

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Калининченко Романа Владимировича на диссертационную работу Филимонова Дмитрия Александровича на тему «Разработка технических средств для обеспечения экологической безопасности при утилизации животноводческих стоков», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. – «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» в диссертационный совет 35.2.030.03 на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

1. Актуальность темы диссертации

В связи со стремительным развитием сельскохозяйственного производства, в том числе интенсивных агротехнологий, водные объекты Российской Федерации, особенно малые, испытывают значительную антропогенную нагрузку. Это стало одним из решающих факторов, оказывающим влияние на функционирование водных биоценозов, что проявляется как в изменении химического состава и ухудшении качества воды, так и в вариабельности качественных и количественных показателей водных биоценозов. Животноводческие стоки с ферм, которые содержат остатки кормов, навоз и химические вещества, использованные для обработки и ухода за животными стекают с территории ферм в водоёмы с ливневыми и тальными водами, а организованные сточные воды недостаточно очищаются, что наносит урон качеству природных вод и окружающим биогеоценозам в целом.

Эвтрофикация водоёмов из-за высокого содержания в стоках азота, фосфора, серы и тяжёлых металлов приводит к отмиранию водных организмов, расходованию запасов кислорода в воде и накоплению сероводорода, увеличению количества микроскопических водорослей, ухудшению качества воды для питья и повседневного использования и в целом непригодности водоёма для существования любых форм организмов.

Несмотря на существенное количество литературных источников, описывающих проблему и порядок решения загрязнения ландшафтов животноводческими стоками, данный вопрос является актуальным как в научном, так и в производственном плане в связи с поиском наиболее рациональных экономически и экологически обоснованных технологических решений, которые могут и должны быть внедрены в производство без существенной финансовой нагрузки на сельхозтоваропроизводителя и увеличения себестоимости сельскохозяйственной продукции.

2. Научная и практическая значимость работы

Научная новизна исследований заключается в разработке и апробировании технического устройства для детоксикации сточных вод животноводческих комплексов с помощью воздействия на них электрических полей. Автором определена оптимальная конструкция устройства и установлены режимы его работы. Также в диссертационной работе представлена разработанная математическая модель, позволяющая рассчитывать требуемые концентрации азотных соединений в сточных водах, с учетом особенностей природно-климатических, почвенных условий сельскохозяйственных полей утилизации.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы заключается в реализации математической модели и установлении методики расчета необходимых концентраций азотных соединений в сточных водах животноводческих комплексов, для последующей их дезактивации с предотвращением или минимизацией загрязнения агроландшафтов и прилегающей окружающей среды.

Практическая значимость исследований заключается в непосредственной разработке установки для обработки стоков электрическими полями, которая может быть применена в сельскохозяйственном производстве с целью нивелирования негативного влияния побочных продуктов животноводства на экологическое состояние агроландшафтов, параметры плодородия почв, продуктивность и качество продукции растениеводства, птицеводства и животноводства.

Апробация результатов диссертационной работы подтверждается участием в 5-ти научных и научно-практических конференциях, а также заявкой на патент № 2025106028 на разработанное техническое средство для детоксикации сточных вод животноводческих комплексов с помощью воздействия на них электрических полей.

3. Анализ содержания диссертации и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Диссертационная работа изложена на 131 странице машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, 32-х таблиц, 31-й формулы и 42-х рисунков, заключения, списка литературных источников, включающего 122 наименования, в том числе 30 на иностранном языке и 2-х приложений.

Во **ВВЕДЕНИИ** автором подробно раскрыты актуальность темы исследования, степень разработанности темы, чётко поставлены цели и задачи работы, определена научная новизна, указаны цель работы и поставлены задачи исследования, указаны объект и предмет диссертационного исследования. Автор определяет положения, выносимые на защиту, и отмечает научную новизну работы, приводит обоснование теоретической и практической значимости работы и применяемой в исследованиях методологии и методах исследования. Обоснованность работы и достоверность результатов обеспечивается большим объемом экспериментальных данных.

