

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора Сторчевого Владимира Федоровича на диссертационную работу Цокур Екатерины Сергеевны «Параметры и режимы работы проточного электроактиватора водных растворов с озонированием для профилактической обработки ульев», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.019.03 при ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса

Актуальность темы диссертационной работы

Применяемые в настоящее время способы профилактики и лечения болезней пчел основаны на применении химических препаратов опасных как для пчел и их продуктов, так и для пчеловодов. Существует высокая вероятность попадания данных препаратов в мед и другие продукты пчеловодства. Поэтому актуален поиск экологически чистых и эффективных электротехнологических способов проведения профилактических обработок ульев. Среди них на сегодняшний день можно выделить: озонирование, термическая и ультрафиолетовая обработка, использование электроактивированных растворов, получаемых в ходе диафрагменного электролиза воды. Как правило, наибольший эффект оказывает комбинация способов. Так, например, известно, что растворы анолита, которые были барботированы озоном значительно снижают бактериальную обсемененность ульев. Но применение имеющихся на сегодняшний день установок для получения таких дезинфицирующих растворов связано с большими трудозатратами для пчеловода, так как эти установки непроточные. Это предполагает получение вначале анолита и последующие его барботирование озоном, что также снижает эффективность применяемого дезинфицирующего средства. Поэтому разработка поточного электроактиватора в котором эти два процесса протекают одновременно является актуальной задачей для АПК. Работа выполнена по плану НИР Кубанского ГАУ ГР № 121031700099-1 (2021–2025 г.). Тема согласуется с результатами выездного заседания Комитета Госдумы на тему законодательного регулирования пчеловодства в Российской Федерации.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Обстоятельно изучены и критически проанализированы исследования других ученых, о чем свидетельствует список использованной литературы из 150 наименований. Методы исследования базируются на теории математического

и компьютерного моделирования методом конечных элементов, законах физики, электротехники и гидравлики, статистического анализа. Компьютерное моделирование выполнено с использованием современного программного обеспечения Comsol Multiphysics.

Внедрение в практику результатов исследований на ООО «Предприятие по пчеловодству «Краснодарское», на личной пасеке самого соискателя и в учебный процесс Кубанского ГАУ убеждают в высокой степени обоснованности научных рекомендаций автора.

Оценка новизны и достоверности

В качестве научной новизны автором выдвинуты следующие положения:

- математические модели: барботирования потока анолита озоном; теплофизических процессов в электроактиваторе; обобщенная компьютерная модель для реализации в ПО Comsol Multiphysics;
- регрессионные зависимости влияния водородного показателя анолита насыщенного озоном и расхода воды через электроактиватор на выживаемость плесневых грибов;
- обоснованные параметры и режимы работы проточного электроактиватора для получения дезинфицирующего раствора анолита насыщенного озоном.

Все перечисленные пункты являются действительно новыми, ранее не приводимыми в научной литературе по данному направлению исследований. Их достоверность подтверждается качественно проведенными экспериментальными исследованиями и соответствующей обработкой полученных результатов.

Апробация работы и публикации по теме исследования

Основное содержание работы отражено в 12 печатных работах, в том числе: 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК России, 3 патента и 6 статей – в других изданиях. Основные положения и выводы диссертации обсуждались на различных конференциях, в том числе международных: Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы в международном трансфере инновационных технологий» (12 февраля 2018 г., Пермь); на 20-й Международной научной конференции «Engineering for rural development» (26–28 мая 2021 г. Елгава, Латвия); на Международной научно-практической конференции «Малая энергетика: проблемы, задачи и перспективы» (15–16 июня 2023 г., Краснодар).

