

«ПРИНЯТО»

На заседании Ученого совета  
ФИЦ Биотехнологии РАН  
Протокол № 5 от 05.10.2020 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор  
ФИЦ Биотехнологии РАН

д.б.н.



А.Н. Федоров

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МИКРОБИОЛОГИИ**

**Направление подготовки:** 06.06.01 Биологические науки

**Уровень образования:** высшее образование - подготовка кадров  
высшей квалификации

**Квалификация выпускника:** Исследователь. Преподаватель-  
исследователь.

Москва

2020 г.

## **1. Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1. Цели дисциплины**

— ознакомление с современными представлениями о метаболическом и филогенетическом многообразии микробного мира, а также овладение методами анализа эволюционных отношений между отдельными группами микроорганизмов.

### **1.2. Задачи дисциплины**

— сформировать представления о разнообразных способах получения энергии у микроорганизмов, определяемых как энергетическими субстратами, так и акцепторами электронов

— ознакомить слушателей с принципами филогенетической систематики микроорганизмов, и, в соответствии с этим, филогенетического разнообразия прокариот, в том числе некультивируемых

— ознакомить слушателей с основами изучения эволюции микроорганизмов, базирующимися на сравнительном анализе геномных данных

сформировать у аспирантов представления о принципах описания и валидации новых таксонов.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Современные проблемы микробиологии является дисциплиной по выбору вариативной части учебного плана основной образовательной программы.

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

### **Универсальные компетенции**

— Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

— Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

— Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);

— Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);

— Способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

### **Общепрофессиональные компетенции**

— Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

— Готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-2);

### **Профессиональные компетенции**

— Способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) (ПК-1);

— Владение представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания (ПК-2);

— Способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-3);

— Владение методами отбора материала, преподавания и основами управления процессом обучения фундаментальной биологии (ПК-5);

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

**знать:**

<b>31(УК-1)</b>	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
<b>31(УК-2)</b>	методы научно- исследовательской деятельности
<b>31(УК-3)</b>	особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах
<b>32(УК-4)</b>	стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках
<b>31(УК-5)</b>	содержание процесса целеполагания профессионального и личностного развития, его особенности и способы реализации при решении профессиональных задач, исходя из этапов карьерного роста и требований рынка труда



31(ОПК-1)	основной круг проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности, и основные способы (методы, алгоритмы) их решения
32(ОПК-1)	основные источники и методы поиска научной информации
31(ОПК-2)	нормативно-правовые документы, регламентирующие организацию и содержание образовательного процесса
31(ПК-1)	современное состояние науки в области: (молекулярной биологии; биохимии; биотехнологии, микробиологии, биоинформатики)
32(ПК-1)	порядок организации, планирования и проведения научно-исследовательской работы с использованием современных научно-исследовательских, образовательных и информационных технологий
33(ПК-2)	методы поиска необходимой информации
32(ПК-3)	базовые принципы и основные приемы молекулярной биологии; биохимии; биотехнологии, бионанотехнологии, математической биологии, биоинформатики, микробиологии;
31(ПК-5)	современное состояние науки в области биологических наук

**уметь:**

У1(УК-1)	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов
У2(УК-1)	при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений
У1(УК-2)	использовать положения и категории философии науки для анализа и оценивания различных фактов и явлений
У1(УК-3)	следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных задач
У1(УК-4)	следовать основным нормам, принятым в научном общении на государственном и иностранном языках
У1(УК-5)	формулировать цели личностного и профессионального развития и условия их достижения, исходя из тенденций развития области профессиональной деятельности, этапов профессионального роста, индивидуально-личностных особенностей.
У1(ОПК-1)	находить (выбирать) наиболее эффективные (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в избранной сфере научной деятельности
У2(ОПК-1)	обобщать и систематизировать передовые достижения научной мысли и основные тенденции хозяйственной практики
У3(ОПК-1)	анализировать, систематизировать и усваивать передовой опыт проведения научных исследований
У4(ОПК-1)	собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа
У2(ОПК-2)	осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания оценивания успеваемости обучающихся в области биологических наук
У1(ПК-1)	самостоятельно формулировать конкретные задачи научных исследований и проводить углубленную их разработку
У-1(ПК-2)	использовать современные методы сбора, анализа и обработки научной информации
У-2(ПК-2)	анализировать и систематизировать полученную информацию
У1(ПК-3)	проводить обработку результатов исследований



