

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.233.02 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, на соискание ученой степени кандидата наук на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» по диссертации Павловой Ольги Николаевны «Микробные сообщества осадочных отложений озера Байкал в районах разгрузки углеводов» на соискание ученой степени доктора биологических наук.

Решение диссертационного совета от 09 октября 2025 г. №6 о присуждении Павловой Ольге Николаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора биологических наук

Диссертация Павловой Ольги Николаевны «Микробные сообщества осадочных отложений озера Байкал в районах разгрузки углеводов» по специальности – 1.5.11. – Микробиология принята к защите 29 апреля 2025 г. протокол № 4 диссертационным советом 24.1.233.02 на базе Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук», 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33, стр. 2. Совет утвержден Министерством образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) приказом № 205/нк от 16.03.2017 г. (с учетом переименования Совета от 03.06.2021 г. №561/нк, с учетом изменений в составе Совета в соответствии с приказом Минобрнауки России от 12.10.2022 г. №1162/нк).

Соискатель Павлова Ольга Николаевна, 1976 года рождения, гражданка РФ, в 1998 г. с отличием окончила ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» по специальности «Биолог. Преподаватель биологии по специальности «Биология». В период 1998–2003 гг. проходила обучение в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук (ЛИН СО РАН). В 2004 г. Павловой О.Н. была присуждена ученая степень кандидата биологических наук по результатам защиты кандидатской диссертации «Бактерии рода *Pseudomonas* в микробном сообществе озера Байкал» по специальности 03.00.16. – Экология (1.5.15 – в настоящее время). Одновременно с поступлением в аспирантуру ЛИН СО РАН соискатель была принята на должность ведущего инженера в лабораторию водной микробиологии, в 2003 г. – на должность научного сотрудника. С 2007 по 2021 гг. занимала должность старшего научного сотрудника в лаборатории водной микробиологии, а затем в лаборатории микробиологии углеводов. В настоящее время является ведущим научным сотрудником лаборатории микробиологии углеводов ЛИН СО РАН.

Диссертационная работа Павловой Ольги Николаевны «Микробные сообщества осадочных отложений озера Байкал в районах разгрузки углеводов» выполнена в лаборатории микробиологии углеводов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный консультант – д.б.н. Т.И. Земская, главный научный сотрудник лаборатории микробиологии углеводов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор Котова Ирина Борисовна, профессор кафедры микробиологии Биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», доктор биологических наук, профессор Вайнштейн Михаил Борисович, заведующий лабораторией физиологии микроорганизмов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», и доктор геолого-минералогических наук Немировская Инна Абрамовна, главный научный сотрудник Аналитической лаборатории Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Шишова Российской академии наук, дали положительные отзывы.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» – в своем положительном заключении указала, что фундаментально значимая диссертационная работа Павловой О.Н. «Микробные сообщества осадочных отложений озера Байкал в районах разгрузки углеводов» является завершенной научной работой и масштабным исследованием, проведенным на высоком методическом уровне, и, несомненно, является весомым вкладом в микробиологию углеводов. Отмечается, что практическая значимость работы несомненна, поскольку выделенные штаммы микроорганизмов могут использоваться при очистке природных территорий и водоемов от нефтяных загрязнений. Диссертационная работа соответствует п. 9-11, 13-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (с изменениями и дополнениями в редакции № 62 от 25.01.2024), а сама автор, Павлова О.Н., заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.11. – Микробиология.

Выбор официальных оппонентов обусловлен тем, что они являются признанными специалистами в области микробиологии и геологии океанов и морей. Так, доктор биологических наук Котова Ирина Борисовна – признанный специалист в области изучения структуры и взаимодействия микроорганизмов в микробных сообществах, в том числе анаэробных. В сферу ее исследований входит изучение взаимодействия микроорганизмов с ксенобиотиками и загрязняющими веществами природного происхождения, а также процессов их микробной биodeградации. Доктор биологических наук, профессор Михаил Борисович Вайнштейн известен своими исследованиями в области прикладной экологической микробиологии (биогеология, биокоррозия и рекультивация), а также в области изучения физиологии и метаболизма бактерий, участвующих в цикле серы. Доктор геолого-

