентрации загрязнений до предельно допустимых показателей, при которых возможно применение технической воды в системах оборотного водоснабжения наружной мойки сельскохозяйственной техники.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Автор диссертации Бойко М.А. критически проанализировал труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам очистки сточных вод и научному направлению своей работы, на должном научно-методическом уровне провел теоретические и экспериментальные исследования. Содержание диссертации показывает, что соискатель владеет теорией электромагнитного поля, корректно использовал методы исследования, математический аппарат и средства компьютерного моделирования. Это позволяет сделать вывод о соответствии научной квалификации М. А. Бойко ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» (технические науки).

Рекомендации по практическому использованию результатов диссертации

Полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований рассмотрены на заседании ученого совета Республиканского научно-производственного унитарного предприятия «Институт энергетики НАН Беларуси» по докладу соискателя Бойко М.А. (протокол №7 от 16 сентября 2025 года), на котором отмечена возможность их использования в области охраны окружающей среды при техническом обслуживании автотракторной техники сельскохозяйственных и других организаций. Кроме того возможно использование математических моделей электрохимической коагуляции загрязнений сточных вод, определения оптимальных технологических параметров очистки при ограничениях отдельных факторов, расчета напряженности магнитного поля конической катушки в практической работе института (Справка о возможном использовании (внедрении) результатов диссертационного исследования от 16.09.2025 г., приложение К).

Отдельные положения диссертации использованы в учебном процессе учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» на кафедре электротехники (Акт внедрения в учебный процесс № Уп-44 от 12.09. 2016 г., приложение Ж) при проведении практических занятий по дисциплине «Теоретические основы электротехники» и кафедре электротехнологии (Акт о внедрении в образовательный процесс № Уп-39 от 17.12. 2020 г., приложение И) при изучении дисциплины «Инновационные электротехнологии» в рамках магистерской подготовки по специальности 1-74 80 06.

Разработанная электромагнитная установка и полученные режимы очистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники с применением электрохимической коагуляции и электромагнитной флотации могут быть использованы не только при проектировании постов наружной мойки сельскохозяйственных организаций, но и в автопарках, на станциях

технического обслуживания автомобилей. Внедрение результатов исследования способствует охране гидросферы, применению экологически чистых оборотных систем использования водных ресурсов.

Замечания по диссертации

1. В автореферате указаны неверные ссылки:
– на странице 10 на формулу (8) – на самом деле это формула (7) на той же странице;
– на странице 16 на формулу (9) – на самом деле это формула (8) на странице 10.

2. Выражения (2.32) на странице 44 и (4.22) на странице 80 диссертации, а также выражение (16) на странице 12 автореферата, требуют уточнения, поскольку не соответствуют указанной единице измерения.

3. В предложенном техническом задании на опытно-конструкторскую разработку (приложение Е, страница 161 диссертации), в котором содержатся результаты расчетов электродной системы электрокоагулятора, а также напряженности магнитного поля конической индуктивной катушки, следовало бы использовать показатель конусности вместо геометрических размеров, что является общепринятым при расчетах систем подобных конфигураций. Данный показатель для усеченных конусов учитывает одновременно как диаметр большего основания, так и диаметр меньшего основания, а также высоту самого конуса. Это позволило бы более технически грамотно описать расчет напряженности неоднородных электрического и магнитного полей.

Заключение

Диссертация Бойко Михаила Анатольевича на тему «Совершенствование электротехнологических устройств доочистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники применением неоднородных электромагнитных полей» является завершенной, выполненной им самостоятельно квалификационной научной работой. По признакам научной и практической значимости, степени опубликованности и апробации полученных результатов работа соответствует требованиям пп. 20, 21 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 17 ноября 2004 г. №560 (в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 23 июня 2023 г. № 180). Ее автор, М.А. Бойко, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве» (технические науки) за новые научно-обоснованные теоретические и экспериментальные результаты, включающие:

– разработку устройства электрохимической очистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники в электромагнитном флокоагуляторе, научно обоснованные технологические параметры очистки,

отличающееся использованием неоднородных электрических и магнитных полей, получением коагулянта (гидроксида железа III) при меньших в 1,4 раза энергозатратах. Техническая новизна устройства защищена патентом Республики Беларусь на изобретение;

– разработку математической модели минимизации энергозатрат на очистку сточных вод, учитывающую концентрации загрязнений, а также ограничения по производительности электромагнитной установки очистки и плотности тока электрокоагуляции;

– разработку методик расчета электродной системы электрокоагулятора для создания неоднородного электрического поля и конической индукционной катушки для создания неоднородного магнитного поля, что в совокупности позволяет получить электромагнитную установку очистки сточных вод, обеспечивающую снижение концентрации загрязнений до предельно допустимых показателей, при которых возможно применение технической воды в системах оборотного водоснабжения наружной мойки сельскохозяйственной техники.

Доклад соискателя ученой степени кандидата технических наук Бойко М.А. о результатах работы над диссертацией «Совершенствование электротехнологических устройств доочистки сточных вод наружной мойки сельскохозяйственной техники применением неоднородных электромагнитных полей», заслушан и обсужден на научном собрании кафедры АППиЭ учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет». Соискатель дал исчерпывающие ответы на вопросы присутствующих. Рассмотрен и одобрен отзыв эксперта оппонировавшей организации доцента кафедры АППиЭ, кандидата технических наук О.Г. Барашко.

Отзыв на кандидатскую диссертацию Бойко Михаила Анатольевича принят открытым голосованием. На научном собрании всего присутствовало 12 человек. С ученой степенью – 8 научно-педагогических работников, в их числе 1 доктор наук и 7 кандидатов наук. В голосовании принимали участие только члены научного собрания, имеющие ученые степени.

Результаты голосования: за – 8, против – нет, воздержалось – нет (протокол № 7 от «11» марта 2026 года).

Председатель научного собрания,
заведующий кафедрой АППиЭ БГТУ,
к.т.н., доцент

Д.С. Карпович

Секретарь научного собрания,
доцент кафедры АППиЭ БГТУ,
к.т.н., доцент

В.В. Сарока

Эксперт оппонировавшей организации,
доцент кафедры АППиЭ БГТУ,
к.т.н., доцент

О.Г. Барашко