У1(ПК-5)	преподавать учебные предметы, курсы, дисциплины
У2(ПК-5)	разрабатывать научно- методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин

**владеть:**

В1(УК-1)	навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
В2 (УК-1)	навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
В1(УК-2)	навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих в науке на современном этапе ее развития
В2(УК-2)	технологиями планирования в профессиональной деятельности в сфере научных исследований
В1(УК-3)	навыками анализа основных мировоззренческих методологических проблем, в.т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах
В4(УК-3)	различными типами коммуникаций при осуществлении работы в российских и международных коллективах по решению научных и научно-образовательных задач
В2(УК-4)	навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках
В1(УК-5)	приемами и технологиями целеполагания, реализации целей и оценки результатов деятельности по решению профессиональных задач
В2(УК- 5)	способами выявления и оценки индивидуально-личностных, профессионально-значимых качеств и путями достижения более высокого уровня их развития.
В1(ОПК-1)	современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской и проектной деятельности в определенных областях биологии
В2(ОПК-2)	методиками и технологиями преподавания и оценивания успеваемости обучающихся (биологические науки)
В2 (ПК-1)	методами и приемами экспериментальных исследований в области (молекулярной биологии; биохимии; биотехнологии, биоинформатике, микробиологии)
В1(ПК-2)	методами работы с основными базами данных биологической информации
В1(ПК-3)	навыками использования биологических Интернет-ресурсов
В1(ПК-5)	умениями разрабатывать научно-методическое обеспечение реализации курируемых учебных предметов, курсов, дисциплин

**3. Объем дисциплины и виды учебной работы:**

Всего часов	Аудиторные занятия (час):	Самостоятельная работа	Всего зачетных единиц
144	36	108	4

#### 4. Распределение аудиторных часов по темам и видам учебной работы

№ п/п	Наименование тем и разделов (с развернутым содержанием курса по каждой теме и разделу)	Аудиторные занятия (час), в том числе:
1	Разнообразие микроорганизмов и фагов. Метаболическое разнообразие прокариот. Филогенетическое разнообразие прокариот. Разнообразие бактериофагов.	8
2	Систематика и таксономия микроорганизмов. Принципы классификации микроорганизмов. Таксономия микроорганизмов.	8
3	Эволюция прокариот. Филогенетическая система Везе. Анализ полных геномов микроорганизмов. Латеральный перенос генов. Эволюция и динамика геномов бактериофагов.	8
4	Методы анализа микробного разнообразия. Методы, основанные на культивировании микроорганизмов. Методы молекулярной экологии.	8
	Всего	36

#### 5. Содержание курса

##### Тема 1

Разнообразие микроорганизмов и фагов. Метаболическое разнообразие прокариот. Фототрофные микроорганизмы. Хемотрофные микроорганизмы и их энергетические субстраты. Аэробные литотрофные микроорганизмы. Микроорганизмы, осуществляющие различные виды анаэробного дыхания.

Филогенетическое разнообразие прокариот. Археи. Типы (филы) архей. Бактерии. Типы (филы) бактерий. Филадельфия-кандидаты и методы их идентификации. Микроскопические грибы. Микроскопические водоросли. Разнообразие бактериофагов. Морфологическое разнообразие бактериофагов. РНК и ДНК – содержащие бактериофаги. Семейства бактериофагов: Порядок *Caudovirales* (сем. *Siphoviridae*, *Myoviridae*, *Podoviridae*), сем. *Microviridae*, *Inoviridae*, *Tectiviridae*, *Corticoviridae*, *Plasmaviridae*, *Leviviridae*, *Cystoviridae*. Особенности организации вирионов и жизненные циклы. Понятие о родах (филогенетических группах) бактериофагов. Вирусы архей. Глобальное разнообразие бактериофагов (оценка сложности глобального вириома Земли).