минералогических наук Немировская Инна Абрамовна – признанный специалист в области геологии океанов и морей. Ее исследования направлены на изучение основных миграционных форм нефтяных загрязняющих веществ: нефтяных пленок, нефтяных агрегатов, а также углеводородов в местах их постоянного поступления. Квалификация оппонентов подтверждается наличием большого числа публикаций в цитируемых российских и зарубежных журналах. Выбор ведущей организации связан с тем, что в учреждении проводятся исследования в области экологических механизмов длительного сосуществования, сукцессии и регуляции видового состава искусственных и естественных сообществ микроорганизмов и гидробионтов, что также подтверждается наличием соответствующих публикаций. Высокая квалификация оппонентов и ведущей организации позволяет оценить научную и практическую ценность диссертационной работы.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 29 статьях, в рецензируемых научных изданиях, в 1 главе в монографии, 1 патенте, которые удовлетворяют п. 11 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. с изменениями и дополнениями в редакции № 62 от 25.01.2024:

1. Хлыстов О.М., Горшков А.Г., Егоров А.В., Земская Т.И., Гранин Н.Г., Калмычков Г.В., Воробьева С.С., **Павлова О.Н.**, Якуп М.А., Макаров М.М., Москвин В.И., Грачев М.А. Нефть в озере мирового наследия // ДАН. 2007. Т. 414. № 5. С. 656–659.

2. **Павлова О.Н.**, Земская Т.И., Горшков А.Г., Косторнова Т.Я., Хлыстов О.М., Парфенова В.В. Сравнительная характеристика микробных сообществ двух районов естественных нефтепроявлений озера Байкал // Изв. РАН. Сер. биол. 2008. Т. 3. С. 333–340.

3. **Павлова О.Н.**, Земская Т.И., Горшков А.Г., Парфенова В.В., Сусллова М.Ю., Хлыстов О.М. Исследование микробного сообщества озера Байкал в районе естественных нефтепроявлений // Прикладная биохимия и микробиология. 2008. Т. 2. № 3. С. 319–323.

4. Ломакина А.В., **Павлова О.Н.**, Шубенкова О.В., Земская Т.И. Разнообразие культивируемых аэробных микроорганизмов в районах естественных выходов нефти на оз. Байкал // Изв. РАН. Сер. биол. 2009. № 5. С. 515–522.

5. **Павлова О.Н.**, Ломакина А.В., Лихошвай А.В., Федорова Г.А., Шишлянникова Т.А., Корнева Е.С., Букин С.В., Земская Т.И. Микробные сообщества в районах естественных выходов нефти на озере Байкал // Успехи наук о жизни. 2010. № 2. С. 169–172.

6. **Павлова О.Н.**, Ломакина А.В., Горшков А.Г., Сусллова М.Ю., Лихошвай А.В., Земская Т.И. Микробные сообщества и их способность окислять n-алканы в районе разгрузки газо-нефте содержащих флюидов в среднем Байкале (мыс Горевого Утес) // Изв. РАН. Сер. биол. 2012. Т. 5. С. 540–545.

7. **Павлова О.Н.**, Букин С.В., Ломакина А.В., Калмычков Г.В., Иванов В.Г., Морозов И.В., Погодаева Т.В., Пименов Н.В., Земская Т.И. Образование углеводородных газов микробным сообществом донных осадков оз. Байкал // Микробиология. 2014. Т. 83. № 6. С. 694–702.

8. Мамаева Е.В., Губарев П.С., Горшков А.Г., **Павлова О.Н.**, Сусллова М.Ю., Изосимова О.Н., Ходжер Т.В., Земская Т.И. Деградация нефти бактериями, выделенными из донных осадков Карского моря и озера Байкал // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 6. С. 18–26.

9. **Pavlova O.N.**, Zemskaya T.I., Lomakina A.V., Shubenkova O.V., Manakov A.Y., Moskvina V.I., Morozov I.V., Bukin S.V., Khlystov O.M. Transformation of organic matter by microbial community in

sediments of Lake Baikal under experimental thermobaric conditions of protocatagenesis // Geomicrobiol. J. 2016. V. 33. № 7. P. 599–606.

10. Bukin S.V., **Pavlova O.N.**, Manakov A.Y., Kostreva E.A., Chernitsyna S.M., Mamaeva E.V., Pogodaeva T.V., Zemskaya T.I. The ability of microbial community of Lake Baikal bottom sediments associated with gas discharge to carry out the transformation of organic matter under thermobaric conditions // Front. Microbiol. 2016. V. 7. Art. 690.

