

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА
РХТУ.1.5.01 РХТУ им. Д. И. Менделеева
по диссертации на соискание учёной степени кандидата наук
аттестационное дело № 2/26
решение диссертационного совета
от 7 апреля 2026 г., протокол № 15

О присуждении учёной степени кандидата технических наук Щеглову Глебу Андреевичу, представившему к защите диссертационную работу на тему: «Разработка технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота в условиях северных широт России» по научной специальности 1.5.15. Экология (технические науки).

Диссертационная работа принята к защите 17 февраля 2026 г. диссертационным советом РХТУ.1.5.01 РХТУ им. Д. И. Менделеева (протокол № 14).

Состав диссертационного совета утверждён в количестве 21 человека приказом и. о. ректора РХТУ им. Д. И. Менделеева от 06 декабря 2022 г. № 553 А «О создании диссертационного совета РХТУ.1.5.01» (с изменениями, утвержденными приказом и.о. ректора №232 А от 16 сентября 2024 г., приказом ректора № 72 ОД от 03 апреля 2026 г.).

Щеглов Глеб Андреевич, 1997 года рождения, в 2018 г. получил диплом бакалавра (с отличием) в Мурманском арктическом государственном университете (ныне – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Мурманский арктический университет») по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. В 2020 г. окончил магистратуру в Мурманском арктическом государственном университете по направлению 06.04.01 Биология.

Щеглов Г.А. выполнял диссертационную работу в Институте проблем промышленной экологии севера Федерального государственного бюджетного учреждения науки **Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИППЭС ФИЦ КНЦ РАН)** в период с 14 сентября 2020 г. по 13 сентября 2024 г., обучаясь на базе института в аспирантуре по направлению 1.5.15 Экология.

В настоящее время Щеглов Г.А. работает в должности инженера в лаборатории междисциплинарных эколого-экономических исследований №24 ИППЭС ФИЦ КНЦ РАН.

Справки об обучении в аспирантуре ФИЦ КНЦ РАН и о сдаче кандидатских экзаменов выданы Щеглову Г.А. 16 октября 2026 г. в ФИЦ КНЦ РАН.

Научный руководитель – доктор технических наук по специальности 05.17.02 Технология редких и рассеянных элементов, главный научный сотрудник Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» Маслобоев Владимир Алексеевич.

Официальные оппоненты:

– доктор технических наук, профессор **Ксенофонтов Борис Семенович**, профессор кафедры «Экология и промышленная безопасность» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)».

– доктор технических наук, доцент **Ульрих Дмитрий Владимирович**, декан Факультета инженерной экологии и городского хозяйства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ).

Ведущая организация:

– Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»**.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 12 печатных работах, в том числе в 4 работах в рецензируемых научных изданиях, из них 2 – в научных изданиях, включенных в международную базу цитирования GeoRef, и 2 – в изданиях, рекомендованных

ВАК РФ для опубликования основных результатов научных исследований по специальности 1.5.15 Экология.

Основные научные результаты представлены в следующих публикациях.

1. **Щеглов Г.А.** Возможность использования *Chlorella* для снижения антропогенной нагрузки горного производства на озерно-речную систему Карелии // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2023. № 6. С. 107–116. DOI: 10.17076/lim1789 (**GeoRef**).

Исследована способность водоросли рода *Chlorella*, выращенной на безазотной среде, утилизировать при различных температурных условиях соединения азота из сточных вод горнодобывающих производств на примере карьерных вод предприятия АО «Карельский окатыш». Достигнуто успешное культивирование водоросли на сточных водах, 94% удаление аммония и 96% удаление нитратов из сточных вод.

2. **Щеглов Г.А.** Изменение концентраций неорганических соединений азота в сточных водах горнодобывающего предприятия микроводорослью *Chlorella vulgaris* // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2023. Т. 26, № 2. С. 191–199. DOI: 10.21443/1560-9278-2023-26-2-191-199 (**GeoRef, Белый список**).

В работе анализируется способность микроводоросли *Chlorella vulgaris* поглощать и использовать разные формы неорганических соединений азота в сточных водах горнодобывающей промышленности на примере сточных вод отстойника карьера и хвостохранилища предприятия «Карельский окатыш» (г. Костомукша, Республика Карелия). Установлено, что при культивировании *Chlorella vulgaris* при температуре 26 °С, аэрации и искусственном освещении концентрация аммония снижалась.