Структура и объем работы

Диссертация включает введение, три главы, заключение, список литературы и приложения. Общий объем диссертации 130 страниц. По стилю

изложения и четкости формулировок данная работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Во введении обоснована актуальность работы, приводятся цели, задачи и предмет исследования, новизна научных результатов, практическая значимость, а также основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дано описание самых распространенных бактериальных и грибковых заболеваний пчел. Показано, что в большинстве случаев для проведения профилактических и лечебных мероприятий на пасеке используются химические препараты. Отмечается высокая вероятность их попадания в мед. В связи с этим проведен литературный поиск экологически чистых способов проведения профилактических мероприятий на пасеке. Определено, что наибольшую эффективность в пчеловодстве доказали такие электротехнологические способы дезинфекции пчелиных ульев, как озонирование и обработка электроактивированными растворами, в частности анолитом. Для этого используются непроточные электроактиваторы в которых вначале методом диафрагменного электролиза воды получают раствор с низким значением pH, а затем проводят его барботирование озоном. Известно, что комбинация технологий электролиза воды и озонирования позволяет создавать дезинфицирующие средства с сильным противобактериальным воздействием. Однако, автором отмечается, что на сегодняшний день не изучено влияние таких растворов на плесневые грибы, которые обнаруживаются в улье с ранней весны и до конца лета. К тому же последовательное применение электролиза и озонирования снижает эффективность растворов, увеличивает время на их получение и трудозатраты пчеловода. Поэтому существует необходимость в создании проточной установки, которая лишена этих недостатков, определении ее параметров и режимов работы. Сформулирована цель работы и задачи исследования.

Во второй главе проводится разработка конструкции проточного электроактиватора и моделирование процесса барботирования потока анолита озоном. Объект моделирования состоял из проточного электролизера воды с зигзагообразными каналами рабочих камер. Ко входу анодной камеры подключен смеситель озона с исходной водой. В диссертации представлено математическое описание двух основных процессов: барботирования потока анолита озоном и теплофизических процессов в электроактиваторе, в частности протекания электрического тока и нагрева жидкости. Полученные при этом модели позволили получить обобщенную компьютерную модель основных процессов в рассматриваемой установке. Ее дальнейшая обработка производилась с помощью современного программного обеспечения Comsol Multiphysics. Для этого использовались такие физические интерфейсы, как: Bubbly Flow и Laminar Flow для моделирования потока течения газа и воды внутри установки; Transport of Diluted Species для моделирования поля концентрации растворенного в анолите озона; Heat Transfer in Fluids для расчета теплопередачи; Primary Current Distribution для расчета падения напряжения на элементах электроактиватора. При проведении обработки компьютерной модели с помощью ЭВМ изменялись основные параметры,

влияющие на концентрацию растворенного в воде озона – расход воды и сила тока. По результатам моделирования автором найдены параметры и режимы работы установки, а также даны рекомендации по ее совершенствованию. В частности, предложено установить на входе в анодную камеру трубку Вентури для эффективного смешивания озона с исходной водой. Следует отметить высокое качество и содержание представленных графических материалов по результатам моделирования.

В третьей главе представлены методика и результаты экспериментальных исследований. Для проведения исследований был разработан проточный электроактиватор воды, геометрические размеры которого совпадали с размерами в компьютерной модели. Экспериментальные исследования проводились в несколько этапов. В начале проведены исследования по оценке адекватности разработанной обобщенной компьютерной модели основных процессов в электроактиваторе. Проведенная статистическая обработка полученных теоретических и экспериментальных данных подтвердила отсутствие между ними статистических различий. На втором этапе проводилась оценка влияния получаемых дезинфицирующих растворов на выживаемость плесневого гриба *Penicillium sp.* Для этого было произведено планирование эксперимента. В ходе исследования была получена регрессионная зависимость, описывающая влияние рН озоносодержащего анолита и расхода воды через электроактиватор на выживаемость плесневого гриба *Penicillium sp.* Она подтвердила сделанные ранее теоретические выводы о параметрах и режимах работы электроактиватора. На третьем этапе проводились полевые испытания изготовленной установки в ООО «Предприятие по пчеловодству «Краснодарское». Они позволили установить, что в опытных ульях по сравнению с контрольными сократилось заболеваемость пчел, увеличилась продуктивность, что говорит об эффективности разработанного электроактиватора о чем свидетельствует также имеющийся акт внедрения.