11. Букин С.В., **Павлова О.Н.**, Калмычков Г.В., Иванов В.Г., Погодаева Т.В., Галачянц Ю.П., Букин Ю.С., Хабуев А.В., Земская Т.И. Субстратная специфичность метаногенных сообществ из донных отложений оз. Байкал, ассоциированных с разгрузками углеводородных газов // Микробиология. 2018. Т. 87. № 4. С. 409–420.

12. Baturina O.A., **Pavlova O.N.**, Novikova A.S., Kabilov M.R., Zemskaya T.I. Draft genome sequence of *Thermaerobacter* sp. strain PB12/4term, a thermophilic facultative anaerobic bacterium from bottom sediments of Lake Baikal, Russia // Microbiol. Resour. Announc. 2018. V. 7. № 20. Art. e01178-18.

13. **Павлова О.Н.**, Букин С.В., Костырева Е.А., Москвин В.И., Манаков А.Ю., Морозов И.В., Галачянц Ю.П., Хабуев А.В., Земская Т.И. Преобразование органического вещества природным микробным сообществом из донных осадков Академического хребта (озеро Байкал) в термобарических условиях // Геология и геофизика. 2019. Т. 60. С. 1171–1184.

14. **Павлова О.Н.**, Ломакина А.В., Новикова А.С., Черницына С.М., Ханаева Т.А., Погодаева Т.В., Хабуев А.В., Земская Т.И. Термофильные бактерии в донных осадках озера Байкал, ассоциированных с разгрузкой углеводородов // Микробиология. 2019. Т. 88, № 3. С. 358–366.

15. **Pavlova O.N.**, Adamovich S.N., Novikova A.S., Gorshkov A.G., Izosimova O.N., Ushakov I.A., Oborina E.N., Mirskova A.N., Zemskaya T.I. Protatranes, effective growth biostimulants of hydrocarbon-oxidizing bacteria from Lake Baikal, Russia // Biotechnol. Rep. 2019. V. 24. Art. e00371.

16. Manakov A.Yu., **Pavlova O.N.**, Bukin S.V., Kostyrev E.A., Moskvina V.I., Morozov I.V., Rodionova T.V., Zemskaya T.I. Experimental equipment for Lake Baikal deep biosphere microorganism's exploration and some results obtained using this equipment // Limnology and Freshwater Biology. 2019. № 3. P. 253–259.

17. Gorshkov A., **Pavlova O.**, Khlystov O., Zemskaya T. Fractioning of petroleum hydrocarbons from seeped oil as a factor of purity preservation of water in Lake Baikal (Russia) // J. Great Lakes Res. 2020. V. 46. № 1. P. 115–122.

18. Gorshkov A.G., Izosimova O.N., **Pavlova O.N.**, Khlystov O.M., Zemskaya T.I. Assessment of water pollution near the deep oil seep in Lake Baikal // Limnology and Freshwater Biology. 2020. № 2. P. 397–404.

19. Zemskaya T.I., Cabello-Yeves P.J., **Pavlova O.N.**, Rodriguez-Valera F. Microorganisms of Lake Baikal – the deepest and most ancient lake on Earth // Appl. Microbiol. Biotechnol. 2020. V. 104. P. 6079–6090.

20. **Pavlova O.N.**, Izosimova O.N., Chernitsyna S.M., Ivanov V.G., Pogodaeva T.V., Gorshkov A.G. Process of anaerobic oxidation of oil in bottom sediments of Lake Baikal // Limnology and Freshwater Biology. 2020. № 3. P. 1006–1007.

21. **Павлова О.Н.**, Изосимова О.Н., Горшков А.Г., Новикова А.С., Букин С.В., Иванов В.Г., Хлыстов О.М., Земская Т.И. Современное состояние глубоководного выхода нефти у мыса Горевой Утес (Средний Байкал) // Геология и геофизика. 2020. Т. 61. С. 1231–1240.

22. Bukin S.V., **Pavlova O.N.**, Kalmychikov G.V., Ivanov V.G., Zemskaya T.I. Methylophilic methanogens in bottom sediments of Lake Baikal // Limnology and Freshwater Biology. 2020. № 4. P. 973–975.

23. Земская Т.И., Букин С.В., Ломакина А.В., **Павлова О.Н.** Микроорганизмы донных отложений Байкала – самого глубокого и древнего озера мира // Микробиология. 2021. Т. 90. № 3. С. 286–303.