В первой главе рассмотрены публикации по рассматриваемой проблеме. На основе анализа данных источников диссертантом Д.А. Филимоновым поставлена цель исследований и сформулирован ряд задач, решение которых обеспечит решение приведённой цели исследований. В главе проанализирована информация по виду и составу сточных вод, в том числе от КРС и свинокомплексов, приведена классификация сточных вод в АПК, рассмотрено распределение отходов АПК по отраслям. В п. 1.2 «Сточные воды животноводства и агропромышленного комплекса» автор анализирует нормативно-правовую базу, справедливо указывая на опасность негативного воздействия состава животноводческих стоков на окружающую среду. При изучении условий образования сточных вод животноводческих комплексов диссертант приводит схемы удаления навоза с животноводческих ферм и, анализируя бактериологические показатели навоза КРС и свиней при подстилочном и бесподстилочном способах его удаления, делает закономерный вывод и необходимости детоксикации побочных продуктов животноводства для дальнейшего использования и утилизации.

Во второй главе подробно рассмотрены технология сбора и хранения побочных продуктов животноводства, в том числе рассмотрены схемы конструкции открытой пленочной лагуны для хранения животноводческих стоков, приведены методы обеззараживания сточных вод животноводческих комплексов, схемы установки обеззараживания сточных вод и классификация электрохимических способов очистки сточных вод. Автор, рассматривая принцип действия электрических полей, делает заключение об эффективности обеззараживания стоков животноводческих комплексов электролизом. Также в главе анализирует технологические приёмы внесения стоков животноводческих комплексов на сельскохозяйственные поля и приводит в технические характеристики машин для внесения

жидких удобрений (спредеров). Автор также анализирует схемы внутрипочвенного и поверхностного внесения сточных вод животноводческих комплексов. В завершении главы диссертант приводит средние показатели производственных затрат по внесению животноводческих стоков и жидкого навоза с учетом базовых цен на 2024 год.

Третья глава посвящена анализу проведенных экспериментальных исследований по определению конструкции и материалов для установки детоксикации стоков животноводческих комплексов. В первой части главы автор рассматривает сущность электролиза водных растворов как физико-химический процесс, при котором электрический ток применяется для приведения в химическую реакцию растворов; приведена принципиальная схема электролиза водных растворов.

Во второй части главы непосредственно приводятся данные по обоснованию методики, схеме постановки опыта и результаты экспериментальных исследований по подбору материала электродов для электролизной установки детоксикации животноводческих стоков. Автор приводит описание экспериментальных исследований по 5-ти вариантам опытов с различными видами электродов и делает вывод о наиболее эффективных вариантах с использованием электродов «алюминий – алюминий» и «алюминий – графит», в которых снижение концентрации аммонийных соединений составило 50% от начальной.

В третьей части главы автор анализирует результаты экспериментальных исследований снижения концентрации аммония в статической установке, для которой была выбрана схема по варианту 4, принципиально состоящая из алюминиевого катода и анода, выполненного из графита. Диссертант приводит параметры установки, в том числе параметры электродов, а также параметры схемы проведения опыта на данной установке. Результаты лабораторных экспериментов по снижению концентрации аммония (100-500 мг/л) в разработанной динамической электролизной лабораторной установке, свидетельствуют о 50%-м снижении концентрации аммония по всем вариантам концентраций при обработке растворов в течении 30 секунд и о существенном снижении (до 6%) по всем вариантам при обработке растворов в течение 60 сек. Автор делает вывод, что вариант обработки электролита электрическими полями в статической установке №2 по варианту 4, «алюминиевый катод и графитовый анод», эффективно снижает содержание аммония в растворе.

В четвертой части главы автор анализирует результаты экспериментальных исследований снижения концентрации аммония в разработанной динамической электролизной лабораторной установке, которая является прототипом промышленной установки для детоксикации сточных вод животноводческих комплексов и повышения эффективности электролиза катиона аммония. Приводится описание конструктивных особенностей установки и принципа её работы. Результаты экспериментальных исследований изменения концентрации аммонийных соединений в динамической лабораторной установке показали увеличение её эффективности работы при увеличении рабочей части электролизера и уменьшении скорости электролита.

В четвертой главе рассмотрены результаты исследований по конструированию математической модели расчета утилизационной способности сельскохозяйственных полей по физико-химическим свойствам почвы и приведена методика расчета утилизационной способности сельскохозяйственных полей с детоксикацией стоков электрическими полями. Также автором подробно анализируются три способа шлангового внесения стоков животноводческих комплексов: 1) способ заправки в почвенный слой; 2) способ поверхностного внесения; 3) заправка в подпочвенный слой.

В результате расчетов были определены и предложены оптимальные площади сельскохозяйственных полей из условия предотвращения или минимизации загрязнения окружающей среды соединениями аммония, и экологически безопасные концентрации NH_4 в

сточных водах животноводческого комплекса, которые должна обеспечить разработанная динамическая электролизная установка, исходя из разовых максимальных объёмов стока, размещаемых в почве (500 м³ и 1250 м³).

