ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
**«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ
ОСНОВЫ БИОТЕХНОЛОГИИ»**
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»

119071, Москва, Ленинский пр-т, д. 33, стр. 2
Тел. +7 (495) 954-52-83, факс (495) 954-27-32
www.fbras.ru, info@fbras.ru

07 СЕН 2026 № 85-01-19/1004

На № от

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ФИЦ Биотехнологии РАН
доктор биологических наук

_____ А.Н. Федоров

_____ 2026 г.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» по диссертационной работе Карасевой А.И. «Новые филогенетические линии и свойства термофильных архей»**

Диссертационная работа «Новые филогенетические линии и свойства термофильных архей» была выполнена в лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН).

Карасева Алина Игоревна, 1998 года рождения, в 2020 г. закончила программу бакалавриата Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина по направлению «Биология». В 2022 г. окончила магистерскую программу по направлению «Биотехнология» в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» (МФТИ, Физтех). С 2022 по 2026 гг. обучалась в очной аспирантуре МФТИ по направлению подготовки 1.5 Биологические науки, профиль 1.5.11. Микробиология. С 2022 г. по настоящее время Карасева А.И. работает в лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот ФИЦ Биотехнологии РАН в должности младшего научного сотрудника.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана 13 мая 2026 г. в МФТИ.

Тема диссертации утверждена приказом МФТИ от 27.09.2022 №5988-4.

Научный руководитель – кандидат биологических наук Кочеткова Татьяна Вячеславовна. Основное место работы и должность – старший научный сотрудник в Лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот Отдела биологии экстремофильных микроорганизмов ФИЦ Биотехнологии РАН.

Подготовленная диссертационная работа Карасевой А.И. была представлена 24 июня 2026 г. на совместном семинаре лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот, лаборатории вирусов микроорганизмов, лаборатории реликтовых микробных сообществ, лаборатории выживаемости микроорганизмов, лаборатории разнообразия и экологии экстремофильных микроорганизмов, лаборатории молекулярной экологии и филогеномики бактерий, лаборатории биохимии стрессов микроорганизмов, лаборатории микробиологии антропогенных мест обитания ФИЦ Биотехнологии РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

**Актуальность темы работы**

Тема диссертации является актуальной для развития современной микробиологической науки, поскольку выделение новых таксонов в чистые культуры и их детальное исследование расширяют понимание экосистемных процессов, открывают новые свойства и метаболические возможности прокариот. Особую ценность в этом вопросе приобретают представители архей – одного из доменов жизни. Эти прокариоты космополитичны, и часто предпочитают местообитания с экстремальными для жизни условиями – повышенной температурой, отсутствием кислорода, высоким уровнем кислотности или щелочности, наличием токсичных соединений и т.д. Современными микробиологами описано 12,5 тысяч видов бактерий и всего 405 видов архей – большинство из них остается некультивируемыми, и принадлежат глубоким филогенетическим линиям уровня порядков, классов и филумов. Открытие таких больших таксономических групп крайне важно для фундаментальных целей микробиологии – понимания эволюции (археи – прямые предки эукариот), экологии и метаболических возможностей. Последнее имеет значимость и для биотехнологии: метаболиты и ферменты архей обладают повышенной устойчивостью к различным физико-химическим параметрам. Термофильные археи, оптимумы роста которых составляют от 50°С, обильно населяют горячие источники, где эти параметры могут сочетаться. Изучение таких экосистем – сложная, но важная и актуальная задача, требующая комплексных подходов. В России наиболее активными с геотермальной точки зрения являются Курильские острова и полуостров Камчатка. Исследование микробного разнообразия горячих источников этих территорий актуально также для формирования целостного представления о рациональном использовании и охране бальнеологических ресурсов страны.

**Конкретное участие автора в получении научных результатов**

Соискатель Карасева А.И. лично принимала участие в отборе проб в ходе экспедиций к горячим источникам Курильских островов и Камчатки, описании разнообразия сообществ и поиске закономерностей, получении накопительных и выделении чистых культур, проведении экспериментов, обработке и обобщении полученных результатов, филогенетическом анализе, написании статей и тезисов конференций.

**Степень обоснованности научных положений, рекомендаций и выводов, полученных соискателем**

Сочетание современных методов микробиологии, молекулярной биологии, биохимии и биоинформатики позволили получить качественные результаты в изучении представителей глубоких филогенетических линий архей, определить их особенности, свойства и потенциал для биотехнологии. Теоретическую и методологическую основу проведенных исследований составили труды отечественных и зарубежных авторов в области изучения термофильных микроорганизмов. Представленные в работе данные были получены с использованием современных методов и современного сертифицированного оборудования. Достоверность полученных данных подтверждена с использованием методов статистической обработки. Обоснованность научных положений, сделанных на основании полученных в работе результатов, подтверждена их публикациями в рецензируемых научных журналах.