24. **Pavlova O.N.**, Izosimova O.N., Chernitsyna S.M., Ivanov V.G., Pogodaeva T.V., Khabuev A.V., Gorshkov A.G., Zemskaya T.I. Anaerobic oxidation of petroleum hydrocarbons in enrichment cultures from sediments of Gorevoy Utes natural oil seep under methanogenic and sulfate-reducing condition // Microb. Ecol. 2022. V. 83. № 4. P. 899–915.

25. Morgunova I., Semenov P., Kursheva A., Litvinenko I., Malyshev S., Bukin Yu.S., Khlystov O.M., **Pavlova O.N.**, Zemskaya T.I., Krylov A.A. Molecular indicators of sources and biodegradation of organic matter in sediments of fluid discharge zones of Lake Baikal // Geosciences. 2022. V. 12. № 2. Art. 72.

26. **Pavlova O.N.**, Tupikin A.E., Chernitsyna S.M., Bukin Yu.S., Lomakina A.V., Pogodaeva T.V., Nikonova A.A., Bukin S.V., Zemskaya T.I., Kabilov M.R. Description and genomic analysis of the first facultatively lithoautotrophic, thermophilic bacteria of the genus *Thermaerobacter* isolated from low-temperature sediments of Lake Baikal // Microb. Ecol. 2023. V. 86. P. 1604–1619.

27. **Павлова О.Н.**, Черницына С.М., Букин С.В., Ломакина А.В., Шубенкова О.В., Смирнова Д.К., Земская Т.И. Источник термофильных бактерий в холодных осадках озера Байкал – гидротермы на побережье озера или глубинные флюиды? // Микробиология. 2024. Т. 93. № 3. С. 323–329.

28. **Павлова О.Н.**, Букин С.В., Изосимова О.Н., Черницына С.М., Иванов В.Г., Хабуев А.В., Погодаева Т.В., Еловская И.С., Горшков А.Г., Земская Т.И. Анаэробное окисление нефти микробными сообществами донных осадков из района естественного нефтепроявления (Средний Байкал, Большая Зеленовская) // Микробиология. 2024. Т. 93. № 5. С. 548–561.

29. **Павлова О.Н.**, Изосимова О.Н., Иванов В.Г., Черницына С.М., Букин С.В., Хабуев А.В., Погодаева Т.В., Смирнова Д.К., Земская Т.И. Сравнительная характеристика процессов анаэробного окисления нефти микробными сообществами в донных осадках районов естественных нефтепроявлений оз. Байкал (Горевой Утес, Большая Зеленовская) // Limnology and Freshwater Biology. 2024. № 4. P. 1035–1049.

Глава в монографии

Zemskaya T.I., Bukin S.V., Chernitsyna S.M., Lomakina A.V., **Pavlova O.N.** Microbial communities in the sediments of rift Lake Baikal and their role in diagenesis processes. In: Urban Watershed Microbiology - Biodiversity Composition, Ecological Function, and Technological Advances, edited by S.M. Tiquia-Arashiro, G. Medema, E. Ubomba-Jaswa, H. Urakawa, V. Ella, N. Libardi. – 2025. Chapter 4. – P. 1–74.

Авторские свидетельства, патенты, информационные карты, алгоритмы

Павлова О.Н., Адамович С.Н., Мирскова А.Н., Земская Т.И. Стимулятор роста клеток углеводородоокисляющих бактерий *Rhodococcus erythropolis* (варианты). Патент на изобретение 2694593. Заявка №2018130418. Опубликовано: 16.07.2019. – 2019.

Материалы диссертации были доложены и обсуждены на международных и российских конференциях: 4-ой, 5-ой, 6-ой Верещагинской Байкальской конференции, Иркутск, 2005; 2010; 2015; 3-м, 4-м, 5-м, 6-м Байкальском микробиологическом симпозиуме, Иркутск, 2011; 2015; 2020; 2024; III International Conference «Biosphere Origin and Evolution», Rethymno, Greece, 2011; VII Московском международном конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития», Москва, 2013; 10th International Congress on Extremophiles, Saint Petersburg, 2014; 13th International Conference on «Gas in marine sediments», Tromsø, Norway, 2016; 13th International Conference on Salt Lake Research, Ulan-Ude, 2017; 12th International Congress of Extremophiles, Ischia, Italy, 2018; Международной конференции «Пресноводные

экосистемы – современные вызовы», Иркутск, 2018; Всероссийской конференции с международным участием «Механизмы адаптации микроорганизмов к различным условиям среды обитания», Иркутск, 2019; I-ом, II-ом, III-ем, IV-ом Российском микробиологическом конгрессе, Пущино, 2017; Саранск, 2019; Псков, 2021; Томск, 2023; X Международной научно-практической конференции «Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа», Томск, 2023.

