

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.201.03, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ПЕРМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14 ноября 2025 г. № 3

О присуждении **Кирьяновой Татьяне Денисовне**, гражданке России, ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация **“Функционально-генетическая характеристика бактерий-деструкторов хлор- и гидрокси-замещенных бифенилов и их биотехнологический потенциал”** по специальности 1.5.11. Микробиология (Биологические науки) принята к защите 04.09.2025 г. (протокол заседания № 25/2п) диссертационным советом 24.1.201.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, 614099, г. Пермь, ул. Ленина, д. 13а, приказ о создании диссертационного совета № 35/нк от 28.01.2025 г.

Соискатель Кирьянова Татьяна Денисовна, 21 сентября 1996 г. рождения, в 2018 г. с *отличием* окончила программу магистратуры по направлению подготовки “Биология” Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “Пермский государственный национальный исследовательский университет”, в 2024 г. окончила аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, работает в должности лаборанта лаборатории молекулярной иммунологии «Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук.

Работа выполнена на базе лаборатории микробиологии техногенных экосистем «Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель: доктор биологических наук, доцент Егорова Дарья Олеговна, заместитель директора по научным вопросам «Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, старший научный сотрудник лаборатории микробиологии техногенных экосистем «Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук».

Официальные оппоненты: Коршунова Татьяна Юрьевна, доктор биологических наук, заместитель директора по научной работе Уфимского института биологии – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, заведующая лабораторией биотехнологий Уфимского института биологии; Соляникова Инна Петровна, доктор биологических наук, профессор, руководитель регионального микробиологического центра Белгородского государственного национального исследовательского университета, профессор кафедры биологии Института фармации, химии и биологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Саратовский научный центр Российской академии наук» в своем положительном отзыве, подписанном доктором биологических наук, доцентом, заведующей лабораторией экологической биотехнологии Муратовой Анной Юрьевной и д.х.н., профессором, ведущим научным сотрудником лаборатории иммунохимии Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Щеголевым Сергеем Юрьевичем, указала, что диссертация Кирьяновой Т.Д. “Функционально-генетическая характеристика бактерий-деструкторов хлор- и гидрокси-замещенных бифенилов и их биотехнологический потенциал”, представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук, является самостоятельной, законченной научно-квалификационной работой, которая расширяет современные научные представления о микробной деструкции опасных поллютантов и вносит вклад в развитие экологически ориентированных биотехнологий, и соответствует требованиям п.п. 9–14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Кирьянова Т.Д. заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11. Микробиология (Биологические науки).

Соискатель имеет 24 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 15 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 9 работ. Объем научных изданий составляет 116 стр., авторский вклад – 70%. Сведения об опубликованных работах в диссертации соискателя ученой степени достоверны. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Egorova D.O., Gorbunova T.I., Pervova M.G., **Kir'yanova** T.D., Demakov V.A., Saloutin V.I., Chupakhin O.N. Biodegradability of hydroxylated derivatives of commercial polychlorobiphenyls mixtures by *Rhodococcus*-strains // Journal of Hazardous Materials. 2020. V. 400. Article 123328. (WoS/Scopus)
2. Gorbunova T.I., Egorova D.O., Pervova M.G., **Kyrianova** T.D., Demakov V.A., Saloutin V.I., Chupakhin O.N. Biodegradation of trichlorobiphenyls and their hydroxylated derivatives by *Rhodococcus*-strains // Journal of Hazardous Materials. 2021. V. 409. Article 124471. (WoS/Scopus)
3. Gorbunova T.I., Egorova D.O., Pervova M.G., **Kir'yanova** T.D., Plotnikova E.G. Degradability of commercial mixtures of polychlorobiphenyls by three *Rhodococcus*-strains // Archives of Microbiology. 2022. V. 204. Article 534. (WoS/Scopus)
4. Egorova D., **Kyr'yanova** T., Pyankova A., Anan'ina L., Plotnikova E. Selective pressure of biphenyl/polychlorinated biphenyls on the formation of aerobic bacterial associations and their biodegradative potential // Folia Microbiologica. 2021. V. 66. P. 659–676 (WoS/Scopus)
5. Егорова Д. О., Горбунова Т. И., **Кирьянова** Т. Д., Первова М. Г., Плотникова Е. Г. Моделирование структуры α -субъединицы бифенил диоксигеназы штаммов рода *Rhodococcus* и особенности их деградативной активности к хлорированным и гидроксилированным бифенилам при различных температурах // Прикладная биохимия и микробиология. 2021. Т. 57, № 6. С. 571–582. (WoS/Scopus)
6. **Кирьянова** Т.Д., Егорова Д.О. Особенности разложения моно- гидроксибифенилов аэробными штаммами, изолированными из бактериальных ассоциаций-деструкторов ароматических поллютантов // Ученые записки Казанского ун-та. Сер. Естеств. науки. 2024. Т. 66, № 6. С. 459–475. (WoS/Scopus)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: от к.б.н., сн.с. группы редактирования геномов микроорганизмов Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» Шумкова М.С. (г. Москва); д.м.н., академика РАН, директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»