В пятой главе приведён сравнительный расчёт экономической эффективности утилизации сточных вод животноводческих комплексов с их детоксикацией электрическими полями, в котором учтены экономические затраты по внесению животноводческих стоков на сельскохозяйственные поля шланговыми системами и топливные затраты по внесению сточных вод шланговыми системами восьмичасовую рабочую смену.

Во второй части главы автор приводит расчёт эксплуатационных затрат динамической электролизной установки, в которой, в том числе, представлены результаты расчёта затрат энергопотребления динамической электролизной установки для детоксикации стоков сельхозпредприятия «Бежецк – Агро». В виде сводных таблиц диссертант представляет результаты расчёта затрат энергопотребления динамической электролизной установки для детоксикации животноводческих стоков, а также в качестве интегральных показателей проводимых исследований приводит результаты оценки экономических затрат по внесению животноводческих стоков шланговыми системами при разных сценариях.

Анализ технико-экономических затрат позволил автору сделать вывод, что использование чизельного плуга увеличивает эксплуатационные затраты, т.к. его применение влияет на расход топлива. А рассмотренные сценарии 1.1 (использование разработанной динамической электролизной установки, экологически безопасная концентрация аммония 85 мг/л) и 2.1 (поверхностное распределение животноводческих стоков с применением электролизной динамической установки при концентрации вносимых ППЖ 85 г/л по аммонийному азоту) поверхностного внесения показывают лучший результат по топливной экономичности.

Диссертантом также проведены расчёты по анализу экологического ущерба от загрязнения поверхностных и грунтовых вод животноводческими стоками. Следует отметить, что подобные расчёты очень важны как при оценке деятельности сельскохозяйственных предприятий, так и в природно-охранном законодательстве, так как негативные последствия, вызванные загрязнением окружающей среды, утратой и истощением природных ресурсов, разрушением экосистем, которые создают угрозу для здоровья человека, растительного и животного мира, а также для материальных ценностей.

Автором приведены результаты расчёта затрат на возмещения экологического ущерба понесённого свиногомкомплексом ООО «СПФО» от сброса жидких навозных стоков в реку Меча, в том числе расходы на судебные взыскания и стоимость рекультивационных мероприятий на всём участке загрязнения. На основании приведённых расчётов диссертант делает вывод, что применение разработанной динамической электролизной установки позволяет предотвратить ущерб окружающей среде, и значительно снизить экономические и материальные затраты на утилизацию сточных вод животноводческих комплексов.

В конце каждой главы приведены основные выводы по её содержанию.

В диссертационной работе автор выносит на защиту 3 (три) научных положения, каждое из которых корректно сформулировано, логически связаны между собой и соответствуют поставленной цели и сформулированным задачам.

Общие выводы по проведённым исследованиям приведены в соответствующем разделе диссертации. Сформулированные в диссертационной работе выводы логически вытекают из материалов исследований, являются концентрированным выражением полученных соискателем результатов. Это касается разработанной математической модели и предложенной методики расчёта необходимых концентраций азотных соединений в сточных водах животноводческих комплексов.

Достоверность полученных научных результатов обеспечена тем, что при проведении полевых исследований и лабораторных экспериментов были использованы установки и приборы, работающие на основополагающих физических принципах, и обеспечивающие получение результатов с высокой степенью точности.

Эксперименты проводились на основании методик и стандартов с использованием комплекса современного оборудования.

4. Соответствие публикаций и автореферата основным положениям диссертации

Представленные в диссертации научные положения, выносимые на защиту, в необходимом объёме представлены в 6 научных работах, в том числе 2 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК и в статьях в изданиях, индексируемых в международных цитатно-аналитических базах данных,

Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации и отражает её сущность. В автореферате приведены общая характеристика работы, в том числе актуальность исследований, цель и задачи диссертации, объект и предмет исследований, научная новизна и значимость работы, кратко описано основное содержание работы по пяти главам диссертации, которые в сжатом виде отражают её содержание. В конце автореферата приведено заключение, включающее 4 пунктов, каждый из которых полностью отвечает поставленным задачам.

