

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.074.07 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 18 декабря 2020 г. № 8

О присуждении Захаренко Александре Сергеевне, гражданке РФ,
ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация «Аэробные метаноокисляющие бактерии водной толщ
озера Байкал» по специальности 03.02.08 - Экология (биологические науки)
принята к защите 5 октября 2020 г., протокол № 4/2 диссертационным
советом Д 212.074.07 созданным на базе Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский
государственный университет» Министерства науки и высшего образования
РФ, 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1. Приказ о создании
диссертационного совета №714/нк от 2.11.2012. Состав совета утвержден
приказами № 661/нк от 23.06.2015 г., № 851/нк от 29.08.2015 г., № 626/нк от
03.06.2016 г. и № 280/нк от 14.03.2018 г.

Соискатель Захаренко Александра Сергеевна 1987 года рождения. В
2009 году соискатель окончила Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет» (ФГБОУ ВПО «ИГУ») по
специальности «Микробиология». В 2018 году Захаренко А.С. окончила
заочную аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном
учреждении науки Лимнологический институт Сибирского отделения
Российской академии наук (ЛИН СО РАН) по специальности
«Микробиология». Работает научным сотрудником в ФГБУН ЛИН СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории микробиологии углеводов ЛИН СО РАН.

Научный руководитель – доктор биологических наук Земская Тамара Ивановна, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией микробиологии углеводов ЛИН СО РАН.

Официальные оппоненты:

1. Дедыш Светлана Николаевна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией микробиологии болотных экосистем Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук», г. Москва;

2. Лаврентьева Елена Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории микробиологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук, г. Улан-Удэ – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», обособленное подразделение – Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г. К. Скрыбина, Пушкино, в своем положительном заключении, подписанном ведущим научным сотрудником Лаборатории анаэробных микроорганизмов, доктором биологических наук Щербаковой Викторией Артуровной, указало, что диссертационная работа Захаренко А.С. «Аэробные метаноокисляющие бактерии водной толщи озера Байкал» полностью соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук (пункты 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» от 24.09.2013 № 842 (ред. от 01.10.2018)), а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – «Экология» (Биологические

науки).

Соискатель имеет 28 опубликованных научных работ. По теме диссертации опубликовано 14 работ, среди которых 5 статей в журналах, включенных в перечень ВАК (в том числе, индексируемых Web of Science) и 9 материалов Всероссийских и международных конференций.

Все результаты получены автором самостоятельно или в соавторстве с другими исследователями и сформулированы в выводах и защищаемых положениях. В публикациях освещены основные результаты диссертационного исследования. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Захаренко А. С.** Окисление метана в водной толще районов газо- и нефтепроявлений Среднего и Южного Байкала / А. С. Захаренко, Н. В. Пименов, В. Г. Иванов, Т. И. Земская // Микробиология. – 2015. – Т. 84, № 1. – С. 98–106.

2. Cabello-Yeves P. J. Genomes of novel microbial lineages assembled from the sub-ice waters of Lake Baikal / P. J. Cabello-Yeves, T. I. Zemskaya, R. Rosselli, F. H. Coutinho, **A. S. Zakharenko**, V. V. Blinov, F. Rodriguez-Valera // Appl. Environ. Microbiol. – 2018. – V. 84, № 1. – Art. № e02132-17.

3. **Zakharenko A. S.** Bacterial communities in areas of oil and methane seeps in pelagic of Lake Baikal / A. S. Zakharenko, Yu. P. Galachyants, I. V. Morozov, O. V. Shubenkova, A. A. Morozov, V. G. Ivanov, N. V. Pimenov, A. Y. Krasnopeev, T. I. Zemskaya // Microb. Ecol. – 2019. – V. 78, № 2. – P. 269–285.

4. Bukin Y. The effect of 16S rRNA region choice on bacterial community metabarcoding results / Y. Bukin, Y. Galachyants, I. Morozov, S. Bukin, **A. Zakharenko**, T. Zemskaya // Sci. Data. – 2019. – V. 6. – Art. № 190007.