В публикациях отражены результаты экспериментальной части в рамках диссертационной работы.

На диссертацию поступили следующие отзывы:

Отзыв официального оппонента доктора биологических наук Котовой Ирины Борисовны, (положительный). Отзыв содержит следующие замечания:

1. При характеристике ряда штаммов автор использует понятия, противоречащие друг другу, хотя из контекста понятно, что имеется в виду. Например, «нитратредуцирующий микроаэрофильный... (с. 104); факультативно анаэробные условия с содержанием кислорода 1 и 2% (с. 106); аэроб, факультативный анаэроб... (с. 119)»;
2. В ряде случаев спутаны понятия «гетеротрофный – органотрофный»;
3. Термин «ферментация» используется то в узком (брожение), то в широком (все ферментативные реакции) смысле;
4. В таблице 4, с. 91 в столбце «Акцептор электронов» указано $H_2:CO_2$, хотя водород может быть только донором;
5. В тексте противопоставляются понятия «микроорганизмы, окисляющие нефть» и «органотрофные микроорганизмы» (с. 205), в то время как первое – это частный случай второго;
6. При характеристике полученных накопительных культур нет описания их культуральных признаков;
7. Так как в тексте встречается большое количество сокращений, следовало бы дать их расшифровку в виде Списка сокращений;
8. В работе присутствуют опечатки и нарушения пунктуации, а также в ряде разделов хаотичное использование разных шрифтов, что отвлекает внимание от смысла текста.

Вопросы уточняющего характера:

1. Объясните логику выбора проб из разных источников на разных этапах исследования;
2. Какими были культуральные свойства полученных в работе накопительных культур, в частности в камерах высокого давления? Образовывали ли микробные сообщества агрегаты?
3. Какие механизмы сохранения жизнеспособности термофильных микроорганизмов в низкотемпературных условиях известны или предполагаются, кроме образования эндоспор?
4. На с. 208 указано: «В поверхностном слое воды ... высоко содержание олиготрофных бактерий». Как определяли, что они олиготрофные?
5. Для наглядности было бы полезно привести схему экспериментальной работы, чтобы была более понятна связь разных частей диссертации друг с другом.
6. Мне как микробиологу наиболее интересным показалась постановка таких модельных экспериментов в камерах высокого давления, однако мне не хватило описания культуральных свойств

полученных накопительных культур. Также хотелось бы уточнения, почему были выбраны пробы именно из этих местообитаний.

7. В Заключение следовало бы обрисовать также нерешенные проблемы и перспективы продолжения исследования.

Отзыв официального оппонента доктора биологических наук, профессора Вайнштейна Михаила Борисовича, (положительный). Отзыв содержит следующие замечания:

«Выявленные при чтении диссертации технические опечатки и отдельные возникающие замечания относятся только к оформлению и изложению диссертационной работы. Например, на стр. 24 указано видовое название «*Thiobacillus ferrooxidans*» при том, что этот вид был перенесен в другой род в 2000 г. (Kelly D.P., Wood A.P. Reclassification of some species of *Thiobacillus* to the newly designated genera *Acidithiobacillus* gen. nov., *Halothiobacillus* gen. nov. and *Thermithiobacillus* gen. nov. Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2000. V. 50 (2). P. 489-500).

С 12 по 30 стр. повторяется 11 раз англоязычное сокращение m.b.sf., то есть – «метров глубже морского дна», что можно было бы, упомянув один раз, заменить на русскоязычное определение как метры донных отложений.

На стр. 221 написано «...синергический эффект «doubl action» (Seter, 2012)...» - в данном случае при английском написании слов «двойное действие» допущена опечатка, а в ссылке потеряно указание соавторов «et al.».

Отзыв официального оппонента доктора геолого-минералогических наук Немировской Инны Абрамовны, (положительный). Отзыв содержит следующие замечания:

1. Общее замечание – отсутствие Выводов после каждой главы, содержащей основные результаты. Если бы они существовали, то не нужно было бы делать Заключение в конце диссертации.