В диссертации предложена принципиальная электрическая схема управления проточным электроактиватором воды для профилактических обработок пчелиных ульев на базе микроконтроллера, а также представлен алгоритм его работы.

Экономическая часть диссертации показала, что эффективность от внедрения разработанного проточного электроактиватора воды для пасеки в 50 ульев выраженная через чистый дисконтированный доход за 5 лет составит более 200 тыс. рублей, а срок окупаемости 2 года.

В заключении приведены основные выводы по проведенному исследованию, даны рекомендации производству и раскрыты перспективы дальнейших исследований по данной теме.

Первый вывод соответствует первой поставленной задаче и свидетельствует о разработке конструкции проточного электроактиватора, объединяющей процессы диафрагменного электролиза водного раствора с одновременным барботированием анолита озоном.

Второй вывод соответствует второй поставленной задаче и констатирует о ее решении в виде разработки математических моделей, описывающих основные процессы при работе проточного электроактиватора.

Третий вывод соответствует третьей поставленной задаче, фиксирует результат проведения компьютерного моделирования процесса барботирования потока анолита озоном в электроактиваторе и получение рациональных параметров и режимов его работы. Полученные результаты моделирования имеют экспериментальное подтверждение.

Четвертый вывод соответствует четвертой поставленной задаче и констатирует о ее решении. Достоверен и подтверждается экспериментом.

Пятый вывод соответствует пятой задаче, достоверен, констатирует об изготовлении проточного электроактиватора воды для профилактических обработок ульев и фиксирует отсутствие статистических различий между теоретическими и экспериментальными данными, что подтверждается использованием U-критерия Манна-Уитни.

Шестой вывод соответствует шестой задаче, констатирует о проведении исследований влияния параметров полученного озоносодержащего анолита при производительности озонатора 2 г/ч на выживаемость плесневого гриба *Penicillium sp.* в результате которых получено регрессионное уравнение. Вывод достоверен, адекватность полученного уравнения произведена по критерию Фишера.

Седьмой вывод соответствует седьмой задаче и констатирует об изготовлении алгоритма управления работой электроактиватора в соответствии, с которым разработана принципиальная электрическая схема управления проточным электроактиватором воды.

Восьмой вывод соответствует восьмой задаче, констатирует об успешном проведении полевых испытаний разработанной установки, а также о проведении расчета экономической эффективности применения проточного электроактиватора воды для пасеки в 50 ульев, результаты которого показали положительный результат. Вывод достоверен, подтверждается актами о внедрении и результатами расчета по современной методике, используемой для инвестиционных проектов.

Замечания по диссертационной работе

1. В первой главе диссертационного исследования «Состояние вопроса и задачи исследования» следовало описать больше электротехнологических способов используемых для дезинфекции помещений (использование различных аэрозолей, ультрафиолетового излучения и т.п.).

2. Во второй главе «Моделирование процесса барботирования потока анолита озоном» автором при разработке математических моделей не учтен факт выделения на электродах таких газов как кислород, хлор и водород. Они также, как и озон будут мешать протекать электрическому току, что будет вызывать дополнительный нагрев анолита и католита.

3. Автором приводятся модели эффективного образования озона во время высоковольтных разрядов, но не обсуждаются активные формы кислорода и азота. Поскольку в экспериментах используется атмосферная среда, в реакциях участвуют не только молекулы кислорода, но также водород и азот.

4. Соискатель не уточняет, как долго активированная вода сохраняет содержание озона до того, как произойдет значительное разложение озона? Могут ли условия хранения (например, температура, воздействие света) продлить срок ее использования?

5. С учетом того, что увеличение температуры анолита отрицательно влияет на растворение озона в нем, то автору следовало искать способы охлаждения подводимой к электроактиватору воды, например, с помощью элементов Пельтье.

6. Допущение, принятое автором на стр. 46 диссертации о том, что проводимость диафрагмы равна среднему между проводимостями католита и анолита неверно, т.к. она будет зависеть от пористости и проницаемости материала, из которого состоит диафрагма.