5. Замечания по диссертационной работе

Вместе с тем к рукописи диссертации есть замечания:

1. На стр. 6 автореферата автор отмечает: *«Минеральная часть азота в стоках содержится в основном в виде аммония, нитратов по сравнению с ним мало, но при внесении в почву под действием нитрифицирующих бактерий аммоний трансформируется в нитраты, которые обладают большой подвижностью и не сорбируются почвой. Таким образом, в почвенном покрове сельскохозяйственных полей, на которых производится сельскохозяйственная продукция растениеводства, образуется избыток NO_3 »*. Если нитраты обладают большой подвижностью, то каким образом в почвенном покрове образуется избыток NO_3 ?
2. На стр. 74 диссертации в разделе 3.3 для статической электролизной установки была выбрана схема по варианту 4, принципиально состоящая из алюминиевого катода и анода, выполненного из графита. В разделе не указано – почему выбран именно вариант №4 «алюминий – графит», а не вариант №2 «алюминий – алюминий», ведь он показал также 50%-е снижение на установке №1?
3. В таблицах 22-24 на стр. 85-86 диссертационной работы представлены результаты экспериментальных исследований изменения концентрации аммонийных соединений в динамической лабораторной установке, при различных начальных концентрациях NH_4 (300, 400 и 500 мг/л). Не ясно – почему при различных длинах рабочей части электролизера выбраны различные периоды времени обработки при одной и той же концентрации? В данном случае, согласно данным таблиц, время обработки напрямую зависит от длины рабочей части установки.
4. На рисунке 39 стр. 89 диссертации приведены способы шлангового внесения стоков животноводческих комплексов: 1) способ заправки в почвенный слой; 2) способ поверхностного внесения; 3) заправка в подпочвенный слой. Что такое «подпочвенный слой»? Подпочвенный слой – это материнская почвообразующая порода, не затронутая процессами почвообразования. У данного слоя почвы есть своё генетическое название. В

методике исследований следовало бы привести характеристики пахотного и подпахотного слоёв и дать генетическое описание почвенным горизонтам.

5. На стр. 112 диссертационной работы автор делает вывод: «Применение разработанной динамической электролизной установки позволяет предотвратить ущерб окружающей среде, и значительно снизить экономические и материальные затраты на утилизацию сточных вод животноводческих комплексов». На наш взгляд, для более точного обоснования данного утверждения следовало привести сопоставимый анализ относительных экономических показателей результатов исследования, а именно: 1. «Затраты на применение электролизной установки по предотвращению ущерба окружающей среде» (руб./га) и 2. «Затраты на возмещения экологического ущерба понесенного свинокомплексом ООО «СПФО» от сброса жидких навозных стоков в реку» (руб./га).

6. Заключение по диссертации

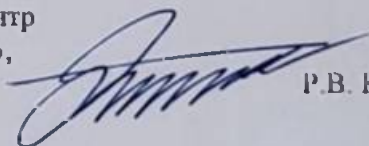
Представленная диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая изложена доступным для понимания языком с использованием общепринятых технических и научных терминов и оставляет хорошее впечатление после её изучения. Значительный объём собранного материала хорошо проработан и иллюстрирован. Содержание работы соответствует критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата наук. Текст рукописи диссертации отвечает требованиям, предъявляемым к научным работам соответствующей квалификации. Представленная тематика и соответствующие исследования, приведенные в работе, подтверждают её соответствие паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса. Анализ рукописи диссертации и автореферата показал, что работа отличается оригинальной постановкой и решением научных задач, выполнением исследований по единой методике, грамотным и последовательным анализом полученных результатов.

На основании вышеизложенного считаем, что представленная к защите диссертация является завершённой научной работой, а приведённые выше замечания носят дискуссионный характер и не влияют на высокую оценку работы, которая соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор, Филимонов Дмитрий Александрович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ:

С.н.с. Отдела физики, гидрологии и эрозии почв
ФГБНУ Федеральный исследовательский центр
«Почвенный институт имени В.В. Докучаева»,
канд. с.-х. наук, доцент

«29» 08 2025 г.



Р.В. Калининченко

Калининченко Роман Владимирович: 8 (926) 581-38-32; kalinichenko_rv@esoil.ru

Наименование организации: ФГБНУ ФИЦ "Почвенный институт им. В.В. Докучаева"
Адрес: 119017, Москва, Пыжевский пер., д.2, стр.8-Б1/М Третьяковская, Полянка
Телефон: +7 (495) 953-04-57 факс +7 (495) 951-50-37
E-mail: info@esoil.ru

Подпись Калининченко Романа Владимировича заверяю
Начальник Управления кадрами



/Смирнов Д.Ю./