3. **Щеглов Г.А.** Стимулирование роста *Chlorella* в зависимости от длительности воздействия электромагнитного излучения крайне высоких частот // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. Т. 31. № 2. С. 225–231. DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-2-225-231 (**Белый список, Перечень ВАК**).

Выявлено оптимальное время экспозиции ЭМИ КВЧ 40 ГГц для стимулирования роста одноклеточной микроводоросли *Chlorella vulgaris*. Максимальный стимулирующий эффект был отмечен при времени экспозиции 120 мин (2 ч). Прирост биомассы за 24 ч выше контрольных значений в 6,84 раза при экспозиции 120 мин. Полученные результаты важны для создания методик культивирования микроводорослей.

4. **Щеглов Г.А., Маслобоев В.А.** Методы исследования эффектов электромагнитного излучения на микроорганизмы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. Т. 31. № 2. С. 179–190. DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-2-179-190 (**Белый список, перечень ВАК**).

Проведен обзор исследований и методов исследования эффектов ЭМИ на организмы. Дана оценка методологических подходов к исследованию воздействия ЭМИ. Рассмотрены исследования по воздействию ЭМИ на микроорганизмы, эубактерии. Предложено изучать воздействие излучений длительностью несколько часов с применением методов спектрофотометрии и флуориметре.

5. **Щеглов Г.А., Маслобоев А.В.** Особенности утилизации неорганических соединений азота биологическими методами для повышения экологической безопасности региона // Экология промышленного производства. – 2025. – № 3(131). – С. 31-34. DOI: 10.52190/2073-2589_2025_3_31 (**Белый список**).

Рассмотрены особенности утилизации неорганических соединений азота биологическими методами с применением микроводоросли *Chlorella vulgaris*, обработанной ЭМИ КВЧ. Установлено, что применение ЭМИ КВЧ позволило увеличить концентрацию биомассы микроводоросли на 15 %, эффективность утилизации аммония на 10 % и нитратов на 4 %.

Основные положения обсуждены на 7 научно-технических конференциях и симпозиумах, в том числе 3 – международного уровня. Личный вклад автора заключается в разработке методик исследований; проведении в рамках работы всех экспериментов. В совместных публикациях доля диссертанта составляла 70-75%. Автором выполнен анализ полученных результатов и подготовлены материалы для опубликования научных статей, а также для регистрации базы

данных (база данных №2025625718 зарегистрирована в Реестре баз данных 04 декабря 2025 г.).

На диссертацию поступили отзывы:

1. **Официального оппонента** – доктора технических наук, профессора **Ксенофонтова Бориса Семеновича**, профессора кафедры «Экология и промышленная безопасность» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»).

В отзыве отражены актуальность темы диссертации, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, достоверность результатов исследования и обоснованность выводов, охарактеризованы структура и содержание работы. Отмечено, что актуальность темы определяется несколькими взаимосвязанными факторами: стратегическим вектором государственной политики по снижению сбросов загрязнённых сточных вод; ярко выраженным прикладным характером проблемы; междисциплинарностью предлагаемого автором подхода.

В отзыве высказаны замечания и приведены вопросы к автору:

1. Исследования выполнены на лабораторной установке ..., однако вопросы масштабного перехода (scaling-up) – равномерность распределения ЭМИ КВЧ в большом объёме, гидродинамическая структура потока – остались за рамками обсуждения.

2. Не вполне ясно, будет ли наблюдаться аналогичный эффект селективности воздействия ЭМИ КВЧ на нативных сообществах фитопланктона, не потребуется ли постоянное инокулирование производственной культурой.

3. В тексте отсутствуют данные о содержании биогенных элементов и тяжёлых металлов в биомассе, «выращенной» на сточных водах. Для обоснования безопасности и товарной ценности вторичного ресурса такие исследования необходимы.

4. В диссертационной работе представлены результаты, относящиеся к изменению нитрит-ионов, однако в положениях, выносимых на защиту, они отражения не получили.

5. Расчёт эксплуатационных затрат на биореакторный модуль представляется несколько оптимистичным: не учтены затраты на замену источников УФ-излучения, а также на утилизацию отработанной биомассы.