##### Тема 2

Систематика и таксономия микроорганизмов. Принципы классификации микроорганизмов. Прокариоты и эукариоты, сходство и основные различия. Эволюция подходов к классификации микроорганизмов. Принципы современной классификации прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Морфологические, физиологические,



хемотаксономические и генотипические характеристики как критерии классификации микроорганизмов. Роль сравнительного анализа нуклеотидных последовательностей рибосомальных генов и ДНК-ДНК гибридизации в классификации микроорганизмов. Таксономия микроорганизмов. Вид у прокариот. Критерии вида. Минимальный набор фенотипических и хемотаксономических характеристик, необходимых при описании нового вида. Род у прокариот. Критерии описания нового рода. Таксоны высокого ранга (семейство, порядок, класс и тип (филум)) у микроорганизмов и критерии их описания.

### Тема 3

Эволюция прокариот. Филогенетическая система Везе. Рибосомальные гены как реперные участки генома для определения эволюционных отношений между группами прокариот. Анализ полных геномов микроорганизмов.

Выявление эволюционных отношений между таксонами прокариот путем анализа полных геномов их представителей. Пластичность генома и её роль в эволюции микроорганизмов. "Коровые" гены генома. Мобильные генетические элементы. IS-элементы. Транспозоны. Плазмиды. Роль фагов в эволюции геномов микроорганизмов. Латеральный перенос генов. Латеральный перенос генов и критерии, его выявляющие. Эволюция и динамика геномов бактериофагов. Гипотезы возникновения вирусов и бактериофагов. Модульная организация геномов фагов. Перенос генетических модулей в процессе эволюции. Микроэволюция и (коэволюция с хозяевами) бактериофагов в природных микробных сообществах. Глобальный генетический пул фагов. Соотношения модульного и дивергентного механизмов в эволюции бактериофагов. Понятие о кор-области генома бактериофагов ("virus self", "genome core"). Возможные подходы к построению глобальной и локальных филогенетических систем бактериофагов. Филогенетические связи вирусов бактерий, архей и эукариот. Структура, функция микробных сообществ. Основные группы микроорганизмов, составляющие сбалансированную экосистему: продуценты и деструкторы органического вещества.

Продуценты - хемолитотрофные (1) и фототрофные (2) микроорганизмы: (1) водородокисляющие, сероокисляющие, железокисляющие и др., использующие переменновалентные элементы; (2) кислородные фототрофы (водоросли и цианобактерии); аноксигенные фототрофы: нитчатые аноксигенные фототрофы, зеленые серобактерии, гелиобактерии, протеобактерии (пурпурные серные бактерии, несерные пурпурные бактерии, аэробные, бактериохлорофилл а – содержащие бактерии). Первичные и вторичные деструкторы: аэробные и анаэробные гетеротрофные микроорганизмы с широким спектром гидролитических ферментов, сульфатредукторы, метаногены.

### Тема 4

Методы анализа микробного разнообразия. Методы, основанные на культивировании микроорганизмов. Среды, используемые для

культивирования микроорганизмов различных функциональных групп. Накопительные культуры. Селективные среды и условия культивирования. Выделение и идентификация чистых культур микроорганизмов. Методы молекулярной экологии. Оценка микробного разнообразия с помощью анализа филогенетических и функциональных генов. Методы, основанные на использовании ПЦР. Молекулярное клонирование, DGGE- и T-RFLP анализы. Флуоресцентная гибридизация *in situ*. Метод высокопроизводительного пиросеквенирования. Метагеномные исследования.

## **6. Самостоятельная работа**

В процессе освоения дисциплины предусмотрено самостоятельное изучение отдельных вопросов лекционного курса с целью подготовки к устному опросу по теме.

## **7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Джей Дж.М., Лёсснер М.Дж., Гольден Д.А. Современная пищевая микробиология; пер. 7-го англ.изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 886 с. : ил. — (Лучший зарубежный учебник).
2. Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия; пер. с нем. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 325 с.: ил.
3. Ребриков Д.В. [и др.] ПЦР в реальном времени; под ред. д. б. н. Д. В. Ребрикова. — 7-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. — 232 с.: ил.
4. Ребриков Д.В. [и др.] NGS: высокопроизводительное секвенирование; под общей редакцией Д. В. Ребрикова. — 2-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 232 с.: ил.
5. Ножевникова А.Н., Каллистова А.Ю., Литти Ю.В., Кеврина М.В. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических отходов: коллективная монография. - М.: Университетская книга, 2016. - 320 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 1; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.
2. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 2; под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.
3. Тейлор Д., Грин Н., Стаут У. / Биология: в 3-х томах (комплект) Т. 3;



под ред. Р. Сопера ; пер. 3-го англ. изд. — 9-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2018. — 454 с. : ил.