**Научная новизна работы**

Научная новизна работы включает в себя первое масштабное исследование микробного разнообразия горячих источников Курильских островов (Итуруп и Кунашир). В сочетании с многолетними данными по Камчатке выявлены зависимости распределения прокариот от физико-химических параметров и показано доминирование в анаэробных осадках кислых горячих

источников архей глубоких линий, в основном некультивируемых. Исследованы три глубокие филогенетические линии термофильных архей. На примере штаммов *F. fontis* впервые показана способность архей филума *Thermoproteota* расти на липидах. Выделены в чистые культуры и охарактеризованы первые археи нового порядка '*Thermolimicoccales*' (ранее группа A10/ARK15) внутри филума *Thermoplasmatota* и нового класса *Tardisphaeria* (ранее '*Ca.* Marsarchaeota/Marsarchaeales') внутри филума *Thermoproteota*. Показано, что представители этих групп могут достигать до 88% (например, археи A10) от сообщества осадков горячих источников Курил и Камчатки, выступая первичными деструкторами липидов, полисахаридов и белков. Исследован биотехнологический потенциал этих архей: показаны нативные активности липазы из *F. fontis* 3639Fd, а из *Tardisphaera spp.* получены рекомбинантные ферменты с эндоглюканазной активностью, один из которых получил первичное биохимическое описание.

Результаты работы расширяют представление о глубоких филогенетических линиях термофильных архей: от выделения первых представителей новых групп до характеристики их метаболизма, экологической роли, закономерностей распространения и биотехнологической значимости.

**Практическая значимость**

Выделены и описаны две крупные филогенетические линии, которые десятки лет не были доступны для изучения. Разработанная соискателем и научным руководителем методика длительного накопительного инкубирования при ступенчатом подборе температуры, pH и субстрата может быть применена для выделения и других труднокультивируемых архей. Был описан и биотехнологический потенциал исследуемых групп. Характеристика рекомбинантной гликозидазы PRQ50 из архей *Tardisphaera* и нативной липазной активности *F. fontis* подтверждает, что ферменты термоацидофильных архей могут быть востребованы для процессов, протекающих при повышенных температурах и низких значениях pH.

**Специальность, которой соответствует диссертация**

Диссертационная работа Карасевой А.И. 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. 7 «Ферменты 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.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем научной степени**

Соискатель имеет 13 печатных работ по теме диссертации, в том числе 3 экспериментальные статьи в журналах, входящих в международные системы научного цитирования Scopus и Web of Science:

1. **Карасева А.И.**, Ельченинов А.Г., Перевалова А.А., Заюлина К.С., Кочеткова Т.В., Кубланов И.В. *Fervidicoccus fontis* 3639Fd – первая кренархеота, способная расти на липидах // Микробиология. – 2021. – Т. 90 – №4 – с.421-429 – doi: 10.31857/S0026365621040078.
2. **Karaseva A.I.**, Elcheninov A.G., Prokofeva M.I., Klyukina A.A., Kochetkova T.V. Microbial diversity of hot springs of the Kuril Islands // BMC Microbiology. – 2024. – V.24 – 547 – doi: 10.1186/s12866-024-03704-8.

3. Prokofeva M.I.*, **Karaseva A.I.***, Tulenkov A.S., Klyukina A.A., Suzina N.E., Bale N.J., Mets A., Schleper C., Elcheninov A.G.*, Kochetkova T.V.* Polysaccharide-degrading archaea dominate acidic hot springs: genomic and cultivation insights into a novel *Thermoproteota* lineage // mSystems. – 2025. – V.10 – №10 – e00710-25 – doi: 10.1128/msystems.00710-25 (* – равный вклад авторов).

**Считать диссертационную работу Карасевой Алины Игоревны «Новые филогенетические линии и свойства термофильных архей»** законченным научно-квалификационным исследованием, которое соответствует пп. 9-11, 13-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями в современной редакции). Работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и может быть представлена к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.11. Микробиология.

Заключение по диссертации Карасевой А.И. «Новые филогенетические линии и свойства термофильных архей» принято на совместном научном семинаре лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот, лаборатории вирусов микроорганизмов, лаборатории реликтовых микробных сообществ, лаборатории выживаемости микроорганизмов, лаборатории разнообразия и экологии экстремофильных микроорганизмов, лаборатории молекулярной экологии и филогеномики бактерий, лаборатории биохимии стрессов микроорганизмов, лаборатории микробиологии антропогенных мест обитания Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» путем открытого голосования. Результаты голосования: «за» – 33 человека, «против» – нет, «воздержавшихся» – нет. Протокол № 2 от 24.06.2026 г.