6. На ряде графиков отсутствуют обозначения показателей на осях; присутствуют выражения типа «объём сточных вод ... превышает ПДК»; автор вольно относится к правилам пунктуации.

При этом отмечено следующее: «Высказанные замечания не затрагивают основных защищаемых положений, не опровергают достоверность полученных результатов и не снижают общей положительной оценки диссертации».

Заключение по работе положительное: «Диссертация Щеглова Глеба Андреевича «Разработка технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота в условиях северных широт России» представляет собой завершённую, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи – разработки технологической схемы и обоснование целесообразности биотехнологической очистки производственных сточных вод с использованием микроводоросли *Chlorella vulgaris*, интенсифицированной электромагнитным излучением крайне высоких частот.

Работа обладает внутренним единством, характеризуется логичностью построения, достоверностью экспериментальных данных и аргументированностью выводов.

По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, объёму выполненных исследований диссертационная работа Щеглова Глеба Андреевича на тему: «Разработка технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота в условиях северных широт России» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, предусмотренным Положением о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», утвержденным приказом и. о. ректора РХТУ им. Д. И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД. Автор диссертационной работы,

Щеглов Глеб Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология (технические науки)».

2. Официального оппонента – доктора технических наук, доцента **Ульриха Дмитрия Владимировича**, декана Факультета инженерной экологии и городского хозяйства Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» (СПбГАСУ).

В отзыве подтверждается актуальность выбранной темы диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов. В частности, отмечено: «Диссертация Щеглова Г.А. характеризуется новизной, теоретической значимостью и практической ценностью полученных результатов, которые являются достоверными и научно-обоснованными».

В отзыве высказаны замечания и приведены вопросы к автору:

1. В диссертации представлены графические интерпретации результатов, но не приведены исходные данные и расчёты средних значений. Демонстрация исходных данных повысила бы наглядность результатов.

2. Исследования выполнены на лабораторных установках с объёмом проб 0,2 дм³. Для подтверждения работоспособности разработанной технологии в условиях реального хвостохранилища целесообразно проведение пилотных испытаний на укрупнённых установках.

3. В результатах показано, что облучение с частотой 40 ГГц в течение 120 минут обеспечивает максимальный стимулирующий эффект: прирост биомассы за 24 часа превышает контроль в 6,84 раза, однако не обсуждены возможные механизмы действия электромагнитного излучения крайне высоких частот на водоросль *C. vulgaris*.

4. В автореферате приведены 5 статей ВАК, из них 3 – в журналах, индексируемых Chemical Abstracts и GeoRef. Однако в диссертации не указан личный вклад автора в опубликованных в соавторстве работах (заявленные 80–90% следовало бы конкретизировать по каждой статье).

5. Использование *C. vulgaris* для утилизации соединений неорганического азота предполагает накопление избыточного объёма биомассы водоросли. В диссертации отмечается возможность применения водоросли как удобрения. Однако данный вопрос требует изучения ввиду загрязнения вод не только соединениями азота, но ещё и тяжёлыми металлами. Вопрос последующего использования или утилизации биомассы важен для оценки полного жизненного цикла предлагаемой технологии.

Оппонент отмечает: «Высказанные замечания не затрагивают сути защищаемых положений и не ставят под сомнение достоверность полученных результатов; они могут быть учтены автором в дальнейших исследованиях».

Заключение по работе положительное: «Диссертация Щеглова Глеба Андреевича на тему «Разработка технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота в условиях северных широт России» является законченной научно-квалификационной работой, характеризуется новизной, теоретической значимостью и практической ценностью полученных результатов, которые являются достоверными и научно-обоснованными. Представленная работа отличается высоким уровнем внутренней логической связности, чётким единством содержания и последовательностью изложения. Она демонстрирует полноту изложения материала и содержит новые результаты, что свидетельствует о её самостоятельности и оригинальности.

Оппонент считает, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор – Щеглов Глеб Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология (технические науки)».

3. Ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук».