2. Нельзя согласиться с защищаемым положением №4: «Постоянство площади нефтяного высачивания в двух районах нефтепроявлений оз. Байкал обусловлено деятельностью микроорганизмов... так как действие микроорганизмов возникает из-за геологического строения этих районов.

3. В главе 4 неправильно комментируют изменение величины CPI (отношение нечетных к четным алканам в высокомолекулярной области), считая, что ее уменьшение вызвано преобразованием УВ в осадке. Наоборот, при преобразовании УВ происходит рост наиболее устойчивых, нечетных высокомолекулярных алканов, что должно увеличивать величину CPI. ГХ-МС анализ позволяет вычислять другие маркеры в составе алканов, для определения их происхождения и трансформации. В частности, отношение низко/высокомолекулярные гомологи – L/H, которое уменьшается при трансформации УВ, так как происходит разложение низкомолекулярных, наименее устойчивых алканов. Неправильная фраза: «В составе фенантронов отмечается также наличие ретена». Фенантрен и ретен – это разные полиарены.

4. Главу 1.4., литературного обзора про оз. Байкал (особенно разделы про метановые сипы и природные нефтепроявления) лучше частично перенести в другие главы, так как много ссылок на работы автора диссертации.

5. Автор отмечает, что изменение поведения как микроорганизмов, так и УВ связано с окислительно-восстановительной обстановкой в осадке, но не приводит величину Eh, что необходимо при интерпретации данных.

6. В тексте диссертации заметна некоторая небрежность. В частности, Введение и глава 1 в диссертации начинаются с одной и той же фразы: «Морские и пресноводные осадки – крупнейший резервуар органического углерода...». Введенная аббревиатура не используется, лучше было бы вывести аббревиатуру отдельно (например, в начало диссертации), чтобы можно было бы к ней возвращаться при прочтении текста.

Отзыв ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» – отзыв положительный. Отзыв содержит следующие замечания и рекомендации:

1. Представляет интерес термофильный изолят PT 5/Grf7geo, который обнаруживает низкий процент сходства последовательности гена 16S рРНК с последовательностью единственного описанного и валидированного вида рода *Thermicanus*, а именно *Thermicanus aegyptius*, что говорит о том, что байкальский штамм может быть отнесен к новому виду. Однако в диссертационной работе изолят PB15/Grf7geo как новый вид описан не был. Было бы целесообразно это выполнить.

2. Согласно результатам исследований автора, при анализе библиотек генов 16S рРНК накопительных культур термофильных бактерий, полученных при инкубации донных осадков, ассоциированных с разгрузкой углеводов, наиболее представленными оказались последовательности рода *Thermaerobacter*. Как вы можете это объяснить, ведь, согласно вашим метабаркодинговым данным, последовательности представителей филума *Bacillota*, не являются доминирующими в осадках озера Байкал?

3. Обращает на себя внимание разное время экспозиции образцов донных осадков в термобарических экспериментах по преобразованию органического вещества. С чем это связано?

Разумеется, высказанные замечания не умаляют высокой научно-практической значимости результатов и правомерности основных защищаемых положений и выводов, которые весьма четко сформулированы и полностью соответствуют целям и задачам проведенного исследования.

На автореферат поступили положительные отзывы. Отзывы прислали:

1. Бархутова Д.Д., к.б.н., зав. лабораторией микробиологии ФГБНУ Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук. Замечаний нет.

2. Грабович М.Ю., д.б.н., профессор, профессор кафедры биохимии и физиологии клетки Медико-биологического факультета ФГБОУ ВО Воронежский государственный университет. Замечаний нет.

3. Дрюккер В.В., д.б.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории водной микробиологии ФГБНУ Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук. Замечаний нет.

4. Ившина И.Б., д.б.н., профессор, академик РАН, зав. лабораторией алканотрофных микроорганизмов Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук – филиал Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук. Замечаний нет. Вопрос: «... интересно знать, каков, с точки зрения диссертанта, механизм физиологической активности атранов, обладающих липофильностью и высокой биодоступностью?».

5. Каюмов А.Р., д.б.н., доцент, зав. кафедрой генетики Института фундаментальной медицины и биологии Высшей школы биологии центра биологии и педагогического образования ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (г. Казань). Вопросы и замечания:

« - В работе рассматриваются сообщества донных отложений, и проведен метагеномный анализ бактерий и архей. Однако по некоторым данным в таких сообществах встречаются и психрофильные микромицеты, которые уже давно предлагаются для деструкции загрязнений (DOI: 10.1039/D4SU00582A). Были ли попытки оценить наличие микобиома и его вклад в устойчивость и активность биоценозов в осадках?

