

Заключение

объединенного диссертационного совета 99.2.028.02, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации и федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации,
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 27.12.2023 г. № 8

О присуждении Хабибуллиной Аиде Рамилевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Биологическая дефосфатация сточных вод в условиях зонной аэрации активного ила» по специальности 1.5.6. Биотехнология принята к защите 18.10.2023 г. (протокол заседания № 6) объединенным диссертационным советом 99.2.028.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования (ФГБОУ ВО) «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420015, г. Казань, ул. К.Маркса, 68, федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования (ФГАОУ ВО) «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, 18; совет утвержден приказом Минобрнауки России № 937/нк от 14.07.2016 г. (приказом Минобрнауки России №561/нк от 3.06.2021 г., диссертационному совету 99.2.028.02 установлены полномочия по защитах диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на срок действия номенклатуры научных специальностей).

Соискатель Хабибуллина Аида Рамилевна, 09.05.1994 года рождения, в 2018 г. с отличием окончила магистратуру в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». В 2023 г. окончила очную аспирантуру в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет». Работает в должности заведующего лабораторией и ассистентом (по совместительству) кафедры промышленной биотехнологии ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре промышленной биотехнологии ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Сироткин Александр Семенович, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», заведующий кафедрой промышленной биотехнологии.

Официальные оппоненты:

– **Ксенофонтов Борис Семенович**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», кафедра экологии и промышленной безопасности, профессор;

– **Литти Юрий Владимирович**, кандидат биологических наук, федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук», Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского, лаборатория микробиологии антропогенных мест обитания, заведующий лабораторией,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение науки Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук (ПФИЦ УрО РАН), г.

Пермь, в своем положительном отзыве, подписанном доктором биологических наук, доцентом, заведующим лабораторией молекулярной биотехнологии «Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук» – филиала ПФИЦ УрО РАН, Максимовой Юлией Геннадьевной, указала, что в диссертационной работе Хабибуллиной Аиды Рамилевны экспериментально оценена фосфатаккумулялирующая способность бактериальных изолятов, выделенных из активного ила, доказано влияние периодов анаэробнобиоза на дефосфатацию, получены новые данные, касающиеся фосфатаккумулялирующей бактерии *Pseudomonas atacamensis*, комплексом аналитических, биоинформатических и методов световой и электронной микроскопии изучена способность изолята к аккумуляции фосфора. На уровне лабораторной установки и в условиях производственных очистных сооружений экспериментально подтверждено положительное влияние изменения режима аэрации на процесс биологической фосфатаккумуляции. Научные положения диссертационного исследования имеют существенное значение для биотехнологии и прикладной микробиологии. Диссертационная работа Хабибуллиной Аиды Рамилевны на тему «Биологическая дефосфатация сточных вод в условиях зонной аэрации активного ила» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной прикладной задачи повышения эффективности биологической дефосфатации в процессе аэробной очистки сточных вод путем последовательного чередования зон с различным содержанием кислорода, имеющей значение для развития методов экологической биотехнологии, и полностью соответствующей специальности 1.5.6. Биотехнология. Диссертационная работа Хабибуллиной А.Р., представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, полностью удовлетворяет требованиям ВАК Минобрнауки России в соответствии с п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в действующей редакции), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология.

Соискатель имеет 28 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 19 работ, из них 2 статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, 17 публикаций в других изданиях и сборниках материалов конференций различного уровня. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени, заимствованный материал без ссылки на автора и/или источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненных Хабибуллиной А. Р. в соавторстве, без ссылок на своих соавторов. Авторский вклад соискателя составляет около 75 %.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. **Хабибуллина А.Р.** Анализ влияния факторов среды на биологическую дефосфатацию сточных вод / А.Р. Хабибуллина, Л.М. Сибиева, Й.В. Кобелева, Т.В. Вдовина, Е.В. Перушкина, А.С. Сироткин // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т.73. – № 1. – С. 129-134. (№300 из Перечня рецензируемых научных изданий (по состоянию на 24.10.2023 г.), K2 – согласно итоговому распределению журналов перечня ВАК по категориям в 2023 г.).

2. **Хабибуллина А.Р.** Интенсификация процесса дефосфатации сточных вод с использованием зонной аэрации активного ила / А.Р. Хабибуллина, Т.В. Вдовина, А.С. Сироткин // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т.75. – № 8. – С. 66-72. (№300 из Перечня рецензируемых научных изданий (по состоянию на 24.10.2023 г.), K2 – согласно итоговому распределению журналов перечня ВАК по категориям в 2023 г.).

