

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

УТВЕРЖДАЮ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КОЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»**

Генеральный директор ФИЦ КНЦ РАН  
академик РАН

С.В. Кривовичев

2025 г.

(ФИЦ КНЦ РАН)



### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федеральный исследовательский центр  
«Кольский научный центр Российской академии наук»  
по диссертационной работе Щеглова Глеба Андреевича,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «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) выполнена в Институте проблем промышленной экологии Севера – обособленном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук».

В период подготовки диссертации соискатель Щеглов Глеб Андреевич, 1997 года рождения, работал в Институте проблем промышленной экологии Севера – обособленном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» в лаборатории «Междисциплинарных эколого-экономических исследований» в должности инженера.

В 2024 г. окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук» по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки. Диплом об окончании аспирантуры № 03–186а/24 выдан 28 июня 2024 г. Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук».

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.

По итогам обсуждения принято следующее **заключение**:

**1. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.** Личный вклад автора заключается в разработке методик и проведении всех экспериментальных работ в рамках темы исследования. Самостоятельно подготовленные диссертантом рукопись диссертации, статьи и тезисы докладов редактировались научным руководителем. В совместных публикациях авторский вклад диссертанта составлял 80–90%.

**2. Степень достоверности результатов проведенных исследований.** Достоверность выводов и научных положений подтверждается результатами обширных лабораторных исследований; обработкой данных в стандартных программных пакетах Excel; публикацией результатов в рецензируемых научных изданиях. Обеспечение достоверности полученных в работе результатов достигалось за счет применения общепринятых и отработанных на базе ИППЭС КНЦ РАН методов анализа и статистической обработки, а также высокого уровня научно-технической базы ФИЦ КНЦ РАН.

**3. Актуальность работы.** Водные ресурсы играют ключевую роль в процессах жизнедеятельности человека и функционировании экосистем. Они необходимы для питьевого водоснабжения, сельского хозяйства и промышленности и загрязнение водных ресурсов является глобальной экологической проблемой. Актуальность сохранения экологической безопасности, в том числе снижения загрязнения водных ресурсов в Арктической зоне Российской Федерации, обоснована в ряде нормативных документов.

Примером загрязнения озерно-речных систем в результате деятельности горнодобывающих предприятий Северо-Запада России является система реки Кенти, испытывающая воздействие комбината «Карельский окатыш» (г. Костомукша, Республика Карелия). Предприятие специализируется на добыче и переработке железной руды, его доля в общем объеме производства железорудных окатышей в России составляет 20%. Добыча ведётся открытым способом с применением взрывчатых веществ гражданского назначения. Техногенное воздействие ГОКа на озерно-речные системы Карелии оказывают хвостохранилище отходов производства (хостов обогащения) в котловине оз. Костомукшское (верхнее озеро озёрно-речной системы р. Кенти) и отстойник оборотной воды. Регулируемый сброс сточных вод в систему р. Кенти осуществляется с 1994 г.

Согласно решению арбитражного суда Санкт-Петербурга и Ленинградской области № А56-109026/2019 от 05 декабря 2019 г., предприятию АО «Карельский окатыш» предписано выполнение следующих требований: «прекращение сброса загрязняющих веществ в оз. Окуновое и руч. Безымянный» и «недопущение нарушения требований к качеству воды водных объектов рыбохозяйственного

значения – оз. Окуновое и руч. Безымянный, в том числе – нормативов предельно-допустимых концентраций вредных веществ в местах сбора сточных вод». Данное решение суда указывает на актуальность разработки технологий очистки вод от загрязняющих веществ, по которым «наблюдается превышение в сточных водах, сбрасываемых АО «Карельский окатыш» в оз. Окуновое, :... аммоний-ион – в 1,52 раза (факт - 0,76 мг/дм<sup>3</sup>, норматив – 0,5 мг/дм<sup>3</sup>); нитрат-ион – в 1.1 раза (факт – 28,94 мг/дм<sup>3</sup>, норматив – 26,2 мг/дм<sup>3</sup>)».