7. В работе автор рассматривает различные модели, позволяющие рассчитать коэффициент диффузии озона в воде, но при этом не рассматривает известную формулу Стокса-Эйнштейна, которая позволяет оценить данный коэффициент, причем в зависимости от температуры воды.

8. Нет пояснений, как влияет образование и насыщение озоном активированной воды на pH активированной воды.

Отмеченные замечания и недостатки несколько снижают качество проведенного диссертационного исследования, но они существенно не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение

Представленная диссертация Цокур Екатерины Сергеевны «Параметры и режимы работы проточного электроактиватора водных растворов с озонированием для профилактической обработки ульев» соответствует паспорту специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса. Она является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи внедрения экологически чистой технологии в пчеловодстве, имеющей существенное значение для развития страны.

Автореферат отражает содержание и основные положения диссертации.

Диссертация соответствует требованиям к научно-квалификационной работе, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, в соответствии с п. 9-11, 13 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» а её автор, Цокур Екатерина Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 4.3.2. Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Официальный оппонент:

доктор технических наук,
профессор

«05» 05 2025 г.



Сторчевой Владимир Федорович

Ф.И.О лица, предоставившего отзыв	Сторчевой Владимир Федорович
Ученая степень	Доктор технических наук
Ученое звание	Профессор
Специальность, по которой защищена диссертация	05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
Место работы	ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра теоретической электротехники (г. Москва)
Адрес	Волоколамское шоссе, д.4, г. Москва
Телефон	+74991584187
E-mail	v.storchevoy@rgau-msha.ru

Подпись В.Ф.Сторчевого заверяю, заместитель начальника Управления по работе с персоналом МАИ



М.А.Иванов

С отзывом официального оппонента ознакомлена
12.05.25  Цыпур Е.С.

Председателю диссертационного совета
35.2.019.03 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
проф. С.В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Цокур Екатерины Сергеевны на тему «Параметры и режимы работы проточного электроактиватора водных растворов с озонированием для профилактической обработки ульев», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Фамилия, Имя, Отчество	Сторчевой Владимир Федорович
Ученая степень	Доктор технических наук, 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
Наименование диссертации	Ионизация и озонирование воздушной среды в птицеводстве
Ученое звание	Профессор
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»
Наименование подразделения	Кафедра 909 «Теоретическая электротехника»
Должность	Профессор
Адрес организации места работы	125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4
Телефон и официальный сайт организации места работы	+7 499 158-40-20 https://mai.ru
Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя	
1. Новикова, В. Г. Обоснование параметров СВЧ-установки для обезжиривания костей убойных животных / Г. В. Новикова, А. А. Тихонов, В. Ф. Сторчевой [и др.] // Инженерные технологии и системы. – 2024. – Т. 34, № 2. – С. 318-335.	
2. Страхов, В. Ю. Выбор источника для УФ-облучения зерна на установке ленточного типа / В. Ю. Страхов, В. Ф. Сторчевой, Ю. В. Саенко, Н. Е.	

Кабдин // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 4. – С. 59-67.
3. Сторчевой, В. Ф. Электрический озонатор-излучатель воздуха для сельскохозяйственных помещений: результаты исследований автономного модуля / В. Ф. Сторчевой, Ю. А. Судник, А. Н. Мануйленко // Агроинженерия. – 2024. – Т. 26, № 5. – С. 66-73.
4. Ершова, И. Г. Обоснование конструкции СВЧ-дефростера молозива животных / И. Г. Ершова, М. В. Просвирякова, Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 3(101). – С. 185-191.
5. Воронов, Е. В. Оборудование для термообработки и нейтрализации запаха некондиционного мясного сырья воздействием электрофизических факторов / Е. В. Воронов, Г. В. Новикова, В. Ф. Сторчевой [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 6(104). – С. 162-168.
6. Новикова, В. Г. Обоснование параметров установки с СВЧ-энергоподводом для высокотемпературного формования вторичного биологического сырья / Г. В. Новикова, Е. В. Воронов, В. Ф. Сторчевой [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 4(143). – С. 55-66.
7. Сторчевой, В. Ф. Параметры режима работы электроактиватора для дезинфекции и роста овощных растений / В. Ф. Сторчевой, Д. А. Гуров // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 2. – С. 63-68.
8. Сторчевой, В. Ф. Моделирование рациональных режимов электроактиватора для обработки грубых кормов / В. Ф. Сторчевой, Н. Е. Кабдин, С. А. Андреев, Д. А. Гуров // Агроинженерия. – 2022. – Т. 24, № 3. – С. 80-86.
9. Воронов, Е. В. Термообработка слизистых субпродуктов под воздействием электрофизических факторов: разработка установки / Е. В. Воронов, О. В. Михайлова, В. Ф. Сторчевой [и др.] // Агроинженерия. – 2023. – Т. 25, № 6. – С. 76-82.