Председатель семинара
зав. лабораторией метаболизма экстремофильных прокариот
к.б.н. _____/Фролов Е.Н. /

Секретарь
м.н.с. лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот
_____/Мальцева А.И. /

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по научной работе, к.ф.-м.н.

_____ Баган Виталий Анатольевич

«15» июня 2026 г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»
(МФТИ, Физтех)

Диссертация «Новые филогенетические линии и свойства термофильных архей» прошла апробацию на кафедре физико-химической биологии и биотехнологии федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В период подготовки диссертации с 2022 г. по настоящее время соискатель **Карасева Алина Игоревна** работала в лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот отдела биологии экстремофильных микроорганизмов Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» в должности младшего научного сотрудника.

В 2022 г. Карасева А.И. окончила федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология. С 2022 г. по настоящее время обучается в МФТИ по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре «Биологические науки».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2026 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – кандидат биологических наук Кочеткова Татьяна Вячеславовна. Основное место работы – старший научный сотрудник в лаборатории метаболизма экстремофильных прокариот отдела биологии

экстремофильных микроорганизмов Института микробиологии им. С.Н. Виноградского Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук».

По итогам обсуждения диссертации «Новые филогенетические линии и свойства термофильных архей» ***принято следующее заключение.***

***Тема диссертации является актуальной*** для развития современной микробиологической науки, поскольку выделение новых таксонов в чистые культуры и их детальное исследование расширяют понимание экосистемных процессов, открывают новые свойства и метаболические возможности прокариот. Особую ценность в этом вопросе приобретают представители архей – одного из доменов жизни. Эти прокариоты космополитичны, и часто предпочитают местообитания с экстремальными для жизни условиями – повышенной температурой, отсутствием кислорода, высоким уровнем кислотности или щелочности, наличием токсичных соединений и т.д. Современными микробиологами описано 12,5 тысяч видов бактерий и всего 405 видов архей – большинство из них остается некультивируемыми, и принадлежат глубоким филогенетическим линиям уровня порядков, классов и филумов. Открытие таких больших таксономических групп крайне важно для фундаментальных целей микробиологии – понимания эволюции (археи – прямые предки эукариот), экологии и метаболических возможностей. Последнее имеет значимость и для биотехнологии: метаболиты и ферменты архей обладают повышенной устойчивостью к различным физико-химическим параметрам. Термофильные археи, оптимумы роста которых составляют от 50°C, обильно населяют горячие источники, где эти параметры могут сочетаться. Изучение таких экосистем – сложная, но важная и актуальная задача, требующая комплексных подходов. В России наиболее активными с геотермальной точки зрения являются Курильские острова и полуостров Камчатка. Исследование микробного разнообразия горячих источников этих территорий актуально также для формирования целостного представления о рациональном использовании и охране бальнеологических ресурсов страны.

***Цели и задачи диссертации***:

***Целью*** работы являлось выделение в чистые культуры и последующее описание фенотипических особенностей и новых свойств архей глубоких филогенетических линий, широко представленных в сообществах кислых горячих источников Камчатки и Курильских островов. Для ее достижения были определены следующие ***задачи***:

1. Провести анализ микробного разнообразия горячих источников Курило-Камчатского региона с акцентом на распространенность архей и оценить влияние физико-химических параметров источников на структуру сообществ;
2. Определить количественную представленность целевых групп архей (порядка *Fervidicoccales*, некультивируемых линий A10/ARK15 и '*Ca.* Marsarchaeales') в горячих источниках Курило-Камчатского региона;
3. Получить накопительные и чистые культуры целевых групп архей;
4. Провести подробное фенотипическое и филогенетическое описание

полученных изолятов;

5. Исследовать новые и потенциально выгодные для биотехнологии свойства глубоких филогенетических линий термофильных архей.