- Удивительно, что выделенные штаммы *Thermaerobacter* sp. PB12/4term и рода *Thermicanus* sp. PB15/Grf7geo могут расти и при низких, и при высоких температурах, что свидетельствует о широком диапазоне температур, в которых активны ферменты основного метаболизма. При этом ANI с истинными термофилами очень высокое. Если ли данные по способностям роста в низких температурах родственных бактерий?».

6. Кондратьева Л.М., д.б.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории гидрологии и гидрогеологии Института водных и экологических проблем ДВО РАН – обособленное подразделение ФГБУН Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного отделения Российской академии наук. Замечаний нет.

7. Лихошвай Е.В., д.б.н., профессор, главный научный сотрудник Отдела ультраструктуры клетки ФГБНУ Лимнологического института Сибирского отделения Российской академии наук. Замечаний нет.

8. Маркова Ю.А., д.б.н., зав. лабораторией растительно-микробных взаимодействий ФГБНУ Сибирский институт физиологии и биохимии растений Сибирского отделения Российской академии наук. Замечаний нет.

9. Сафатов А.С., д.т.н., зав. отделом биофизики и экологических исследований Федерального бюджетного учреждения науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора. Замечания:

«1. В автореферате нет цитированной литературы, без которого найти некоторые упомянутые в тексте ссылки не представляется возможным.

2. В некоторых рисунках (например, 8, 15) слишком мелкие подписи к обозначениям на графиках».

10. Стом Д.И., д.б.н., профессор, профессор кафедры зоологии позвоночных и экологии Биолого-почвенного факультета ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет и Вятчина О.Ф., к.б.н., доцент, зав. кафедрой микробиологии Биолого-почвенного факультета ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет. Вопрос уточняющего характера: «...однако хотелось бы узнать, чем, по мнению диссертанта, обусловлена бóльшая углеводородокисляющая активность микробных сообществ в эксперименте с осадками из района нефтепроявления Б. Зеленовская по сравнению с сообществами нефтепроявления Горевой Утес?».

11. Карначук О.В., д.б.н., профессор, зав. кафедрой физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики и Лукина А.П., к.б.н., доцент кафедры физиологии растений, биотехнологии и биоинформатики Национального исследовательского Томского государственного университета. Замечаний нет.

Все отзывы положительные.

Вопросы задавали: д.б.н. Летаров А.В., д.б.н. Равин Н.В., д.б.н. Бонч-Осмоловская Е.А., д.б.н. Пименов Н.В., д.б.н. Складнев Д.А., д.б.н. Дедыш С.Н.

В дискуссии приняли участие: д.б.н. Летаров А.В., д.б.н. Пименов Н.В., д.б.н. Бонч-Осмоловская Е.А., д.б.н. Дедыш С.Н.

Диссертационный совет отмечает, что диссертация Павловой О.Н., посвященная изучению роли микроорганизмов осадочных отложений оз. Байкал, ассоциированных с разгрузкой углеводов, в процессах образования и окисления углеводов, является завершенной научной работой.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в работе впервые воссозданы термобарические условия культивирования, имитирующие зону образования углеводов. Показано, что в подобных условиях при участии микробных сообществ происходит преобразование органического вещества с образованием углеводородных компонентов нефти, таких как дибензотиофенов, три- и моноароматических стероидов, ретена и гаммацереана. Экспериментально доказано, что ретен способен формироваться непосредственно в осадочной толще в результате разложения биомассы водорослей микроорганизмами. Показано присутствие жизнеспособных термофильных микроорганизмов в холодных (+4°C) отложениях оз. Байкал в зонах выхода углеводородов. Изолирована и детально изучена термофильная факультативно-анаэробная бактерия рода *Thermaerobacter* sp. PB12/4term (VKM В-3151), характеристики которой отличаются от таковых у ранее описанных видов рода *Thermaerobacter*. Еще один изолят, штамм PB15/Grf7geo, потенциально представляет новый вид рода *Thermicanus*. Экспериментально подтверждено, что термофильные микроорганизмы попадают в осадки с потоками флюидов из глубинных слоев осадочной толщи.