На автореферат диссертации поступили отзывы от: доктора биологических наук, профессора, профессора кафедры промышленной экологии и безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» **Владимцевой И.В.**; доктора технических наук, профессора, профессора Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» **Политаевой Н.А.**; кандидата биологических наук, заведующего лабораторией экологических биотехнологий Института проблем экологии и

недропользования – обособленного структурного подразделения ГНБУ «Академия наук Республики Татарстан» **Петрова А.М.**; доктора технических наук, профессора, профессора кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» **Кузнецова А.Е.**; доктора биологических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории биохимии иммунитета растений Института биохимии и генетики – обособленного структурного подразделения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук **Хайруллина Р.М.**; доктора биологических наук, профессора, профессора отдела аспирантуры и докторантуры ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» **Егорова М.А.**.

Все отзывы **положительные**. Имеются замечания: 1. В автореферате нет сведений о степени чистоты изолята, содержащего фосфатаккумулялирующий штамм *Pseudomonas atacamensi*, не оценены перспективы его дальнейшего использования; 2. Поскольку уменьшение количества растворенного кислорода в сточной воде при аэробной биологической очистке приводит к снижению эффективности удаления органических веществ, предлагаемый метод зонной аэрации, на наш взгляд, ограничен его использованием при избыточном содержании фосфат-ионов и отсутствии опасных токсикантов в сточной воде (**Владимцева И.В.**); 1. К сожалению, качество рисунка 3 в типографическом исполнении не дает информацию об изменении содержания элементного фосфора в биомассе изолята Р в процессе периодического культивирования; 2. Из автореферата неясно, как условия чередования кислородных режимов влияют на эффективность очистки сточных вод от других загрязнений, кроме фосфат-ионов; 3. Неясно, какая система аэрации (пневматическая, механическая, комбинированная) использовалась в процессе исследований, и будут ли данные по эффективности очистки сточных вод зависеть от размера пузырьков воздуха (мелко-, средне- и крупно-пузырчатые) при аэрации (**Политаева Н.А.**); 1. Для лучшего понимания полученных в ходе опытно-промышленных испытаний результатов в автореферате целесообразно было указать время обработки сточных вод в отдельных аппаратах и в установке (**Петров А.М.**);

1. Из текста автореферата не очень понятно, что имеется в виду, когда констатируется, в частности, способность изолятов аккумулировать 98 % фосфатов на основании экспериментальных данных или расчетов материального баланса или удалять 45 % фосфатов – по отношению к чему и при каких концентрациях фосфатов и биомассы активного ила в среде? Также неясно, при каких соотношениях углерода, азота и фосфора будет наблюдаться показанный положительный эффект в отношении удаления фосфатов. Непонятно, что означает массовая доля углерода 83 % и по отношению к чему? Аналогично, на с. 14 автореферата указано, что концентрация фосфат-ионов снижается на 96 % – по отношению к чему она снижается?; 2. Удельную фосфатаккумулирующую активность лучше было бы определить или рассчитать по отношению к сухой биомассе активного ила, что более привычно и понятно, а не к числу колониеобразующих единиц; 3. Вместо выражения «кривая имела экстремальный характер» следует написать «зависимость имела характер кривой с экстремумом»; 4. В табл. 2 (с. 10 автореферата) указана доза ила в мг/дм³, что крайне мало. По-видимому, должна быть размерность в г/дм³; 5. Желательно было бы более детально сопоставить и провести экологоэкономическую оценку вариантов очистки с повышением удаления фосфатов при одновременном ухудшении удаления органических загрязнений и азота, как это наблюдалось при проведении испытаний на реальных очистных сооружениях, и наоборот (**Кузнецов А.Е.**).

Выбор официальных оппонентов обосновывается их достижениями в области биотехнологии, а именно по вопросам биологической очистки сточных вод, в частности от биогенных элементов, наличием публикаций в ведущих рецензируемых научных изданиях, патентов по тематике исследования соискателя и их способностью определить научную и практическую ценность диссертационной работы.

Ведущая организация – ПФИЦ УрО РАН широко известна своими исследованиями: структуры и функций микробных сообществ, молекулярно-генетических механизмов адаптации природных микроорганизмов к стрессорным факторам, регуляции роста и развития микроорганизмов в экспериментальных

условиях и природных экосистемах. Учеными ПФИЦ УрО РАН, в частности, сотрудниками лаборатории молекулярной биотехнологии Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук – филиала ПФИЦ УрО РАН, достигнуты большие успехи в селекции штаммов микроорганизмов для биотрансформации и биodeградации органических соединений, исследовании биохимических и генетических систем трансформации органических соединений у бактерий, перспективных для биотехнологии, о чем свидетельствует большое количество публикаций в ведущих российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки России, и международные реферативные базы данных и системы цитирования Web of Science/Scopus.