Деятельность комбината привела к изменению химического состава воды в озерно-речной системе: увеличению концентрации нитратов, аммония, калия, сульфатов, лития, никеля. В отличие от металлов и их соединений, неорганические соединения азота в воде не выпадают в осадок и не могут быть удалены химическими и физическими методами. Для очистки от биогенных элементов сточных вод хвостохранилища перед сбросом в природные водоемы применяются биологические методы, однако их использование в климатических условиях Карелии затруднено. Так как для предприятия не актуальна очистка стоков от фосфора, основной упор в применении биологических методов сделан на очистку от соединений азота.

В настоящее время на АО «Карельский окатыш» внедряются фитоочистные системы с использованием растений. Однако эффективность очистки техногенных сточных вод от азотсодержащих соединений не достаточна. После фитоочистки концентрация ионов аммония в воде снижалась на 53–90%, содержание нитратов – на 15–20% (Korneykova, 2019). Требуется совершенствование технологий очистки сточных вод от неорганических соединений азота, в особенности – нитратов. Кроме того, фитоочистные системы имеют недостаток в виде вторичного загрязнения после отмирания части растений.

Взрыв нитрата аммония вызван его быстрым разложением с выделением большого количества энергии и газов (азота, кислорода и водяного пара). При этом часть исходного вещества подвергается неполному разложению, вследствие чего образуются неорганические соединения азота: аммонийные соли; свободный аммиак, нитраты и нитриты. Неорганические соединения азота вымываются сточными водами и попадают в открытые водоемы. Доля соединений азота, попадающих в водоемы после взрывных работ, составляет примерно 4% от общей массы взрывчатых веществ.

Требования наилучших доступных технологий (НДТ), которым должны соответствовать горнодобывающие предприятия, предъявляются как к выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух, так и к их сбросам в водные объекты. Поэтому разработка технологических и технических решений, обеспечивающих надлежащую очистку сточных вод от неорганических соединений азота, а также обоснование технологических показателей НДТ для горнодобывающих предприятий представляет собой актуальную задачу.

#### **4. Научная новизна.**

Впервые определены частота и время воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ КВЧ 40ГГц в течение 120 минут), позволяющие интенсифицировать процесс наращивания биомассы культуры водоросли *Chlorella vulgaris* в 6,8 раза.

Предложены технологические решения, позволяющие интенсифицировать процесс биологической очистки сточных вод от неорганических соединений азота путем облучения культуры водоросли ЭМИ КВЧ, в результате которого эффективность утилизации аммония возрастает на 10% и нитратов на 4% по сравнению с экспериментами без облучения ЭМИ КВЧ.

Установлено, что водоросль *C. vulgaris*, выращенная на безазотной среде, утилизирует аммоний при более низких температурах и способна в большей степени утилизировать нитраты, по сравнению с выращиванием на среде Тамия.

Изучено воздействие на микроводоросль *C. vulgaris* миллиметровых электромагнитных полей в диапазоне 37-53 ГГц, оказывающем на живые объекты как стимулирующее, так и ингибирующее влияние. Перспективность применения данного диапазона на *C. vulgaris* и оценка его воздействия на культуру определяет новизну диссертационной работы.

#### **5. Теоретическая значимость.**

Определены оптимальные условия культивирования водоросли *C. vulgaris* для эффективного удаления неорганических соединений азота из сточных вод. Разработана схема удаления азота с использованием водоросли *C. vulgaris*. Полученные результаты свидетельствуют о потенциале применения *C. vulgaris* для очистки сточных вод на производствах с ограниченным объемом водосброса, где эффективную очистку можно осуществлять в биореакторах.

Результаты работы могут быть использованы при разработке биотехнологий с использованием электромагнитных излучений для стимулирования роста микроорганизмов и связанных с этим технологий.

В настоящее время в Информационно-техническом справочнике (ИТС) Наилучших доступных технологий (НДТ) № 25 установлен показатель по содержанию нитратов в очищенных водах 85 мг/дм<sup>3</sup> при добыче железных руд открытым способом. Требования по аммонии отсутствуют. Результаты диссертационной работы свидетельствуют об очистке сточных вод от нитратов по предложенной технологии до концентраций, ниже рекомендованных. Результаты работы могут служить основой НДТ для уточнения норм по нитратам и разработке норм по аммонии.

**6. Практическая значимость.** Результаты работы могут быть применены на предприятиях по выращиванию водорослей и для усовершенствования технологий очистки водных объектов с использованием водорослей. Практическая значимость работы подтверждена актами о внедрении на предприятиях.