В отзыве отмечена актуальность темы, научная новизна и практическая значимость исследования – «Тематика работы находится в русле приоритетных направлений государственной политики в Арктической зоне, обозначенных в Указах Президента РФ... и непосредственно связана с реализацией Федерального проекта «Вода России». В работе рассмотрена реальная экологическая ситуация загрязнения озерно-речной системы реки Кенти (Республика Карелия) техногенными водами АО «Карельский окатыш». Установлено стимулирующее действие электромагнитного излучения крайне высоких частот (ЭМИ КВЧ) на частоте 40 ГГц на микроводоросль *Chlorella vulgaris*, позволяющее увеличить скорость прироста биомассы в 6,8 раза. Определены оптимальные параметры облучения (частота, продолжительность экспозиции)».

Несмотря на положительные стороны исследования, к работе имеется ряд замечаний технического и содержательного характера:

1. Механизм воздействия ЭМИ продемонстрирован неубедительно. Неясно, как мог быть показан эффект на биомассе, которая является функцией содержания хлорофилла-а (Ф 2.6), но при этом эффекта на содержании самого хлорофилла-а выявлено не было?

2. Необходимо пояснить причины выбора именно теплолюбивой культуры *C. vulgaris* для применения в условиях северных широт для очистки сточных вод, т.к. указанные автором во введении положительные экономические эффекты этой культуры в виде потенциального использования отработанной массы водоросли в хозяйстве (удобрений, корма для рыб и скота) сомнительны ввиду её загрязнения тяжёлыми металлами в условиях сточных вод предприятий горно-металлургического комплекса, но при этом связано с существенными проблемами поддержания необходимой для культивирования этой водоросли температуры среды (26 °С), что трудно реализуемо в северных широтах.

3. Эффективность при низких температурах. Показанная 50%-ная очистка от аммония при температурах 1–17 °С является достижением для теплолюбивой культуры, но для очистки ниже нормативов ПДК в зимний период без подогрева её недостаточно. Работа требует применения системы подогрева для круглогодичного соблюдения нормативов.

4. Не учтено, что сброс очищенных предлагаемым методом сточных вод, разогретых до 26 °С, будет оказывать дополнительное воздействие на оз. Окуновое и систему р. Кенти в виде теплового загрязнения.

5. В экономическом обосновании не учтены расходы на утилизацию накопленной биомассы водорослей с учётом возможного содержания в ней тяжёлых металлов.

6. При расчёте экономической эффективности проекта необходимо учесть сброс воды в оз. Окуновое, минуя систему прудов-отстойников очистных сооружений.

7. Работа была выполнена на примере сточных вод АО «Карельский окатыш», имеется экономическое обоснование технологии для этого предприятия. Присутствуют акты внедрения, подтверждающие возможность использования результатов на нескольких предприятиях, однако АО «Карельский окатыш» среди них не значится.

Заключение по работе положительное: «Диссертация Щеглова Глеба Андреевича является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи разработки и обоснования технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота, адаптированной к условиям северных широт.

Диссертационная работа «Разработка технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота в условиях северных широт России» соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», а её автор, Щеглов Глеб Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология (технические науки).

В отзывах обоих оппонентов и ведущей организации указано, что диссертационная работа по содержанию полностью соответствует Паспорту научной специальности 1.5.15. Экология

(технические науки) в части п.3. «Научное обоснование, разработка и совершенствование методов проектирования технико-технологических систем и нормирования проектной и изыскательной деятельности, обеспечивающих минимизацию антропогенного воздействия на живую природу при проведении горных выработок, обогащения и переработки полезных ископаемых, а также разведки, освоения и эксплуатации нефтегазовых месторождений, транспорта и хранения нефти и газа»; п. 8. «Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие общества при сохранении биоразнообразия и стабильного состояния природной среды, юридические вопросы природопользования и охраны окружающей среды.», а также соответствует пп. 2.1-2.9 Положения о порядке присуждения учёных степеней в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», утвержденного приказом от 14.09.2023 г. № 103ОД.

На автореферат диссертации поступили одиннадцать отзывов. Все отзывы положительные.

1) Доктор биологических наук, профессор, профессор отделения геологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский политехнический университет» **Барановская Наталья Владимировна** приводит следующие вопросы и комментарии:

1. Из текста автореферата не в полной мере ясна судьба отработанной биомассы водоросли после завершения цикла очистки и возможность утилизации накопленных загрязняющих веществ.

2. Представляется перспективным дальнейшее исследование долгосрочных эффектов воздействия ЭМИ КВЧ на культуру *C. Vulgaris* при многократном использовании в технологическом цикле.

2) Кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного автономного учреждения «Научно-исследовательский институт «Центр экологической промышленной политики» **Бурвикова Юлиана Николаевна** отмечает, что работа отличается научной добросовестностью, методологической строгостью и логичностью изложения. Обоснованность вынесенных на защиту научных положений не вызывает сомнений; результаты опираются на значительный по объёму экспериментальный материал, полученный с применением современных методов анализа и статистической обработки данных. В целом, диссертационная работа выполнена на высоком научном и техническом уровне.

Наряду с несомненными достоинствами проведенного исследования при ознакомлении с авторефератом диссертации возникают следующие замечания и вопросы:

1. Следовало бы более подробно описать методику облучения культуры ЭМИ КВЧ в условиях, приближенных к производственным.

2. В автореферате не указан химический состав сточных вод хвостохранилища в динамике за период проведения экспериментов, что не позволяет в полной мере оценить возможное влияние других компонентов на метаболическую активность *Chlorella vulgaris*.

3. В автореферате использованы как системные, так и несистемные единицы, нет единообразия в описании объёма, нет объяснения выбора числа в описании прироста биомассы.

Вместе с тем указанные замечания носят рекомендательный характер, не умаляют значимости диссертационного исследования и не снижают общего благоприятного впечатления о работе как о целостном и комплексном научном исследовании.

3) Кандидат химических наук, старший преподаватель кафедры правового обеспечения надзорной деятельности (в составе учебно-научного комплекса «Государственный надзор») Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России» **Сонина Ольга Николаевна** отмечает, что диссертационная работа посвящена актуальной теме,

соответствующей стратегическим интересам государства в области экологической безопасности. Автором четко сформулированы цель и задачи исследования.

Вместе с тем, по материалам автореферата имеются следующие вопросы и замечания:

1. Представление информации в виде матрицы планирования экспериментов и таблиц, хотя и информативно, несколько загромождает и затрудняет быстрое восприятие условий опытов.

2. Из автореферата неясно, позволяет ли комбинация ЭМИ и использования культуры, выращенной на безазотной среде, достичь приемлемой степени очистки при температурах, существенно ниже оптимальных, или же эти методы эффективны лишь как дополнительная интенсификация процесса, который протекает в термически благоприятных условиях.

3. Приведённый в работе технико-экономический расчёт для системы с подогревом от сбросного тепла лишь косвенно подтверждает эффективность первого подхода, но не дает ответа о конкурентоспособности второго.

Отмечается, что приводимые замечания ни в коей мере не умаляют достоинств представленной работы.

В отзыве сделан вывод, что диссертация представляет собой завершённую, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, содержащую новые научные результаты, а её автор Щеглов Г.А. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15 Экология (технические науки).

4) Доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник, Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН» **Коргин Николай Андреевич** отмечает актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость диссертационной работы.

К недостаткам диссертационной работы Г.А. Щеглова, судя по автореферату, можно отнести:

1. В работе не в полной мере рассмотрен вопрос долгосрочной стабильности стимулирующего эффекта ЭМИ КВЧ на культуру водоросли при её многократном использовании в технологическом цикле.

2. Из автореферата неясна процедура утилизации или дальнейшего использования биомассы водоросли, накопленной в процессе очистки, что важно для оценки полного жизненного цикла технологии.

3. Желательно было бы более детально оценить влияние других компонентов сточных вод (например, тяжёлых металлов) на процесс утилизации азота *C. vulgaris* при использовании предложенного метода.

Указанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей высокой научной и практической значимости диссертационной работы, не ставят под сомнение обоснованность и достоверность сделанных автором выводов.

Анализ автореферата Щеглова Г.А. позволяет сделать вывод о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную самостоятельно на высоком научно-методическом уровне.

5) 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** отмечает: «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».

Отзыв содержит замечания и вопросы:

1. В таблицах 1, 2, 3, 5 используется нестандартное объединение ячеек, из-за чего логика прочтения матрицы экспериментов не всегда очевидна.

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 имеются в виду. Не указано, абсолютное ли это повышение эффективности (с 85% до 95%) или относительное.

3. Имеется противоречие в интерпретации результатов по нитратам. Имеет смысл чётче 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, неясно. Если она отмирает и разлагается в том же водоёме, 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.