Выявление биodeградации компонентов нефти микробными сообществами в анаэробных психрофильных и термофильных условиях, определение основных участников этих процессов, а также идентификация в их геномах функциональных генов, кодирующих активацию углеводов посредством анаэробного гидроксирования, присоединения фумарата и деароматизации, свидетельствуют об эффективной трансформации углеводов в экосистеме оз. Байкал. Многолетние мониторинговые исследования, проведенные в двух районах нефтепроявлений оз. Байкал, показали, что, несмотря на постоянную эмиссию нефти, выходы нефти локализованы на ограниченных участках. Это подтверждает наличие механизмов самоочищения от нефтяного «загрязнения», где основная роль принадлежит аэробным микроорганизмам, в геномах которых выявлены гены аэробной деградации алканов и синтеза биосурфактантов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается возможностью биотехнологического применения протатранов (арилхалькогенилацетатов трис(2-гидроксиэтил)аммония), стимулирующих рост

углеводородоокисляющих бактерий *Rhodococcus erythropolis* и штаммов углеводородоокисляющих микроорганизмов, синтезирующие биосурфактанты, при создании технологий очистки и восстановления окружающей среды, загрязненной нефтью или нефтепродуктами при низких температурах, для почв северных широт, арктических морей и озера Байкал. Новые данные о формировании биомаркеров нефти в донных отложениях, включая ретен, используемые для характеристики палеоклимата, позволят более точно интерпретировать события, происходившие в геологическом прошлом. Новый изолят, *Thermaerobacter* sp. PB12/4term, депонированный во Всероссийской коллекции микроорганизмов под номером VKM B-3151, может служить объектом для исследования путей энергетического и конструктивного метаболизма.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что полученные данные являются воспроизводимыми и достоверными, а выводы – обоснованными. При выполнении диссертационной работы был применен комплекс микробиологических, молекулярно-биологических и биоинформатических подходов, а также современные методы, применяемые в геохимии для анализа состава и содержания органического вещества донных отложений.

По теме диссертации опубликовано 65 научных работ, отражающих основные результаты работы, в том числе 23 статьи в изданиях, индексируемых в Web of Science и/или Scopus, 6 статей в рецензируемых научных изданиях, 1 глава в монографии, 1 патент, а также 34 тезиса докладов на научных конференциях. Автореферат полностью отражает основные научные результаты диссертации.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах работы, включая формулирование целей работы, планирование и постановку экспериментов, непосредственное участие во всех экспедициях, обработку, анализ и интерпретацию полученных результатов, апробацию основных положений работы на различных конференциях, подготовку публикаций по теме работы.

Заключение.

Диссертация Павловой Ольги Николаевны «Микробные сообщества осадочных отложений озера Байкал в районах разгрузки углеводородов» является завершенной научной работой, в которой решаются задачи, связанные с изучением экосистемы озера Байкал, крупнейшего хранилища пресной воды, в части получения новых знаний о роли микроорганизмов в процессах образования и окисления углеводородов.

Диссертационная работа Павловой О.Н. соответствует п. 1 «Систематика и филогения микроорганизмов», п. 3 «Биологическое разнообразие микроорганизмов, включая разнообразие типов энергетического обмена и источников углерода», п. 5 «Физиология и метаболизм микроорганизмов, в том числе физиология и физико-химические параметры роста микроорганизмов», п. 8 «Микробная экология и биогеохимия», п. 11 «Геномный и метагеномный анализ микроорганизмов и их сообществ» и п. 17 «Экстремофильные микроорганизмы, в том числе термофильные, галофильные, ацидофильные и алкалофильные

микроорганизмы» паспорта специальности 1.5.11. «Микробиология», отрасль науки – Биологические науки.

Работа соответствует профилю диссертационного совета 24.1.233.02 и требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук в соответствии с пп. 9–11, 13–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (с изменениями и дополнениями в редакции № 62 от 25.01.2024 г.).

На заседании 09 октября 2025 г. Диссертационный совет принял решение присудить **Павловой Ольге Николаевне** ученую степень доктора биологических наук по специальности – 1.5.11. – Микробиология.

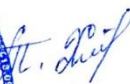
При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 чел., из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящего в состав совета, проголосовали «за» присуждение ученой степени – 16, «против» – 0, недействительных бюллетеней – 2.

Заместитель председателя
диссертационного совета 24.1.233.02
ФИЦ биотехнологии РАН
д.б.н.



С.Н. Дедыш

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.1.233.02
ФИЦ биотехнологии РАН
д.б.н.



Т.В. Хижняк

09 октября 2025 г.