

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе и
стратегическому развитию

ФГБОУ ВО «Ставропольский
государственный аграрный университет»
доктор экономических наук, профессор



А.Н. Бобрышев

« 27 » мая 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ставропольский государственный аграрный университет» по диссертационной работе Болотина Владимира Леонидовича на тему «Обоснование параметров работы электроозонаторов для повышения производительности установки выращивания микроводоросли», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.2 – Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Актуальность темы.

Успешное развитие животноводческой и птицеводческой отраслей сельскохозяйственного производства не представляется возможным без наличия сбалансированных кормов. За последние десятилетия разработаны кормовые добавки в виде премиксов, витаминов, аминокислот, биологически активных добавок. Работы в этом направлении продолжаются, так как все эти нововведения способствуют увеличению привесов, повышению продуктивности и сохранности поголовья. В последнее время все чаще встает проблема необходимости внедрения ресурсосберегающих технологий содержания и кормления животных. Одной из таких технологий является использование в качестве витаминно-кормовой добавки и профилактического средства против болезней в рационе сельскохозяйственных животных биомассы микроскопических водорослей.

К ним относится хлорелла – микроскопическое растение, которое является представителем одноклеточных зеленых водорослей и содержащее в своем составе большое количество белка, полного набора незаменимых

аминокислот, углеводов, жиров, витаминов и биологических стимуляторов. В сельском хозяйстве хлорелла используется в виде суспензии. Количество суспензии на голову крупного рогатого скота в дойном стаде необходимое для увеличения удоев до 25% составляет порядка 2 л/сут., для увеличения привесов на откорме КРС и свиней от 30% до 40% потребуется от 3-х до 4 л/сутки. Добавление хлореллы в комбикорма в загущенном виде в количестве 30 – 50 мг/сутки на голову птицы, позволяет повысить яйценоскость до 15 % , увеличить массу яиц на 10-15% и снизить в разы падеж молодняка. Однако в сельском хозяйстве России на сегодняшний день использование суспензии хлореллы в качестве кормовой добавки крайне ограничено. Объясняется это недостаточными промышленными масштабами культивирования. Достаточно высокая энергоемкость производства заключается в том, что технологический процесс выращивания проходит под воздействием излучения светодиодов определенного спектра (для обеспечения эффекта фотосинтеза). Использование этих светодиодов объясняется их повышенными светотехническими характеристиками. При этом потребляемая энергия одной такой лампы составляет 0,3-0,45 кВт·ч, таким образом, в сутки только одна лампа потребляет от 7,0 до 11,0 кВт·ч электроэнергии. Светодиодная панель способна поддерживать оптимальный режим освещения для 8 – 10 емкостей, с объемом одной емкости 10 литров. Таким образом, исходя из тарифа на электроэнергию в Краснодарском крае для юридических лиц и частных предприятий затраты на производство 80 – 100 литров суспензии хлореллы на электроэнергию составят 250-300 рублей, что сопоставимо с десятипроцентной частью реализуемой продукции, так как стоимость одного литра суспензии составляет 30 рублей.

Решением поставленной задачи является применение электроозонирования для повышения урожайности суспензии хлореллы. Это в свою очередь вызывает необходимость определения оптимальных параметров электроозонной технологии и совершенствования существующих электроозонаторов.

Научная новизна полученных результатов

1. Математическая модель тепловых электрических процессов электроразрядного блока электроозонатора для условий работы в изолированной системе.

2. Эффективные параметры обработки при электроозонировании, позволяющие увеличить концентрацию и оптическую плотность раствора суспензии хлореллы.

3. Регрессионные модели влияния концентрации озона в озоновоздушной смеси, продолжительность воздействия, количество обработок на концентрацию клеток и оптическую плотность раствора суспензии хлореллы.

Практическая значимость работы

1. Результаты математического моделирования тепловых электрических процессов при работе электроразрядного блока озонатора.