7. Планируется ли в дальнейших исследованиях изучать влияние компонентного состава реальных сточных вод (например, присутствия тяжёлых металлов) на ослабление стимулирующего эффекта ЭМИ КВЧ, или этот фактор учтён в технологическом регламенте как понижающий коэффициент эффективности?

Диссертационная работа Щеглова Г.А. представляет собой завершённую, самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, содержащую новые научные результаты, полученные лично автором, соответствует требованиям к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук.

б) Доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Охрана труда и окружающей среды» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет» **Панарин Владимир Михайлович** и кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и окружающей среды» **Евгения Михайловна Рылеева**, приводят в отзыве ряд замечаний, которые могут быть учтены при дальнейшей работе и не снижают общей положительной оценки:

1. В разделе «Материалы и методы» не приведены данные о пределах обнаружения, погрешности и воспроизводимости методов анализа (ионоселективные электроды).

2. Недостаточная детализация условий культивирования, а именно не указаны параметры освещения (интенсивность, спектральный состав, фотопериод), что является критическим фактором для фототрофных микроорганизмов.

7) Кандидат технических наук, доцент факультета экотехнологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО», руководитель программы «Индустриальная экология» **Сергиенко Ольга Ивановна** отмечает, что полученные в работе научные результаты представляются оригинальными и ценными, соответствующими выбранной научной специальности. Автореферат написан достаточно строгим научным языком, удачно иллюстрирован, снабжён табличным материалом.

По автореферату имеются следующие вопросы.

1. Из материалов автореферата трудно понять, со сточными водами (или водами хвостохранилища?) какого состава работал соискатель. В графическом материале указаны концентрации ионов аммония и нитрат-ионов, других сведений нет.

2. Если речь идёт о снижении риска эвтрофикации, следовало привести информацию о содержании соединений фосфора. В автореферате указано, что результаты исследования представляют интерес для ГОАП «Мурманскводоканал». Заинтересован ли водоканал в интенсификации очистки коммунально-бытовых сточных вод от неорганических соединений азота?

3. В описании публикаций следовало бы уточнить, в каком разделе Трудов Карельского научного центра Российской академии наук опубликована статья соискателя. Гидрохимия и донные отложения? Гидробиология?

Сделанные замечание в значительной степени носят редакционный характер, не влияют на достижение поставленной в диссертации цели и не снимают научной и практической значимости полученных результатов.

8) Кандидат технических наук, доцент кафедры физики, биологии и инженерных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический университет» **Цырятьева Анна Васильевна** отмечает, что актуальность исследования Г.А. Щеглова определяется необходимостью совершенствования технологий очистки сточных вод горнодобывающих предприятий, особенно в Арктической зоне Российской Федерации, где антропогенная нагрузка на хрупкие северные экосистемы требует применения эффективных и адаптированных к климатическим условиям решений.

По автореферату Г.А. Щеглова имеется замечание, которое, однако, не затрагивает сути научных положений и основных выводов. Из текста автореферата не совсем ясно, каким образом предполагается организовать процесс облучения больших объёмов культивируемой водоросли в условиях реального промышленного производства, а также требует уточнения вопрос о возможном влиянии длительного хранения облучённой культуры на сохранение стимулирующего эффекта.

9) Доктор географических наук, профессор, зав. отделом горной экологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем комплексного освоения недр им. акад. Н. В. Мельникова Российской академии наук **Шадрюнова Ирина Владимировна** указывает на то, что несомненный интерес представляют результаты экспериментов, демонстрирующие, что культура *Chlorella vulgaris*, выращенная в условиях азотного голодания, начинает утилизировать аммоний при температуре 1–7°C, тогда как культура, выращенная на стандартной среде Тамия, в этих условиях не проявляет подобной активности. Данное наблюдение имеет фундаментальное значение для понимания механизмов адаптации микроводорослей к стрессовым условиям и открывает возможности для направленного регулирования их метаболической активности в технологических целях.

В качестве дискуссионного момента следует отметить, что при обосновании технологической эффективности предложенных решений автором не в полной мере раскрыты вопросы масштабирования лабораторных результатов на промышленный уровень, включая оценку стабильности культуры *C. vulgaris* очищать воду при длительной эксплуатации в условиях переменных температур и гидравлических нагрузок. Указанное замечание не снижает общей высокой оценки диссертационной работы и может рассматриваться как направление для дальнейших исследований.

10) Кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела экологической безопасности Федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды» **Шамшин Алексей Александрович** отмечает, что диссертация содержит новые научные результаты и положения, выносимые для

публичной защиты, свидетельствующие о личном вкладе автора.

Вместе с тем к представленным в автореферате материалам имеется ряд вопросов: методологического плана. Представленные в автореферате оценки эффективности предлагаемого использования культур микроводорослей *Chlorella vulgaris*, облучённых ЭМИ КВЧ, могут быть несколько завышенными. Суровые климатические условия района размещения предприятия не соответствуют на протяжении большей части года рассматриваемым в эксперименте параметрам для оптимального и даже достаточного развития водорослей. Предлагаемый подогрев сточных вод за счет сбросного тепла обжиговых печей требует перестройки технологической схемы предприятия с большим объёмом капитальных работ. Рекомендованный в диссертации способ выращивания водорослей на специальной среде без источников азота с облучением водоросли в воде ЭМИ КВЧ 40 ГГц в течение 120 минут может быть трудно реализуем в практической работе предприятия.

Высказанные размышления не снижают ценности проведенного комплексного исследования и его значимости для практики очистки сточных вод АО «Карельский окатыш» от неорганических соединений азота.

11) Доктор географических наук, доцент, **Хайрулина Елена Александровна**, директор Естественнонаучного института Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» отмечает, что работа является актуальной и практически востребованной. Научная новизна диссертации не вызывает сомнений. Практическая значимость работы подтверждена весомыми результатами.

По автореферату имеются следующие замечания:

1. Из текста автореферата не вполне ясна глубина проработки вопроса утилизации отработанной биомассы водоросли, содержащей сорбированные загрязняющие вещества, после завершения цикла очистки.

2. В автореферате отсутствует теоретическое обоснование механизма воздействия ЭМИ КВЧ на увеличение биомассы *C. Vulgaris*.

3. В качестве пожелания для дальнейших исследований можно рекомендовать автору более детально изучить влияние ЭМИ КВЧ на ферментативную активность клеток *C. vulgaris* в долгосрочной перспективе.

Указанные замечания не снижают общего высокого уровня представленной работы. Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научно-техническом уровне.

На все замечания Щегловым Глебом Андреевичем даны полные и исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основывается на их компетентности в соответствующей отрасли науки, а также наличии многочисленных публикаций в рецензируемых научных изданиях по тематике, защищаемой Щегловым Г.А. диссертационной работы.

Достоверность выводов и научных положений подтверждается результатами обширных лабораторных исследований. Результаты экспериментов соответствуют закономерностям, выявленным в работах других исследователей, занимающихся данной тематикой.

Предложенные теоретические выводы и прикладные решения по диссертационной работе прошли экспертную оценку отечественных специалистов, обсуждены на международных и всероссийских научных конференциях и нашли практическое применение. Автореферат диссертации и научные труды автора соответствуют содержанию работы, выбранной проблематике и отражают основные положения, выносимые на защиту.

Представленная диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук является завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных Щегловым Г.А. исследований:

– Доказано, что микроводоросли *C. vulgaris* способна выживать и успешно наращивать биомассу при культивировании в различных условиях в водах хвостохранилища.

– Установлено, что *C. vulgaris* пригодна для утилизации неорганических соединений азота из вод хвостохранилища. Эффективность утилизации азота может достигать 96% для нитратов за 11 дней и 93% для аммония за 4 дня в случае, когда очистка проходит в оптимальных для вида условиях и культура подготовлена на специальной среде без источников азота.

– Разработан способ ускорения роста культуры *C. vulgaris* в 6,8 раза с помощью облучения ЭМИ КВЧ 40 ГГц в течение 120 минут до начала культивирования. Эффект свидетельствует об эффективности использования ЭМИ КВЧ для повышения скорости роста микроводорослей.

– Установлено, что облучение водоросли вместе со сточными водами ЭМИ КВЧ 40 ГГц в течение 2 часов перед культивированием не даёт столь же высокого увеличения скорости роста, как при облучении водоросли в чистой воде, но позволяет увеличить концентрацию биомассы на 15%, что повышает эффективность утилизации аммония на 10% и нитратов на 4%.

Теоретическая и практическая значимость исследования обоснована следующим.