***Основные результаты диссертации:***

1. Проведен первый масштабный скрининг микробного разнообразия горячих источников Курильских островов. Он показал, что археи доминируют (до 96% сообщества) в высокотемпературных (50–95 °C) гидротермах с pH ниже 3,0.
2. Показано, что основными группами архей в горячих кислых источниках Курил и Камчатки являются глубокие филогенетические линии *Fervidicoccales*, A10/ARK15 и '*Ca.* Marsarchaeales', которые составляют до 11, 88 и 42% соответственно.
3. Разработана техника длительного культивирования, благодаря которой из осадков горячих источников Камчатки выделены первые представители линий A10/ARK15 и '*Ca.* Marsarchaeales', штаммы АК-4214 и АК-3817.
4. Установлено, что штамм АК-4214 – медленнорастущий анаэробный термоацидофил, гидролизующий белки и углеводы, отнесенный к новому виду и роду '*Thermolimicoccus acidophilus*' из нового семейства '*Thermolimicoccaceae*' порядка '*Thermolimicoccales*' филума *Thermoplasmatota.*
5. Установлено, что штамм АК-3817 – медленнорастущий анаэробный термоацидофил, сбраживающий углеводы, особенно полисахариды, относящийся к новому виду *Tardisphaera saccharovorans* нового семейства *Tardisphaeraceae*, порядка *Tardisphaerales* и класса *Tardisphaeria* филума *Thermoproteota*.
6. Показано, что представители глубокой линии архей *Fervidicoccales*, штаммы *Fervidicoccus fontis,* способны гидролизовать липидные субстраты с коротко- и длинноцепочечными жирнокислотными остатками, что свидетельствует о новом для филума *Thermoproteota* свойстве.
7. Получен рекомбинантный белок PRQ50 из археи *Tardisphaera* – показано, что он обладает эндоглюканазной активностью в отношении β-(1,3) и β-(1,4) связей в широком диапазоне температур (37–100 °C) и значений pH (3,0–8,0). Это делает его перспективным ферментом для применения в биотехнологических процессах, протекающих в условиях экстремальных параметров среды.

Все ***результаты диссертации получены лично соискателем*** при научном руководстве кандидата биологических наук Кочетковой Т.В.

***Научная новизна работы*** включает в себя первое масштабное исследование микробного разнообразия горячих источников Курильских островов (Итуруп и Кунашир). В сочетании с многолетними данными по Камчатке выявлены зависимости распределения прокариот от физико-химических параметров и показано доминирование в анаэробных осадках кислых горячих источников архей глубоких линий, в основном

некультивируемых. Исследованы три глубокие филогенетические линии термофильных архей. На примере штаммов *F. fontis* впервые показана способность архей филума *Thermoproteota* расти на липидах. Выделены в чистые культуры и охарактеризованы первые археи нового порядка '*Thermolimicoccales*' (ранее группа A10/ARK15) внутри филума *Thermoplasmatota* и нового класса *Tardisphaeria* (ранее '*Ca.* Marsarchaeota/Marsarchaeales') внутри филума *Thermoproteota*. Показано, что представители этих групп могут достигать до 88% (например, археи A10) от сообщества осадков горячих источников Курил и Камчатки, выступая первичными деструкторами липидов, полисахаридов и белков. Исследован биотехнологический потенциал этих архей: показаны нативные активности липазы из *F. fontis* 3639Fd, а из *Tardisphaera* spp. получены рекомбинантные ферменты с эндоглюканазной активностью, один из которых получил первичное биохимическое описание. Результаты работы соискателя расширяют представление о глубоких филогенетических линиях термофильных архей: от выделения первых представителей новых групп до характеристики их метаболизма, экологической роли, закономерностей распространения и биотехнологической значимости.

***Практическая ценность*** результатов диссертации заключается в том, что в ходе исследований были выделены и описаны две крупные филогенетические линии, которые десятки лет не были доступны для изучения. Разработанная соискателем и научным руководителем методика длительного накопительного инкубирования при ступенчатом подборе температуры, pH и субстрата может быть применена для выделения и других труднокультивируемых архей. Описан и биотехнологический потенциал исследуемых групп. Характеристика рекомбинантной гликозидазы PRQ50 из архей *Tardisphaera* и нативной липазной активности *F. fontis* подтверждает, что ферменты термоацидофильных архей могут быть востребованы для процессов, протекающих при повышенных температурах и низких значениях pH.

***Обоснованность и достоверность результатов и выводов.*** Сочетание современных методов микробиологии, молекулярной биологии, биохимии и биоинформатики позволили получить качественные результаты в изучении представителей глубоких филогенетических линий архей, определить их особенности, свойства и потенциал для биотехнологии. Теоретическую и методологическую основу проведенных исследований составили труды отечественных и зарубежных ученых в области изучения термофильных микроорганизмов. Для анализа полученных результатов использовались методы статистической обработки данных. Положения и выводы, сформулированные в диссертации, получили квалифицированную апробацию: результаты работы представлены в рецензируемых журналах, высоко оценены на международных конференциях (Extremophiles, Греция; Molecular biology of archaea, Франция), представлены на 4-м и 5-м Российских микробиологических конгрессах и других отечественных конференциях, а также получили внимание СМИ.