Доктор технических наук по специальности
05.20.02, профессор, профессор кафедры
«Теоретическая электротехника» федеральное
государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»
«21» 03 2025 г.

Сторчевой В.Ф.

Подпись В.Ф.Сторчевого заверяю, заместитель начальника Управления
по работе с персоналом М.А.Иванов



М.А.Иванов

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента кафедры «Эксплуатации энергетического оборудования и электрических машин» Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» Степанчука Геннадия Владимировича на диссертационную работу Цокур Екатерины Сергеевны, выполненной на тему «Параметры и режимы работы проточного электроактиватора водных растворов с озонированием для профилактической обработки ульев», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности: 4.3.2. «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса».

Актуальность темы исследования

Представленный материал диссертации раскрывает важность работы в области профилактических мероприятий по дезинфекции пчелиных ульев. Исследования в данной области обоснованы значительным эффектом и экологичностью при обеззараживании пчелиных ульев электроактивированными растворами в сравнении с биологическими и химическими способами обработки. Важность исследования подкреплена также положениями Доктрины продовольственной безопасности РФ.

В тексте приведен анализ нынешних методов профилактической обработки, таких как химические, биологические и физические способы. Описание существующих физико-механических и электрофизических способов достаточно детализировано.

Недостатки химических и биологических способов профилактической обработки пчелиных ульев описаны достаточно ясно: указываются экологические риски и сложности в применении.

Выбор использования электроактивированных водных растворов с озонированием, сочетающего производство раствора анолита с дальнейшим его барботированием озоновоздушной смеси, аргументирован через многочисленные ссылки на теоретические и экспериментальные исследования. Приведенные ссылки на работы отечественных и зарубежных авторов демонстрируют научную базу и предпосылки для выбора этих способов.

В целом, представленная работа выявляет значительный потенциал использования разрабатываемого проточного электроактиватора водных растворов с озонированием и комбинированных электрофизических способов в профилактической обработке пчелиных ульев.

В диссертационной работе поставлена цель, которая заключается в обосновании параметров и режимов работы проточного электроактиватора водного раствора, с получением анолита насыщенного озоном для повышения эффективности дезинфекции пчелиных ульев и снижения количества применяемых химических препаратов при профилактических работах на пчелиной пасеке.

Для решения поставленной цели автором были решены следующие задачи:

1. Разработана конструкция проточного электроактиватора, объединяющую процессы диафрагменного электролиза водного раствора с одновременным барботированием анолита озоном.
2. Разработаны математические модели, описывающие основные процессы при работе проточного электроактиватора, для их реализации в программном комплексе Comsol Multiphysics, учитывающие расход водного раствора и его проводимость, плотность потока массы озона и его растворимость в зависимости от температуры.
3. Проведено компьютерное моделирование процесса барботирования потока анолита озоном в электроактиваторе и получить рациональные параметры и режимы его работы.
4. Обоснован и реализован способ насыщения потока анолита озоном.
5. Изготовлен усовершенствованный проточный электроактиватор водного раствора для профилактической обработки ульев и провести экспериментальные исследования по сопоставлению опытных данных с результатами моделирования.
6. Проведены исследования по влиянию озоносодержащего анолита на выживаемость плесневых грибов и установить необходимые параметры раствора.
7. Разработан алгоритм и принципиальная электрическая схема управления электроактиватором.
8. Обоснована экономическая эффективность внедрения разработанного проточного электроактиватора на пасеке.

