

Отзыв

на автореферат диссертации **Щеглова Глеба Андреевича**
на тему: «**Разработка технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота в условиях северных широт России**», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 1.5.15. Экология

Диссертационная работа Щеглова Г.А. посвящена решению актуальной научно-технической проблемы очистки сточных вод горнодобывающих предприятий, расположенных в Арктической зоне РФ, от неорганических соединений азота. Актуальность темы не вызывает сомнений и подтверждается стратегическими документами Российской Федерации в области экологической безопасности, а также многолетней проблемой загрязнения водных объектов (на примере системы реки Кенти в Республике Карелия) соединениями азота, содержащимися в сточных водах после взрывных работ.

Автор исследования, Щеглов Г. А., поставил перед собой сложную междисциплинарную цель — усовершенствовать технологии биологической очистки с использованием микроводоросли *Chlorella vulgaris* и метода электромагнитного воздействия. Для достижения цели автором успешно решен ряд взаимосвязанных научных задач, включая: поиск резонансных частот электромагнитного излучения крайне высоких частот (ЭМИ КВЧ) для стимуляции роста *C. vulgaris*; экспериментальное обоснование способности культуры к утилизации аммония и нитратов в различных температурных условиях (от 1 до 26 °С); разработку технологических решений, включающих предварительное голодание культуры и её облучение для повышения эффективности очистки; оценку возможности применения разработанной технологии в условиях северных широт.

Положения, вынесенные на защиту, убедительно доказаны, проработаны и апробированы на 7 научных конференциях, включая международные, а также опубликованы в 12 печатных работах, из которых 5 — в изданиях, рекомендованных ВАК.

Теоретическая ценность исследования заключается в том, что Щеглов Г. А. впервые установил действующую резонансную частоту ЭМИ КВЧ (40 ГГц), позволяющую интенсифицировать рост *C. vulgaris*. Кроме того, автором доказано, что культивирование водоросли на безазотной среде повышает её толерантность к низким температурам и способность утилизировать нитраты.

Практическая значимость исследования не вызывает сомнений. Автором разработана технологическая схема очистки сточных вод, подтвержденная актами внедрения на предприятиях (ООО «Ловозерский ГОК», ГОАП «Мурманскводоканал»). Результаты работы использованы для актуализации информационно-технического справочника (ИТС 8-2022) и внедрены в образовательный процесс. Особый интерес представляет эколого-экономическое обоснование проекта: срок окупаемости 2,7 года при экономическом эффекте 75,6 млн. рублей в год, что подтверждено проектной организацией.

Особого внимания заслуживает тот факт, что работа выполнена для суровых климатических условий северных широт, где традиционные биологические методы малоэффективны. Предложенное автором использование сбросного тепла обжиговых

печей для подогрева воды в биореакторах является удачным примером симбиоза промышленности и экологии, вносящим вклад в развитие принципов устойчивого природопользования.

В работе показано, что облучение водоросли ЭМИ КВЧ эффективно в чистой среде (рост в 6,8 раза), однако в сточной воде этот показатель снижается до 15%.

Среди замечаний можно отметить следующие:

1. В таблицах 1, 2, 3, 5 используется нестандартное объединение ячеек, из-за чего логика прочтения матрицы экспериментов не всегда очевидна. Например, в таблице 1 «Матрица планирования экспериментов» сложно понять, к каким именно условиям относятся колонки.

2. В пункте 2 научной новизны (стр. 6) указано: «эффективность утилизации аммония возрастает на 10% и нитратов на 4% по сравнению с экспериментами без облучения ЭМИ КВЧ». Не очень понятно, проценты от чего именно имеется в виду. Не указано, абсолютное это повышение эффективности (с 85% до 95%) или относительное.

3. Имеется противоречие в интерпретации результатов по нитратам. Так, в эксперименте № 2.1 (стр. 15, рис. 4) автор делает вывод: «Динамика концентрации нитратов не показала значимого снижения... отмечены лишь незначительные колебания». В эксперименте № 2.2 (стр. 17, рис. 6) с культурой, выращенной на безазотной среде, говорится: «во всех пробах было зафиксировано снижение концентрации нитратов», но при низких температурах оно «было незначительной и неэффективной». Однако из графика (рис. 6) при 1-17°C снижение действительно выглядит минимальным, что скорее подтверждает вывод из эксперимента 2.1 о том, что без тепла нитраты не утилизируются. Имеет смысл четче разделить выводы: нитраты эффективно утилизируются только при 26°C, независимо от предыстории культуры, а при низких температурах процесс практически останавливается.