Черкасова С.В. (г. Оренбург); к.б.н., доц., зав. отраслевой лабораторией молекулярной диагностики и регуляции почвенных и водных микробиоценозов Государственного научно-производственного объединения «Химический синтез и биотехнологии» Национальной академии наук Беларусь Мандрик-Литвинович М.Н. (г. Минск); к.б.н., с.н.с. Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», обособленное подразделение «Институт биофизики Сибирского отделения Российской академии наук» Жилой Н.О. (г. Красноярск); д.б.н., доц., зав. каф. генетики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» Каюмова А.Р. (г. Казань); д.б.н., проф., заместителя директора по экспериментальной и производственной работе Федерального казенного учреждения науки Российской научно-исследовательский противочумный институт «Микроб» Никифорова А.К. (г. Саратов); к.б.н., доцента кафедры «Прикладная биология и микробиология» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет» Гальпериной А.Р. (г. Астрахань); к.б.н., ученого секретаря, с.н.с. лаб. микробиологии Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения Российской академии наук Козыревой Л.П. (г. Улан-Удэ); д.х.н., в.н.с. лаб. органических материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт органического синтеза имени И.Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук Хониной Т.Г. (г. Екатеринбург); к.б.н., с.н.с. Института биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г.К. Скрябина Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук» Делеган Я.А. (г. Пущино).

Все полученные отзывы на автореферат положительные, в них отмечается актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертационного исследования, а также высокий общий и методический уровень выполненной работы. В отзыве к.б.н. Гальпериной А.Р. имеются замечания, касающиеся отсутствия в автореферате информации о плотности клеточной суспензии культур, использованных в экспериментах по деградации ПХБ, а также отсутствия привязки применённых в опытах концентраций ПХБ к установленным ПДК этого токсиканта в природных средах. В отзыве д.х.н. Хониной Т.Г. высказаны вопросы, связанные с

обоснованием утверждения о большей токсичности НО-ПХБ по сравнению с исходными соединениями, в том числе с учётом числа и положения заместителей (атомов хлора и гидроксигрупп) в структуре бифенила, а также содержится вопрос о том, какому способу уничтожения (обезвреживания) ПХБ в настоящее время отдаётся предпочтение и с чем это связано. В отзыве к.б.н. Шумкова М.С. сформулированы вопросы, касающиеся возможной роли Д-плазмид в формировании способности штаммов родов *Bosea* и *Pseudoxanthomonas* разлагать бифенил, а также наличия или отсутствия строго определённого круга микроорганизмов, способных служить реципиентами плазмид деградации сложных органических соединений. Кроме того, рецензент интересуется, можно ли ожидать сохранения высокой эффективности деградации ПХБ при возвращении выделенного на незамещённом бифениле микробного сообщества на субстрат Совол. Во всех отзывах сделано заключение, что диссертация соответствует требованиям пп. 9–14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), а ее автор Кирьянова Т.Д. заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11. Микробиология (Биологические науки).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высоким уровнем профессиональной компетентности д.б.н. Коршуновой Т.Ю. и д.б.н. Соляниковой И.П. и научными достижениями Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук» и его обособленного структурного подразделения Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов. Т.Ю. Коршунова – автор не менее 85 научных публикаций, является признанным специалистом в области биотрансформации органических соединений аэробными микроорганизмами и их применения для биоремедиации. И.П. Соляникова является квалифицированным специалистом в областях биохимии ферментативных систем, биодеструкции устойчивых поллютантов, практического внедрения микроорганизмов в разработку препаратов для агропромышленного комплекса, имеет свыше 180 публикаций в научных журналах.

Отзыв ведущей организации подготовлен и подписан д.б.н., доцентом, заведующей лабораторией экологической биотехнологии Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Муратовой А.Ю., являющейся квалифицированным специалистом в области экологической биотехнологии и микробиологии, и д.х.н., профессором, ведущим научным сотрудником лаборатории иммунохимии Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Щеголевым С.Ю., имеющим значительный опыт в области

химии и иммунохимических исследований. Рецензенты от ведущей организации не имеют совместных публикаций с соискателем.