Диссертационный совет 99.2.028.02 отмечает, что наиболее существенные результаты, полученные лично соискателем, и их научная новизна заключаются в следующем:

- *установлено*, что выделенные из активного ила фосфатаккумулирующие бактерии обеспечивают дефосфатацию сточных вод до 45 %;
- *доказано*, на основании данных мониторинга работы очистных сооружений и регрессионного анализа, что эффективность процесса дефосфатации сточных вод в пределах 77-89 % обеспечивается, в значительной степени, концентрацией растворенного кислорода;
- *показано*, что создание условий с последовательной сменой кислородных режимов в масштабе очистных сооружений приводит к увеличению эффективности процесса биологической дефосфатации сточных вод на 40-45 % по сравнению с условиями постоянной аэрации.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- *доказано* расчетным путем, что потенциальная эффективность биологической дефосфатации в процессе микробной фосфатаккумуляции может достигать 98 %.
- *определены* факторы, значимо влияющие на биологическую дефосфатацию сточных вод активным илом в условиях очистных сооружений: концентрация

растворенного кислорода и доза ила.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- разработано и апробировано техническое решение по модернизации технологии биологической очистки сточных вод, предполагающее чередование кислородных режимов в аэротенках, что позволило увеличить эффективность биологической дефосфатации сточных вод на 40-45 % по сравнению с режимом постоянной аэрации.

- определено, что практическое применение зонной аэрации в ходе биологической очистки сточных вод объемом 400 м³/сутки ведет к снижению затрат за счет уменьшения объема использования дефосфатирующих реагентов, потребляемой электроэнергии и снижения экологического ущерба.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- достоверность результатов обеспечена применением стандартизированных методик, используемых в области биотехнологии;

- воспроизводимость результатов, полученных с использованием комплекса физико-химических и микробиологических методов анализа, проводимых на современном аналитическом оборудовании;

- использование современных методик сбора и обработки информации с привлечением баз данных.

Все это подтверждает **достоверность** и **обоснованность** полученных результатов и сделанных на их основе выводов.

Личный вклад соискателя состоит в поиске и анализе литературных источников, проведении экспериментальных работ, обработке и обобщении результатов исследований, а также в их апробации. Соискатель принимал участие в постановке целей и задач исследования, обсуждении полученных результатов, подготовке публикации статей совместно с научным руководителем.

По своему содержанию диссертация соответствует паспорту специальности 1.5.6. Биотехнология (технические науки) по пункту 7: «Разработка новых технологических процессов на основе микробиологического синтеза,

биотрансформации, биокатализа, иммуносорбции, биодеструкции, биоокисления и создание систем биокомпостирования различных отходов, очистки техногенных отходов (сточных вод, газовых выбросов и др.), создание замкнутых технологических схем микробиологического производства, последние с учетом вопросов по охране окружающей среды».

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования.

Материалы, представленные в диссертационном исследовании и связанные с поиском подходов к интенсификации работы очистных сооружений, могут стать основой для модернизации сооружений по очистке сточных вод коммунально-бытового и производственного типа, а также могут быть использованы организациями, занимающимися разработкой очистных станций модульного типа, например, АО «МосводоканалНИИпроект» (г. Москва), ООО «НПК «Биотехинжиниринг»» (г. Казань) и другие.

Подходы к изучению биоценоза активного ила и его отдельных изолятов, описанные в диссертационном исследовании, могут быть использованы высшими учебными заведениями, осуществляющими подготовку специалистов в области промышленной биотехнологии, такими как ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет» и другие.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний. Хабибуллина Аида Рамилевна исчерпывающе ответила на вопросы, задаваемые ей в ходе заседания.

Диссертационным советом сделан вывод, что рассматриваемая диссертация является научно-квалификационной работой и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 27.12.2023 г. объединенный диссертационный совет 99.2.028.02 принял решение присудить Хабибуллиной Аиде Рамилевне ученую степень кандидата технических наук по специальности 1.5.6. Биотехнология за новое научно-обоснованное техническое решение по модернизации процесса биологической дефосфатации сточных вод за счет активации фосфатаккумулирующих микроорганизмов активного ила, имеющее существенное значение для повышения эффективности работы очистных сооружений по очистке коммунально-бытовых и промышленных сточных вод.

При проведении тайного голосования объединенный диссертационный совет 99.2.028.02 в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.5.6. Биотехнология (технические науки), участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета 99.2.028.02



С.А. Суслова

М.А. Сысоева

Ученый секретарь диссертационного
совета 99.2.028.02

В.Р. Хабибрахманова

В.Р. Хабибрахманова

27.12.2023 г.