4. Автор использует культуру, выращенную на безазотной среде (эксперимент №2.2), и утверждает, что она «начинает утилизировать аммоний при более низких температурах». Однако на рисунке 5 (стр. 16) видно, что при 7°C и 17°C снижение концентрации аммония хоть и есть, но оно незначительно по сравнению с 26°C. Требуется пояснение механизма: почему «голодающая» культура должна лучше работать на холоде. Это вывод требует более глубокого физиологического обоснования.

5. Автор резюмирует, что облучение в загрязненной воде дает прирост биомассы на 15%, повышая утилизацию аммония на 10% и нитратов на 4%. В условиях технического регулирования такие цифры (особенно 4%) могут лежать в пределах погрешности измерения или быть экономически нецелесообразными. Сам автор указывает, что «требуется дальнейшее экономическое обоснование» (стр. 20), что ставит под сомнение безусловную эффективность предложенного способа в составе итоговой технологии.

6. В работе не рассматривается вопрос утилизации биомассы водорослей после очистки. Сама по себе водоросль *C. vulgaris*, наращивая биомассу, забирает азот из воды. Но что происходит с этой биомассой дальше, не ясно. Если она отмирает и разлагается в том же водоеме, азот может вернуться обратно (аммонификация).

Автор упоминает этот недостаток фитоочистных систем (стр. 4), но не показывает, как его избегает в своей технологии. Вместе с тем, это ключевой момент для любой биологической очистки.

Также имеется следующий вопрос. Планируется ли в дальнейших исследованиях изучать влияние компонентного состава реальных сточных вод (например, присутствия тяжелых металлов) на ослабление стимулирующего эффекта ЭМИ КВЧ, или этот фактор учтен в технологическом регламенте как понижающий коэффициент эффективности? Необходимо отметить, что данный вопрос не влияет на общую высокую оценку работы.

Автореферат демонстрирует, что диссертантом проведен большой объем экспериментальной работы. Основные замечания носят либо технический характер в части оформления, либо касаются интерпретации результатов и полноты обоснования технологических решений. Наиболее серьезным содержательным замечанием является потенциальная проблема вторичного загрязнения при разложении биомассы водорослей. В целом, работа производит впечатление законченного научного исследования, а перечисленные замечания не снижают ценности выполненного научного труда.

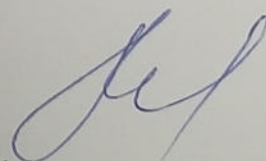
Анализируя автореферат, можно отметить, что Щеглов Г.А. хорошо разбирается в сложной межпредметной тематике биотехнологий, биофизики и промышленной экологии, владеет современными методиками эксперимента, умеет четко и аргументированно описывать полученные результаты.

Диссертационная работа Щеглова Глеба Андреевича на тему: «Разработка технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота в условиях северных широт России», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология, представляет собой завершённую, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, содержащую новые научные результаты, полученные лично автором, соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», утверждённого приказом от 14.09.2023 № 103 ОД (в действующей редакции).

Автор диссертационной работы, Щеглов Глеб Андреевич, заслуживает присуждения ему искомой учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Рецензент:

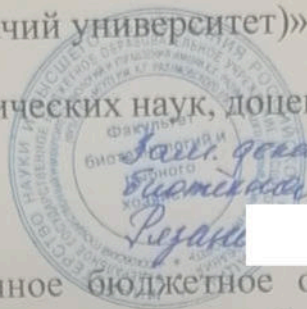
27.02.2026



Кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии и природопользования факультета биотехнологии и рыбного хозяйства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)» **Медянкина Мария Владимировна**

Подпись кандидата биологических наук, доцента Медянкиной Марии Владимировны удостоверяю:



Доктор наук факультета биологии и агроинженерства
Рязанский

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)», 109004, Москва, ул. Земляной Вал, д. 73, телефон: +7 (495) 915-03-73, e-mail: rectorat@mgutm.ru