Научная новизна исследований

1. Математические модели: барботирования потока анолита озоном; теплофизических процессов в электроактиваторе; обобщенная компьютерная модель для реализации в ПО Comsol Multiphysics;
2. Регрессионные зависимости влияния водородного показателя анолита насыщенного озоном и расхода воды через электроактиватор на выживаемость плесневых грибов;
3. Обоснованные параметры и режимы работы проточного электроактиватора для получения дезинфицирующего раствора анолита насыщенного озоном.
4. Новизна решений, представленных в диссертации защищена патентами РФ № 2802694, № 218329, № 2710569.

Теоретическую и практическую значимость результатов исследования составляют:

1. Математические модели барботирования потока анолита озоном и теплофизических процессов в электроактиваторе, позволившие получить обобщенную компьютерную модель для реализации в ПО Comsol Multiphysics,

- которые выявляют связи температуры анолита и концентрации растворенного в нем озона с параметрами и режимами работы электроактиватора;
2. Регрессионная модель влияния параметров процесса получения озоносодержащего анолита на выживаемость плесневых грибов, которая позволяет обосновать рациональные режимы работы проточного электроактиватора водного раствора;
 3. Обоснованные параметры и режимы работы проточного электроактиватора для получения дезинфицирующего раствора анолита насыщенного озоном, позволяющие проектировать и изготавливать такое оборудование для проведения профилактических мероприятий на пасеке;
 4. Разработанный и изготовленный проточный электроактиватор для получения дезинфицирующего раствора анолита насыщенного озоном, который повышает эффективность дезинфицирующего раствора, сокращает время на его получение и снижает риск попадания токсичных веществ в продукты пчеловодства.

Степень достоверности полученных результатов

Достоверность результатов научного исследования подтверждается: методами компьютерного моделирования в ПО Comsol Multiphysics 6.1; обработкой экспериментальных данных с помощью ПО STATISTICA, использованием современной измерительной аппаратуры.

Основные положения и выводы работы доложены и одобрены на ежегодных научно-практических конференциях преподавателей ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ по итогам НИР за 2019–2025 гг., а также на Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы в международном трансфере инновационных технологий» (12 февраля 2018 г., Пермь); на 20-й Международной научной конференции «Engineering for rural development» (26–28 мая 2021 г. Елгава, Латвия); на Международной научно-практической конференции «Малая энергетика: проблемы, задачи и перспективы» (15–16 июня 2023 г., Краснодар).

Публикации. Основное содержание работы отражено в 12 печатных работах, в том числе: 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК России, 3 патента и 6 статей – в других изданиях. По результатам исследований автором получены два патента на изобретение и один патент на полезную модель.

Выводы диссертационной работы сформулированы в 8 пунктах, обоснованы, достоверны и соответствуют поставленным задачам исследований. Выводы выражают новую научную информацию по теме диссертационной работы, представлены практические рекомендации и сформулированы дальнейшие перспективы исследований.

Оценка содержания работы

Диссертационная работа Цокур Е.С. содержит введение, три главы, заключение, список использованной литературы, состоящий из 150 наименований, в том числе 11 источников на иностранном языке. Работа изложена на

130 страницах основного машинописного текста, содержит 64 рисунка, 26 таблиц, 11 страниц приложений, включающих документы о внедрении результатов выполненных научных исследований, а также документы, подтверждающие новизну разработанных автором технических средств.

Во введении дана характеристика работы, обоснована актуальность темы диссертации, определена цель и объект исследования, отмечена научная новизна, теоретическая и практическая значимость, степень реализации предложенных решений и результатов исследований. Представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведены общие сведения о болезнях пчёл и способах их лечения, описаны существующие электротехнологические способы повышения эффективности дезинфекции и стимуляции развития биологических объектов, проанализированы особенности применения технологий озонирования и электроактивации водных растворов в пчеловодстве, проведен обзор теоретических исследований по теме работы.