4. Джералд М. Великая биология. От происхождения жизни до эпигенетики. 250 основных вех в истории биологии; пер. с англ. А. А. Синюшина.—М. : Лаборатория знаний, 2018.—540 с. : ил.

5. Лоуи Д.Б. Великая химия. От греческого огня до графена. 250 основных вех в истории химии; пер. с англ. А. Л. Капанадзе.—М. : Лаборатория знаний, 2018.—540 с. : ил.

6. Куликов Н.И., Ножевникова А.Н., Зубов Г.М. Очистка муниципальных сточных вод с повторным использованием воды и обработанных осадков: теория и практика. - М.: Логос, 2014. - 400 с.

### 7.3. Электронные ресурсы

1. <http://www.benran.ru/> - Библиотека по естественным наукам Российской академии наук

2. <https://apps.webofknowledge.com/> - Научно-библиографическая база данных Web of Science.

3. <http://www.scopus.com/> - Научно-библиографическая база данных Scopus.

4. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека ИЭБ.

5. <http://www.rsl.ru/> - Электронная библиотека РГБ.

6. <http://www.diss.rsl.ru/> - Электронная библиотека диссертаций РГБ.

7. <http://www.sciencedirect.com/> - Журналы издательства Elsevier.

8. <http://link.springer.com/> - Журналы издательства Springer.

a) <http://www.springerprotocols.com> - SpringerProtocols

b) <http://www.springermaterials.com> - SpringerMaterials

c) <http://www.springerimages.com> - SpringerImages

d) <http://www.zentralblatt-math.org/zblmath/en> - Zentralblatt MATH

9. <http://link.springer.com/> - Архивные материалы на платформе Springer.

a) Журналы (Journals) 1832-1996 и 2002-2011 гг.

b) Журналы (Journals) 1997-2001 гг.

c) Книги (Books) 2005-2010 гг., включая книжные серии и справочники.

d) Книжные серии (Book Series) 1902-1996 гг.

e) Книжные серии (Book Series) 2005-2010 гг.

f) Электронные справочники (E-References) 2005-2010 гг.

10. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1364-548X&date=1996> -

Chemical Communications (Cambridge)

11. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1460-4744&date=1972> - Chemical Society Reviews

12. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1477-9234&date=2003> - Dalton Transactions
13. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1364-5501&date=1991> - Journal of Materials Chemistry
14. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=2050-7496&date=2012> - Journal of Materials Chemistry A
15. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=2050-7518&date=2013> - Journal of Materials Chemistry B
16. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=2050-7534&date=2013> - Journal of Materials Chemistry C
17. <http://xlink.rsc.org?genre=journal&eissn=1463-9084&date=1999> - Physical Chemistry Chemical Physics
18. <http://pubs.rsc.org/en/journals/journalissues/ob#!recentarticles&all> - Organic & Biomolecular Chemistry
19. <http://journals.cambridge.org/> - Журналы издательства Cambridge University Press.
20. <http://www.oxfordjournals.org/en/> - Журналы издательства Oxford University Press.
21. <http://onlinelibrary.wiley.com/> - Журналы издательства Wiley.
22. <http://pubs.acs.org/> - American Chemical Society.
23. <http://www.nature.com/> - Журнал «Nature» (и другие журналы группы Nature).
24. [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org) - Журнал «Science».
25. <http://www.fips.ru/> — Патентная база данных РФ (РОСПАТЕНТ).
26. <http://www.uspto.gov/> - Патентная база данных США (USPATFULL).
27. <http://arxiv.org> - arXiv.org/ - международный архив электронных научных статей.
28. <http://www.ccdc.cam.ac.uk/> - Кэмбриджская база структурных данных органических и металлоорганических соединений

#### 7.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Office Professional
2. Project Professional
3. Visio Professional
4. Windows
5. Exchange Server Standard CAL - Device CAL

#### 8. Составители программы:

д.б.н. Н.В. Пименов, д.б.н. В.К. Плакунов, Д.б.н., Т.П. Турова, Д.б.н. Е.А. Бонч-Осмоловская