2. Результаты математического моделирования и экспериментальных исследований, позволяющих определить концентрацию озона, продолжительность воздействия и периодичность обработки суспензии хлореллы, позволяющих увеличить концентрацию клеток и оптическую плотность раствора суспензии хлореллы.

Степень обоснованности и достоверность результатов

Результаты исследований основаны на экспериментальных данных, полученных путем применения методик, разработанных для проведения естественных исследований. Экспериментальные данные получены на современных поверенных приборах, аппаратах и специально смонтированной установке.

Достоверность экспериментальных данных подтверждена согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований, актами внедрения. Выводы основаны на результатах проведенных исследований.

Оценка диссертационной работы и замечания

Диссертационная работа Болотина Владимира Леонидовича состоит из введения, четырёх глав, общих выводов, списка литературы, приложений. Работа содержит 129 страниц основного текста, 39 рисунков, 14 таблиц. Список используемых источников содержит 150 наименований.

Основные результаты исследований опубликованы в 7 печатных работах, в том числе 3 в изданиях из перечня ведущих периодических изданий, определенных ВАК РФ министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 1 патент на изобретение и 3 работы в прочих изданиях.

Изложение диссертации характеризуется логичностью и последовательностью решения поставленных задач.

Замечания по диссертации

1. Автор не объясняет, почему использует не безбарьерный, а барьерный озонатор, хотя диэлектрический барьер усложняет конструкцию.

2. Неясно, как производилось регулирование параметров концентрации озона, экспозиции, температуры окружающей среды.
3. Не упоминаются приборы для экспериментальных исследований, в частности, чем измерялась концентрация озона, и место его измерения (на выходе из генератора, внутри камеры обработки, в середине камеры обработки или другое).
4. Автором не представлено обоснование выбора в качестве материала для диэлектрических барьеров стекла, гетинакса, стеклотекстолита.
5. В работе нет данных о том, как влияет озон на питательную среду для выращивания микроводоросли.
6. Не представлена конструкция и внешний вид разработанного образца электроозонатора, его параметры и характеристики.
7. В работе не приводятся нормативно-технические документы, разрешающие использование электроозонатора в технологическом процессе выращивания микроводоросли.
8. В математических моделях не учитывается качество входного напряжения.

Заключение

Представленная научно-исследовательская квалификационная работа Болотина Владимира Леонидовича на тему «Обоснование параметров работы электроозонаторов для повышения производительности установки выращивания микроводоросли», является завершённой, обладает научной новизной, теоретической и практической значимостью, что подтверждено внедрением результатов исследований, содержит новые решения важной сельскохозяйственной проблемы по повышению производительности установок выращивания микроводоросли, что вносит весомый вклад в рост энергоэффективности производства сельскохозяйственной продукции.

Область исследований и основные научные результаты диссертации соответствуют паспорту 4.3.2 Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса, пунктам 1 и 2.

Представленная диссертация соответствует критериям, изложенным в пунктах 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года №842, а её автор, Болотин Владимир Леонидович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

4.3.2 Электротехнологии, электрооборудование и энергоснабжение агропромышленного комплекса.

Диссертационная работа и отзыв на неё рассмотрены, обсуждены и одобрены на расширенном заседании кафедры электрооборудования и энергообеспечения АПК ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет» протокол № 25 от «27» мая 2026 года.

Заведующий кафедрой электротехники,
физики и охраны труда
доцент, кандидат физико-математических наук

А.А. Яновский

Доцент кафедры электрооборудования и
энергообеспечения АПК
кандидат технических наук

А.А. Лысаков

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Ставропольский государственный аграрный
университет»

Адрес и контактная информация организации: 355017, г. Ставрополь, пер.
Зоотехнический, дом 12. Телефон: +7 (8652) 35-22-82, e-mail: inf@stgau.ru



Подпись Сотрушкин
Удостоверяю: начальник общего отдела
ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ
Александр Крайцовец
27.05.2026