***Материалы диссертации опубликованы соискателем достаточно полно*** в следующих работах:

1. А.И. Карасева, А.Г. Ельченинов, А.А. Перевалова, К.С. Заюлина, Т.В. Кочеткова, И.В. Кубланов. *Fervidicoccus fontis* 3639Fd – первая кренархеота, способная расти на липидах // Микробиология. – 2021. – Т. 90 – №4 – с.421-429. – doi: 10.31857/S0026365621040078.
2. A.I. Karaseva, A.G. Elcheninov, M.I. Prokofeva, A.A. Klyukina, T.V. Kochetkova. Microbial diversity of hot springs of the Kuril Islands // BMC Microbiology. – 2024. – Vol.24 – 547. – doi: 10.1186/s12866-024-03704-8.
3. M.I. Prokofeva, A.I. Karaseva, A.S. Tulenkov, A.A. Klyukina, N.E. Suzina, N.J. Bale, A. Mets, C. Schleper, A.G. Elcheninov, T.V. Kochetkova. Polysaccharide-degrading archaea dominate acidic hot springs: genomic and cultivation insights into a novel *Thermoproteota* lineage // mSystems. – 2025. – Vol.10 – №10 – e0071025 – doi: 10.1128/msystems.00710-25.

***Личный вклад соискателя*** в работах с соавторами заключается в следующем: [1] – полное микробиологическое описание штамма *F.fontis* 3639Fd с акцентом на использование липидных субстратов а также проверка других штаммов вида на такое свойство, филогенетический анализ предполагаемых липаз, литературный обзор; [2] – экспедиционные исследования: отбор проб, измерение параметров горячих источников, выделение ДНК, анализ данных по микробному разнообразию и особенностям распределения сообществ, написание текста работы и подготовка рисунков; [3] – разработка метода длительного культивирования для выделения глубокой филогенетической линии архей из природных проб, выделение чистой культуры и ее подробное микробиологическое описание, редактирование текста работы.

***Основные результаты работы были представлены на следующих научных конференциях и семинарах:***

1. Международный молодежный научный форум «ЛОМОНОСОВ-2020» (МГУ им. М.В. Ломоносова, 2020, г. Москва, Россия).
2. Актуальные аспекты современной микробиологии: XIII молодежная школа-конференция с международным участием (Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского, ФИЦ Биотехнологии РАН, 2022, г. Москва, Россия).
3. Экология и геохимическая деятельность микроорганизмов экстремальных местообитаний (Сибирское отделение РАН, 2023, г. Улан-Удэ – Байкальск, Россия).
4. 4 Российский Микробиологический Конгресс (Томский государственный университет, 2023, г. Томск, Россия).
5. 14TH INTERNATIONAL CONGRESS ON EXTREMOPHILES (International Society for Extremophiles, 2024, Loutraki, Greece).
6. MOLECULAR BIOLOGY OF ARCHAEA (France École polytechnique, 2024, Palaiseau, France).
7. QUIMICUBA 2024, XI International Congress of Chemistry, Biochemistry and Chemical Engineering, VI International Symposium ON Biochemistry AND Molecular Biology (Cuban Chemical Society, 2024, Havana, Cuba).
8. 5 Российский Микробиологический Конгресс (ВолГМУ, 2025, г. Волгоград, Россия).

***Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 1.5.11. Микробиология, в частности, пунктам:***

- 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. 7. Ферменты микроорганизмов.
- п. 8. Микробная экология и биогеохимия.
- п. 11. Геномный и метагеномный анализ микроорганизмов и их сообществ.
- п. 17. Экстремофильные микроорганизмы, в том числе термофильные, галофильные, ацидофильные и алкалофильные микроорганизмы.

Диссертация соискателя Карасевой Алины Игоревны соответствует требованиям, установленным в соответствии с Федеральным законом от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».

Диссертация «Новые филогенетические линии и свойства термофильных архей» **Карасевой Алины Игоревны** рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата биологических наук по научной специальности ***1.5.11. Микробиология.***

Апробация диссертации проведена на заседании кафедры физико-химической биологии и биотехнологии МФТИ, Физтех. Заключение принято голосованием участников заседания. Присутствовало на заседании 17 человек. Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» – нет, «воздержались» – нет, протокол №4/2026 от 15 июня 2026 года.

Шенкарёв Захар Олегович,
доктор физико-математических наук,
профессор РАН, заведующий кафедры
физико-химической биологии и
биотехнологии МФТИ