## **7. Научная специальность и отрасль науки, которым соответствует диссертация.**

По тематике, методам исследования, предложенным новым научным положениям диссертационная работа соответствует паспорту специальности научных работников 1.5.15. Экология 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.

Диссертация Щеглова Глеба Андреевича является завершенной научно-квалификационной работой и содержит результаты, полученные на основании исследований, проведенных на высоком научном и техническом уровне с применением современных методов исследования. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные автором, теоретически обоснованы и не вызывают сомнений. Представленные в работе результаты получены Щегловым Глебом Андреевичем самостоятельно, оригинальны, достоверны и отличаются научной новизной и практической значимостью.

**8. Участие в темах НИР и проектах.** Исследование выполнено в рамках Госзадания FMEZ-2022-0010 «Процессы трансформации природных и техногенных систем в условиях изменения климата в Арктической зоне Российской Федерации (на примере Мурманской области)».

Работа поддержана грантом РФФИ 19-05-50065 Микромир «Комплексная оценка воздействия микрочастиц в выбросах горных и металлургических предприятий Мурманской области на экосистемы и состояние здоровья населения Арктики».

**9. Апробация работы.** Результаты диссертации представлены на научных конференциях: Научно-практической конференции–студенческой научной школе филиала МАГУ в г. Апатиты (2021); XIX Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН (Апатиты, 2022); XVI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых, специалистов и студентов ВУЗов: «Научно-практические проблемы в области химии и химических технологий» (Апатиты, 2022); III Международной молодежной научно-практической конференции «Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию» (Архангельск, 2022); XIX Международной научной конференции студентов и аспирантов «Проблемы Арктического региона» (Мурманск, 2022) (доклад занял I место в секции «Арктическая гидробиология и

ихтиология»); XVII Всероссийской молодежной научно-практической конференции «Проблемы недропользования» (с участием иностранных ученых) (Екатеринбург 2023); VII Международной конференции молодых ученых «Водные ресурсы: изучение и управление» (Петрозаводск, 2023).

**10. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.**

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 12 печатных работах, в том числе 5 статей – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК по специальности 1.5.15 Экология, из которых 3 – в журналах, индексируемых в международных базах данных Chemical Abstracts и GeoRef.

**Публикации в изданиях, индексируемых в международных базах данных:**

1. **Щеглов Г.А.** Особенности утилизации неорганических соединений азота биологическими методами для повышения экологической безопасности региона / Г.А. Щеглов, А.В. Маслобоев // Экология промышленного производства. – 2025. – № 3(131). – С. 31-34. – DOI 10.52190/2073-2589\_2025\_3\_31. **(Chemical Abstracts)**

2. **Щеглов Г.А.** Возможность использования *Chlorella* для снижения антропогенной нагрузки горного производства на озерно-речную систему Карелии / Г.А. Щеглов // Труды Карельского научного центра РАН. – 2023. – № 6. – С. 107-116. – doi: 10.17076/lm1789 **(GeoRef)**

3. **Щеглов Г.А.** Изменение концентраций неорганических соединений азота в сточных водах горнодобывающего предприятия микроводорослью *Chlorella vulgaris* / Г.А. Щеглов // Вестник МГТУ. – 2023. – Т. 26, № 2. – С. 191–199. – doi: 10.21443/1560-9278-2023-26-2-191-199 **(GeoRef)**

**Публикации в рецензируемых изданиях:**

1. **Щеглов Г.А.** Стимулирование роста *Chlorella* в зависимости от длительности воздействия электромагнитного излучения крайне высоких частот / Г.А. Щеглов // 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

2. **Щеглов Г.А.** Методы исследования эффектов электромагнитного излучения на микроорганизмы / Г.А. Щеглов, В.А. Маслобоев // 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

**Публикации в прочих изданиях:**

1. **Щеглов Г.А., Маслобоев В.А.** Прирост биомассы *Chlorella vulgaris* при экспозиции электромагнитным излучением крайневысоких частот / Г.А. Щеглов, В.А. Маслобоев // Успехи современного естествознания. – 2022. – № 11. – С. 101-106. – doi: 10.17513/use.37935

2. **Щеглов Г.А.** Перспективы применения электромагнитного излучения для стимулирования микроводоросли *Chlorella* с целью очистки сточных вод / Г.А.