5. Cabello-Yeves P. J. Microbiome of the deep Lake Baikal, a unique oxic bathypelagic habitat / P. J. Cabello-Yeves, T. I. Zemskaya, **A. S. Zakharenko**, M. V. Sakirko, V. G. Ivanov, R. Ghai, F. Rodriguez-Valera // Limnol. Oceanogr. – 2019. – V. 9999. – P. 1–18.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: 1. к.б.н., с.н.с. лаборатории гидробиологии Института проблем экологии и недропользования АН РТ О.Б. Морозовой и к.б.н., заведующей лабораторией гидробиологии Института проблем экологии и недропользования АН РТ Р. П. Токиновой; 2. к.б.н., в.н.с. ФГБУ «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» 3. Б. Намсараева; 3. к.б.н, зав. кафедрой генетики, микробиологии и биохимии ФГБОУ ВО «КубГУ» А. А. Худокормова; 4. к.б.н., м.н.с. Лаборатории водной микробиологии Института экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН Д. Ю. Шаравина; 5. к.б.н., с.н.с. лаборатории микробиологии ФГБУН Института общей и экспериментальной биологии СО РАН О. П. Дагуровой; 6. к.б.н., с.н.с. лаборатории Гидрологии и гидрогеологии Института водных и экологических проблем ДВО РАН Д. В. Андреевой и к.б.н., н.с. лаборатории Гидрологии и гидрогеологии Института водных и экологических проблем ДВО РАН З. Н. Литвиненко; 7. к.б.н., доцента каф. биоразнообразия и морских биоресурсов, зав. лабораторией морской микробиологии ШЕН, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ) Е. А. Богатыренко; 8. к.б.н., доцента кафедры экологии и природопользования ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Сибирский федеральный университет, СФУ И. М. Попельницкой; 9. д.х.н., профессора, зав. лабораторией химии природных систем ФГБУН Байкальский институт природопользования СО РАН Л. Д. Раднаевой; 10. к.б.н., с.н.с. отдела радиационной и химической биологии Института биологии южных морей имени А. О. Ковалевского Т. В. Малаховой; 11. д.б.н., профессора, зав. кафедрой физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Томского государственного университета О. В. Карначук; 12. к.б.н., зав. лабораторией микробиологии ФГБУН «Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН» Д. Б. Косолапова.

Все отзывы положительные, содержат подробную информацию об актуальности диссертационной работы, новизне полученных результатов,

фундаментальной и практической значимости. Отмечено, что диссертационная работа выполнена в полном объеме на высоком научном уровне, выводы диссертации достоверны и полностью отражают поставленные задачи.

Вопросы, замечания и предложения, имеющиеся в отзывах: На рисунке 2а концентрация метана в поверхностных водах на порядок ниже, чем в придонных слоях этой же точки и в поверхностных слоях других мест отбора проб, но автор указывает, что во всех районах отмечен «метановый парадокс»; в тексте нет информации о влиянии различных источников азота на потенциальную скорость метаноокисления; в чём, по мнению автора, причина более активного развития метанотрофных бактерий на среде с аммонийным азотом, чем на среде с нитратом; не указано, были ли активны метановый сип и грязевой вулкан в момент отбора проб; чем можно объяснить то, что численность МОБ на фоновой станции в придонных слоях выше, чем в газовыделяющих районах, а в газовыделяющих районах – выше в поверхностных слоях, чем в придонных; данные автора слабо демонстрируют явление «метанового парадокса».

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что доктор биологических наук, Дедыш Светлана Николаевна, является одним из ведущих специалистов в области микробиологии и экологии микроорганизмов, в том числе метаноокисляющих бактерий, а также автором научных работ, опубликованных в высокорейтинговых российских и международных журналах по данной тематике. Лаврентьева Елена Владимировна, к.б.н., является высококвалифицированным специалистом в области экологии и микробиологии, научные исследования которой связаны с изучением экологии, состава и структуры микробных сообществ водных экосистем: озера Байкал, а также озёр и гидротерм Байкальского региона, что подтверждается соответствующими публикациями.

Выбор ведущей организации обосновывается тем, что ФГБУН «ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований» РАН

является ведущим российским институтом, имеющим мировое значение, фундаментальные исследования которого направлены на изучение разнообразия микробного мира и принципов его взаимодействия с окружающей средой (биохимические, физиологические и молекулярно-генетические основы).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: разработан комплексный подход исследования аэробных метанооксиляющих бактерий в водной толще озера Байкал, основанный на микробиологических, физико-химических и молекулярно-биологических методах; **предложена** научная гипотеза о влиянии физико-химических условий среды обитания на структуру метанотрофных сообществ; **доказана** перспективность применения использованного в работе комплексного подхода для изучения аэробных метанооксиляющих бактерий для дальнейших фундаментальных работ; **получены** новые данные о разнообразии метанотрофов в пелагиали озера Байкал с различными экологическими условиями (температурный режим, тип разгружающихся углеводов, концентрации метана, минерализация, глубина); **введены** в научный оборот представления о разнообразии метанооксиляющих бактерий в микробных сообществах водной толщи озера Байкал и доминирующем вкладе в эти сообщества метанотрофных бактерий I типа (*Methyloglobulus* sp. Baikal-deep-G142).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что: доказана активная роль метанооксиляющих бактерий в цикле углерода в водной толще различных экологических зон оз. Байкал и выявлены эндемичные представители этой группы микроорганизмов.

Применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс микробиологических, молекулярно-генетических, биоинформатических и физико-химических методов; **изложены** основные принципы и методические приемы определения таксономического разнообразия и структуры метанооксиляющих сообществ водной толщи оз.

Байкал на основе анализа фрагментов генов 16S рНК, *pmoA*, *mxaF*, глубокого метагеномного анализа, флуоресцентной *in situ* гибридизации, а также культивирования; **раскрыты** особенности структуры и состава метанооксиляющих сообществ водной толщи в различные гидрологические сезоны и выявлена их взаимосвязь с условиями среды обитания; **изучено** распределение метанотрофов в водной толще оз. Байкал в зависимости от конкретных экологических условий; исследовано влияние различных источников азота на развитие метанооксиляющих бактерий оз. Байкал; **проведена модернизация** методологических подходов к изучению биоразнообразия метанотрофных сообществ в водной толще озера Байкал, включая условия амплификации фрагментов генов 16S рНК, *pmoA*, *mxaF* водных образцов при подготовке библиотек ампликонов для высокопроизводительного секвенирования.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработан и внедрен в практику научных исследований комплексный подход, позволяющий достоверно определить разнообразие и активность метанооксиляющих сообществ в водной толще озера Байкал; **определены** перспективы использования метода глубокого метагеномного анализа для изучения таксономического разнообразия метанотрофных сообществ; **создана** библиотека нуклеотидных последовательностей и массивы данных высокопроизводительного секвенирования фрагментов генов 16S рНК, *pmoA* и *mxaF*, зарегистрированные в базе данных NCBI; **представлены** данные о составе и разнообразии бактерий водной толщи озера Байкал в различные гидрологические сезоны, которые можно использовать для сравнения с другими пресноводными экосистемами, а так же результаты комплексных исследований по распространению, разнообразию и активности метанооксиляющих бактерий в водной толще озера Байкал, которые могут быть использованы при расчете потоков метана из водной толщи в атмосферу, а также при оценке вклада оз. Байкал в региональный бюджет

метана в условиях современных климатических изменений.; аннотированы геномы байкальских линий метанотрофов, образующих на филогенетическом древе отдельные кластеры, не имеющие культивируемых гомологов, которые могут быть использованы для разработки молекулярных методов детекции этих микроорганизмов в холодноводных водоемах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: для **экспериментальных работ** результаты получены с использованием общепринятых методик подсчета метанооксиляющих бактерий, общей численности бактерий, культивирования, молекулярно-генетического анализа, биоинформационного и статистического анализа. При проведении работ использовано сертифицированное оборудование с использованием реактивов, отвечающих стандартам качества; **Теория** построена на сравнительном анализе научных трудов ведущих отечественных и зарубежных ученых в области микробной экологии, молекулярной биологии, микробиологии и полученных оригинальных данных о таксономическом составе и функционировании аэробных метанооксиляющих бактерий в водной толще оз. Байкал; **идея базируется** на анализе полученного материала и обобщении литературных данных; **использованы** современные методики обработки данных, проведено сравнение собственных результатов и данных мировой литературы по исследованию метанотрофных сообществ в водной толще пресноводных водоемов; **установлено**, что полученные сведения согласуются с данными отечественных и зарубежных исследователей в этой области; **использованы** как современные методы высокопроизводительного секвенирования и биоинформационного анализа, так и классические физико-химические методы, методы микроскопии, микробиологии, молекулярно-генетического анализа и статистического анализа.

Личный вклад соискателя: заключается в выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе. Автор принимал участие в экспедиционных работах, результаты которых вошли в диссертацию. Все результаты

получены автором лично либо при его непосредственном участии в ходе коллективных работ. Автор проанализировал и обобщил результаты исследований, которые были оформлены с соавторами в виде публикаций в рецензируемых журналах и научных докладов.

На заседании 18 декабря 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Захаренко А. С. ученую степень кандидата биологических наук.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 13 докторов наук по специальности 03.02.08 «Экология», участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 14, против присуждения учёной степени – 0.

Председатель диссертационного совета

Д 212.074.07 при ФГБОУ ВО «ИГУ» д.б.н, проф.



Матвеев А.Н.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.074.07 при ФГБОУ ВО «ИГУ» к.б.н., доцент



Приставка А.А.

18 декабря 2020 г.