Во второй главе разработана конструкция проточного электроактиватора и обоснован выбор теоретических положений, описывающих основные процессы. В главе также проведено математическое моделирование основных процессов в проточном электроактиваторе, получена обобщенная математическая модель и её реализация в ПО Comsol Multiphysics, предложен способ насыщения анолита озоном в потоке, а именно барбатирование.

В третьей главе изложена методика проведения экспериментальных исследований, приведены результаты проверки адекватности модели тепловых физических процессов в проточном электроактиваторе. В главе показаны результаты влияния параметров процесса получения озонсодержащего анолита на выживаемость плесневого гриба *Penicillium* sp., а также приведены итоги полевых испытаний разработанного проточного электроактиватора. Была разработана принципиальная электрическая схема управления проточным электроактиватором воды и приведен алгоритм его работы, а также рассчитана экономическая эффективность внедрения проточного электроактиватора для профилактической обработки ульев на пасеке в 50 пчелиных семей.

Автореферат полностью отражает основное содержание и структуру диссертации. Полученные соискателем научные результаты в процессе решения поставленной цели исследования достаточно полно отражены им в печатных работах.

Замечания по диссертационной работе

1. В главе 1 пункт 1.2 представлен обзор электротехнологических способов и средств дезинфекции, но отсутствует критический анализ их сравнительной эффективности, что затрудняет оценку преимуществ предлагаемого метода.
2. В пункте 1.3 главы 1 описаны особенности применения технологий озонирования и электроактивации, но не раскрыты конкретные технические

ограничения существующих установок, которые автор стремится преодолеть.

3. В главе 2 математические модели барботирования и теплофизических процессов представлены подробно, но отсутствует описание валидации моделей на реальных данных.
4. В пункте 2.3 результаты компьютерного моделирования не сопоставлены с экспериментальными данными, что могло бы усилить обоснованность выбранных параметров работы установки.
5. В главе 3 описаны экспериментальные исследования, но не указаны погрешности измерений и возможные источники ошибок, что важно для оценки достоверности результатов.
6. В разделе 3.4 представлена схема управления электроактиватором, но отсутствует описание тестирования её работоспособности в реальных условиях.
7. В работе не раскрыты потенциальные риски использования озона для здоровья пчел и персонала, что важно для практического внедрения технологии.
8. В работе не указаны сроки службы ключевых компонентов установки (например, диафрагмы или электродов), что важно для оценки долговечности и затрат на обслуживание.
9. В автореферате и диссертации не указано, какое количество раствора требуется для обработки одного улья, что важно для практического использования.
10. В работе не затронуты вопросы утилизации отходов (например, использованного анолита и полученного продукта католита), что важно с экологической точки зрения.
11. В заключении в выводе 8 указано на снижение заболеваемости пчел, но не приведены количественные данные по сравнению с традиционными методами.

Отмеченные выше замечания не влияют на положительную оценку представленной диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа «Параметры и режимы работы проточного электроактиватора водных растворов с озонированием для профилактической обработки ульев» содержит новые научно-обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития сельского хозяйства в стране, соответствует пунктам 9-14 действующего «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного Правительством Российской Федерации от 24.09.2013 №842 (ред. От 25.01.2024) «О порядке присуждения ученых степеней» и является завершенной научно-квалификационной работой. Автор диссертации Цокур Екатерина Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 4.3.2 «Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса».

Официальный оппонент,
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Эксплуатация энергетического
оборудования и электрических машин»
Азово-Черноморский инженерный институт-
филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный
аграрный университет»



Степанчук Геннадий
Владимирович

Степанчук Геннадий Владимирович
Азово-Черноморский инженерный институт – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет»
347740, Российская Федерация, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21
Официальный сайт: <https://ачгаа.рф>
Телефон: 8-928-957-1643
Адрес электронной почты: g-stepanchuk@mail.ru

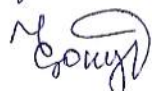
07.04.2025 г.