– В рамках исследования выявлены условия культивирования водоросли *C. vulgaris* для эффективного удаления неорганических соединений азота из сточных вод.

– Разработана схема удаления соединений азота с использованием водоросли *C. vulgaris*.

– Прикладное значение работы подтверждается актами о внедрении на предприятиях: ООО «Ловозерский ГОК», ГОАП «Мурманскводоканал».

– Результаты работы использованы для актуализации ИТС 8-2022 для уточнения требований к очистке сточных вод от неорганических соединений азота.

– Результаты диссертации использованы в образовательном процессе филиала Мурманского Арктического университета в г. Апатиты.

– Обоснована высокая экономическая эффективность проекта по внедрению технологии биологической очистки, дополненной системой подогрева воды, использующей сбросное тепло обжиговых печей. Срок окупаемости капитальных вложений составляет 2,7 года при годовом чистом экономическом эффекте 75,6 млн рублей. Эколого-экономическую эффективность внедрения результатов работы подтверждает проектная организация ООО «МурманЭКОпроект».

– Результаты работы были использованы при создании базы данных «Загрязнение водных объектов Арктического региона за 1997-2024 годы» (свидетельство № 2025625718 от 04.12.2025).

Личный вклад автора состоит в том, что им осуществлён поиск и проведён анализ литературных источников, информация которых положена в основу аналитического обзора по теме работы; спланированы и поставлены эксперименты; обработаны полученные экспериментальные данные. Автором подготовлены материалы для опубликования научных статей, а также создана база данных.

Диссертационная работа Щеглова Глеба Андреевича представляет собой завершённую самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, отличающуюся актуальностью, целостностью и внутренним единством, обладающую научной новизной, теоретической и практической значимостью. В диссертационной работе содержатся новые научно обоснованные технические и технологические решения, которые имеют важное значение для научного обоснования и разработки методов очистки сточных вод с использованием микроводоросли *Chlorella vulgaris*, интенсифицированной электромагнитным излучением крайне высоких частот, обеспечивающих минимизацию антропогенного воздействия на живую

природу при проведении горных выработок; разработку принципов и механизмов, обеспечивающих стабильное состояние природной среды; разработку экологически безопасных технологий очистки сточных вод горнодобывающих предприятий.

Содержание диссертационной работы полностью отвечает требованиям паспорта специальности 1.5.15. Экология (технические науки) в части п.3. «Научное обоснование, разработка и совершенствование методов проектирования технико-технологических систем и нормирования проектной и изыскательной деятельности, обеспечивающих минимизацию антропогенного воздействия на живую природу при проведении горных выработок, обогащения и переработки полезных ископаемых, а также разведки, освоения и эксплуатации нефтегазовых месторождений, транспорта и хранения нефти и газа»; п. 8. «Разработка принципов и механизмов, обеспечивающих устойчивое развитие общества при сохранении биоразнообразия и стабильного состояния природной среды, юридические вопросы природопользования и охраны окружающей среды.»

По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости, объёму выполненных исследований диссертация Щеглова Г.А. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, предусмотренным Положением о порядке присуждения учёных степеней в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», утверждённом приказом от 17.09.2023. № 103 ОД (в действующей редакции), а её автор, Щеглов Глеб Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

На заседании диссертационного совета РХТУ.1.5.01 7 апреля 2026 г. принято решение о присуждении учёной степени кандидата технических наук Щеглову Глебу Андреевичу.

На заседании присутствовали 18 членов диссертационного совета, в том числе в режиме видеоконференции – 5; докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации – 6.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения учёной степени проголосовали:

Результаты тайного голосования:

«за» – 12,

«против» – 0,

недействительных бюллетеней – 1.

Проголосовали 5 членов диссертационного совета, присутствовавших на заседании в режиме видеоконференции:

«за» – 5,

«против» – 0,

не проголосовали – 0.

Итоги голосования:

«за» – 17,

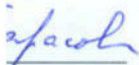
«против» – 0,

недействительных бюллетеней – 1,

не проголосовали – 0.

Председатель

диссертационного совета



член-корр. РАН, д. х. н., проф. Тарасова Н. П.

Учёный секретарь

диссертационного совета



к. т. н., доц. Молчанова Я. П.

Дата: 8 апреля 2026