Коллектив Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук» (г. Саратов) имеет многочисленные публикации в ведущих отечественных и зарубежных научных журналах по проблемам микробиологии, биотехнологии и биохимии. Соискатель и научный руководитель соискателя не работают в данной организации и не являются участниками научно-исследовательских работ, выполняемых в ней.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

выделены и охарактеризованы *ex situ* аэробные бактериальные сообщества техногенных почв г. Перми и Чапаевска; из них выделены штаммы-деструкторы хлор- и гидрокси-замещённых бифенилов, в т.ч. *Rhodococcus oracis* CH628; перспективные штаммы депонированы во Всероссийскую коллекцию микроорганизмов, что подтверждает их значимость;

экспериментально показана высокая эффективность разложения как отдельных конгенеров, так и промышленных смесей ПХБ в чистых культурах и ассоциациях;

показаны особенности окисления отдельных конгенеров и смесей хлор/гидрокси замещённых бифенилов, идентифицированы основные метаболиты (хлор/гидроксибензойные кислоты) и продемонстрированы различия в направлении окисления ароматических колец в структуре замещенного бифенила у различных штаммов; обоснована схема аэробной трансформации субстратов;

впервые показана способность штаммов родов *Bosea* и *Pseudoxanthomonas* к разложению бифенила;

расшифрованы функционально-генетические предпосылки деградации: в геноме *R. oracis* CH628 выявлено 203 гена метаболизма ароматических соединений, включая ключевые элементы пути окисления бифенила; смоделирована α -субъединица бифенил-2,3-диоксигеназы (BphA1), определены каталитически значимые остатки (His216, His221, Asp372).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

расширены современные представления о микробной деструкции хлор- и гидроксибифенилов за счёт функционально-генетической характеристики новых штаммов

из техногенно загрязнённых почв; уточнены связи между деградативной активностью и наличием ключевых генов ароматических диоксигеназ (в т.ч. *bphA1*);

впервые выполнен полногеномный анализ штамма *Rhodococcus opacus* CH628, выявлен широкий набор генов метаболизма ароматических соединений, что дополняет современные представления о генетических основах деградации производных бифенила;

разработаны и проанализированы трёхмерные модели α -субъединицы бифенил-2,3-диоксигеназы (*BphA1*) *R. opacus* CH628; результаты создают основу для дальнейших структурно-функциональных и *in silico*-исследований фермента;

показано влияние селективного давления бифенила/ПХБ на формирование высокоактивных аэробных микробных ассоциаций, что обогащает теорию эколого-эволюционных механизмов адаптации микробиоты к стойким органическим загрязнителям.

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

выделены, охарактеризованы и депонированы в ВКМ новые штаммы-деструкторы хлор- и гидроксибифенилов; определены наиболее перспективные штаммы для задач биоремедиации техногенно загрязнённых сред.

получена и размещена в открытом доступе полная геномная последовательность штамма *Rhodococcus opacus* CH628; построены модели ключевого фермента *BphA1*, что создаёт основу для молекулярно-генетического сопровождения и биоинженерной оптимизации биопрепараторов.

результаты исследования используются в образовательном процессе (лекционный курс «Экотехнологии в природопользовании» Пермского государственного национального исследовательского университета), обеспечивая трансфер знаний и подготовку специалистов для практики биоремедиации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены с использованием современного высокоточного оборудования и валидированных методик: ГХ-МС, ВЭЖХ, УФ-спектрофотометрии, что обеспечило надежность идентификации субстратов и метаболитов;

применены адекватные задачам микробиологические и молекулярно-генетические подходы; эксперименты выполнены не менее чем в трёх повторностях с последующей статистической обработкой данных;

исследования проведены на базе профильной лаборатории, что обеспечило контроль качества и воспроизводимость результатов;

интерпретация основана на сопоставлении собственных данных с опубликованными результатами по тематике, согласуется с современными представлениями в области микробной деструкции ПХБ; результаты прошли внешнюю научную аprobацию в рецензируемых изданиях и на профильных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в: личном участии на всех этапах исследования, непосредственном получении экспериментальных данных, их первичной обработке и интерпретации; подготовке основных публикаций по теме диссертационной работы; участии в аprobации результатов на конференциях различного уровня. Научные положения и выводы диссертации основаны на собственных исследованиях автора. Все экспериментальные работы выполнены на базе «Института экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения Российской академии наук» – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Пермь.

В ходе защиты диссертации критических замечаний не высказано. Соискатель Кирьянова Т.Д. ответила на все задаваемые в ходе заседания вопросы диссертационного совета.

На заседании 14 ноября 2025 г. диссертационный совет принял решение за выполнение научной задачи, связанной с изучением функционально-генетической характеристики бактерий-деструкторов хлор- и гидрокси-замещенных бифенилов, имеющей важное значение для микробиологии, присудить Кирьяновой Т.Д. ученую степень кандидата биологических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 8 докторов наук по специальности 1.5.11. Микробиология (Биологические науки), участвующих в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены в разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 15, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета

24.1.201.03, д.б.н., профессор,
академик РАН

Ившина Ирина Борисовна

Ученый секретарь диссертационного совета

24.1.201.03, д.б.н.

Максимова Юлия Геннадьевна

14.11.2025 г.