Щеглов, В.А. Маслобоев // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Технические науки. – 2022. – Т. 13. – №. 1. – С. 283-288. – doi: 10.37614/2949-1215.2022.13.1.049.

**Доклады на международных и всероссийских научных мероприятиях:**

1. **Щеглов Г. А.** Обзор исследований в области воздействия электромагнитных полей на живые организмы / Г.А. Щеглов // Сборник Региональной научно-практической конференции – студенческой научной школы филиала МАГУ в г. Апатиты: Сборник материалов конференций, Апатиты, 28 апреля 2021 года / Отв. редактор И.В. Вицентий. – Апатиты: Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Мурманский арктический государственный университет» в г. Апатиты, 2021. – С. 107-116.

2. **Щеглов Г.А.** Экологические аспекты действия электромагнитного излучения крайне высоких частот на микроорганизмы / Г.А. Щеглов // Арктические исследования: от экстенсивного освоения к комплексному развитию: Материалы III Международной молодежной научно-практической конференции, Архангельск, 26 – 28 апреля 2022 года. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2022. – С. 394-398.

3. **Щеглов Г.А.** Возможность стимулирования роста микроводорослей электромагнитным излучением для альгологических исследований / Г.А. Щеглов // XIX Международная научная конференция «Проблемы Арктического региона»: тезисы докладов (Мурманск, 17 – 18 мая 2022 г.). – Мурманск, 2022. – 89 с. ISBN 978-5-91137-464-8. – С. 21.

4. **Щеглов Г.А.** Перспективы применения *Chlorella* для доочистки карьерных вод от азота при низких температурных условиях / Г.А. Щеглов, В.А. Маслобоев // Труды Ферсмановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2022. – № 19. – С. 424.-429. – DOI 10.31241/FNS.2022.19.077.

5. **Щеглов Г.А.** Изучение способности *Chlorella vulgaris* снижать концентрацию азота в сточных водах горнодобывающих предприятий // XVII Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Проблемы недропользования» (с участием иностранных ученых), Институт горного дела УрО РАН, Апатиты, 7 - 10 февраля 2023 г. // Проблемы недропользования. – 2023. – №. 2 (37). – С. 112-120. <https://doi.org/10.25635/2313-1586.2023.02.112>

**По результатам обсуждения постановили:**

С учетом научной зрелости автора, актуальности, научной новизны, теоретической и практической значимости работы, а также ее соответствия требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней» (в действующей редакции), требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-

технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденного приказом и.о. ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева от 14.09.2023 г. № 103 ОД,

диссертация «Разработка технологии очистки сточных вод горнодобывающих предприятий от неорганических соединений азота в условиях северных широт России» Щеглова Глеба Андреевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Заключение принято на заседании Учёного совета Института проблем промышленной экологии Севера – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» (ИППЭС КНЦ РАН).

Присутствовало на заседании: 13 человек: доктора наук – 4 чел. (д.б.н. – 1, д.г.н. – 1, д.т.н. – 2), кандидаты наук – 8 чел. (к.б.н. – 5, к.т.н. – 2, к.с.-х.н. – 1), в т.ч. профессоров – 1, доцентов – 3.

Результаты голосования: «за» – 13 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 13 от 7 октября 2025 г.

Директор  
Института проблем промышленной  
экологии Севера – обособленного  
подразделения Федерального  
государственного бюджетного учреждения  
науки Федерального исследовательского  
центра «Кольский научный центр  
Российской академии наук»,  
доктор технических наук

 Дмитрий Викторович Макаров

184209, Россия, Мурманская область, г. Апатиты, Академгородок мкр., д. 14А.

Тел.: (815–55) 79–779; (815–55) 61–093. Факс: (815–55) 74–964.

E-mail: [d.makarov@ksc.ru](mailto:d.makarov@ksc.ru)

Подпись Макарова Дмитрия Викторовича, доктора технических наук, директора ИППЭС КНЦ РАН, заверяю.

Учёный секретарь ИППЭС КНЦ РАН, к.б.н.



/ Оксана Ивановна Вандыш

7 октября 2025 г.