Подпись, должность, ученые степень и звание Степанчука Г.В. подтверждаю.

Секретарь Ученого совета
Азово-Черноморского инженерного института
ФГБОУ ВО Донской ГАУ
канд. экон. наук, доцент



Н.С.Гужвина

С отзывом официального оппонента ознакомлена
12.05.25  Цукур Е.С.

Председателю диссертационного совета
35.2.019.03 на базе
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ
проф. С.В. Оськину

Сведения об официальном оппоненте

по диссертационной работе Цокур Екатерины Сергеевны на тему «Параметры и режимы работы проточного электроактиватора водных растворов с озонированием для профилактической обработки ульев», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Фамилия, Имя, Отчество	Степанчук Геннадий Владимирович
Ученая степень	Кандидат технических наук, 05.20.02 – Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве
Наименование диссертации	Энергосберегающий многоскоростной электропривод сушильного барабана агрегата АВМ-0,65
Ученое звание	Доцент
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Азово-Черноморский инженерный институт- филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде
Наименование подразделения	Кафедра «Эксплуатация энергетического оборудования и электрических машин»
Должность	Доцент
Адрес организации места работы	347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21
Телефон и официальный сайт организации места работы	+7(6359)-43-3-80 https://ачгаа.рф
Основные публикации официального оппонента, затрагивающие сферу диссертационного исследования соискателя	
1. Методика расчета производительности компрессорного генератора озона / М. А. Таранов, П. В. Гуляев, Г. В. Степанчук [и др.] // АгроЭкоИнфо. – 2022. – № 5(53).	
2. Исследование СВЧ стерилизации зернового субстрата для выращивания мицелия вешенки / П. В. Гуляев, М. М. Украинцев, Г. В. Степанчук [и	

др.] // Сельский механизатор. – 2023. – № 10. – С. 33-35. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-10-33-34-35-40.
3. Степанчук, Г. В. Влияние комбинированной предпосевной обработки на качество рассады томатов / Г. В. Степанчук, П. В. Гуляев, Н. А. Протасова // Сельский механизатор. – 2023. – № 10. – С. 26-29. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-10-26-27-28-29.
4. Параметры рационального воздействия монохроматическим излучением на посевные качества семян огурцов / И. В. Юдаев, Г. В. Степанчук, А. А. Юдин, П. В. Гуляев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 3(75). – С. 385-396. – DOI 10.32786/2071-9485-2024-03-44.
5. Степанчук, Г. В. Комбинированная предпосевная обработка семян как способ их обеззараживания / Г. В. Степанчук, Н. А. Протасова // Агротехника и энергообеспечение. – 2023. – № 4(41). – С. 122-127.
6. On electromagnetic impacts on the water absorption of vegetable seeds in the sown soil layer / N. V. Ksenz, I. G. Sidortsov, G. V. Stepanchuk [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2023. – Vol. 1138, No. 1. – P. 012024. – DOI 10.1088/1755-1315/1138/1/012024.
7. Исследование эффективности влияния однородного электрического поля на качество семян огурцов / И. В. Юдаев, А. С. Казакова, Г. В. Степанчук [и др.] // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69, № 2(47). – С. 25-30. – DOI 10.22314/2658-4859-2022-69-2-25-30.
8. Карстен, Р. В. Исследование эффективности использования оптического способа борьбы с насекомыми-вредителями культурных растений / Р. В. Карстен, Г. В. Степанчук // Активная честолубивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству. – 2023. – № 1(14). – С. 76-83.

Кандидат технических наук по специальности
05.20.02, доцент, доцент кафедры «Эксплуатация
энергетического оборудования и
электрических машин» Азово-Черноморский
инженерный институт-филиал федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Донской
государственный аграрный университет»
в г. Зернограде.

«21» 03 2025 г.



Г.В. Степанчук

Подпись, ученую степень, ученое звание и должность удостоверяю.

Ученый секретарь
Ученого Совета.



 Н.С. Гужвина