



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **«Биопленки как базовая форма существования микроорганизмов»**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы 03.02.03 -микробиология.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (осенний семестр), спецкурс по выбору (читается на кафедре микробиологии)
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>УК-1: Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</i>	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1) Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
	достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)
УК-2 <i>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.</i>	Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1 (УК-2)
УК-3: <i>Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</i>	Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2 (УК-3)
УК-4: <i>Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке</i>	Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код З2 (УК-4)
ОПК-1 <i>Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</i>	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 академических часа, из которых 28 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (28 часов занятий лекционного типа) и 44 часа составляет самостоятельная работа аспиранта (выполнение домашних заданий и написание реферата).

7. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

ЗНАТЬ: органическую химию, биохимию, основы молекулярной биологии, клеточной биологии и физиологии, общую микробиологию (на уровне программ специалиста/магистра), теоретические и методологические основы биологических научных исследований.

УМЕТЬ: читать, реферировать и анализировать научную литературу в области изучения биопленок, обобщать полученную информацию и вырабатывать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения, а также вести научную дискуссию по вопросам, связанным с существованием и распространением микробных биопленок в окружающей среде, их составу, структурной организации, межвидовым взаимоотношениям, методам их выделения и изучения, процессам регуляции и воздействию на человека и его практическую деятельность.

ВЛАДЕТЬ: современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

8. Образовательные технологии: классические лекционные технологии.

9. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Самостоятельная работа обучающегося, часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ УЧЕНИЯ О БИОПЛЕНКАХ. Историческая и современная терминология. «Отцы-основатели» учения о биопленках - Виноградский, Холодный, Хенриси, Конн, Зобелл, Костертон и др. Основные направления изучения биопленок на современном этапе.	2	2					2			2
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК. Структурные и физиологические особенности, циклы развития, гетерогенность биопленок. «Биопленочный фенотип», экзополимерный матрикс.	20	8					8	10	2	12

СИСТЕМА МЕЖКЛЕТОЧНОЙ КООРДИНАЦИИ И КОММУНИКАЦИИ В БИОПЛЕНКАХ. Система Кворум Сенсинг (QS), синергические отношения в составе многовидовой биопленки, механизмы устойчивости к воздействию различных неблагоприятных факторов среды и биоцидов. Биопленки грибов, архей, актинобактерий и вирусов.	28	10					10	16	2	18
БИОПЛЕНКИ В ЭКОЛОГИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕДИЦИНЕ. «Биопленочная стратегия», «морской снег», «лунное молоко». Биопленки в биотехнологии: очистка сточных вод, активный ил, аннамокс-сообщества, биоремедиация почв, защита от коррозии, производство важных для человека веществ. Биопленки резистентной и патогенной микробиоты. Тканевые и имплант- ассоциированные инфекции. Меры воздействия на биопленки патогенных микроорганизмов.	22	8					8	12	2	14
Промежуточная аттестация - зачет										
Итого:	72	28					28	38	6	44

10. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы аспирантов.

Конспекты лекций, аудио- и видеозаписи лекций, файлы презентаций лекций, основная и дополнительная учебная литература (см. п.11)

11. Ресурсное обеспечение:

Основная литература:

1. Н.В. Потехина. БИОПЛЕНКИ КАК БАЗОВАЯ ФОРМА СУЩЕСТВОВАНИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ. ЧАСТЬ I. СТРОЕНИЕ, РАЗВИТИЕ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА БИОПЛЕНОК. Учебное пособие. М. Макс-Пресс. 2021.
2. Марданова А.М., Кабанов Д.А, Рудакова Н.Л., Шарипова М.Р. БИОПЛЕНКИ: Основные принципы организации и методы исследования. Учебное пособие. Казань. 2016.
3. Галкин Н.Б. БИОПЛЕНКИ. Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова. <https://studfile.net/preview/4030478/>
4. MARY ELLEN DAVEY AND GEORGE A. O'TOOLE. Microbial Biofilms: from Ecology to Molecular Genetics. MICROBIOLOGY AND MOLECULAR BIOLOGY REVIEWS, 2000, p. 847–867.
5. Pamp, S. J., Gjermansen, M., & Tolker-Nielsen, T. (2007). The Biofilm Matrix – A Sticky Framework. In S. Kjelleberg, & M. C. Givskov (Eds.), *Bacterial Biofilm Formation and Adaptation* (pp. 37-69). Horizon BioScience. <https://www.researchgate.net/publication/237362945>
6. В. К. Плакунов, М. В. Журина, А. В. Ганнесен, С. В. Мартьянов, Ю. А. Николаев. Управление формированием микробных биопленок: анти- и пробиопленочные агенты (обзор) // Микробиология. 2017. Т. 86. № 4. С. 402–420.
7. Л.П. Сидорова, А.Н. Снигирева. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД. Учебное пособие. 2017. Уральский федеральный университет. С. 1-125.
8. Ножевникова А.Н., Бочкова Е.А., Плакунов В.К. Мультивидовые биопленки в экологии, медицине и биотехнологии. Микробиология. 2015. Т. 84. № 6. С. 623-644.

Дополнительная литература

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>;

<https://scholar.google.ru/>

Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

Интернет-браузер, базы данных PubMed (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>),

Описание материально-технической базы.

Кафедра микробиологии биологического факультета МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): доктор биол. наук, вед. научн. сотр. кафедры микробиологии Потехина Наталья Викторовна.

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) «Биопленки как базовая форма существования микроорганизмов» на основе карт компетенций выпускников

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю), баллы БРС					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	1,	2	3	4	5	
Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В1 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код В2 (УК-1)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть:	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)						
Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код В1(УК-4)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет
Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, реферат, зачет

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (темы рефератов, вопросы для индивидуального собеседования):

1. Что такое биопленка?
2. Цикл развития биопленки грамотрицательных и грамположительный микроорганизмов.

3. Структурная организация биопленок
4. Внеклеточный полимерный матрикс, его состав и функции
5. Как работает система Кворум Сенсинг?
6. Какие типы отношений наблюдаются в многовидовых биопленках?
7. Как устроены биопленки грибов, стрептомицетов, вирусов?
8. Является ли биопленка многоклеточным организмом?
9. Отрицательное и положительное воздействие биопленок на практическую деятельность человека.
10. Биопленки в организме человека. Симбиотическая микробиота.
11. Биопленки – как причина хронических заболеваний человека и животных
12. Методы борьбы с биопленками патогенных микроорганизмов.

ПРОГРАММА

зачета по спецкурсу «Биопленки как базовая форма существования микроорганизмов»

ТЕМА: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ УЧЕНИЯ О БИОПЛЕНКАХ

1. К истории развития учения о биопленках.

ТЕМА: ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК

Понятие о биопленках. «Биопленочный фенотип». Морфологические типы бактериальных биопленок. Этапы образования бактериальных биопленок. Структурная организация микробных биопленок. Структурная и функциональная гетерогенность. Морфология клеток. Невидимые пловцы (“*stealth swimmers*”).

2. Пространственное расположение бактериальных видов в многовидовой биопленке. Внеклеточный матрикс биопленки. Экзополисахариды. Белки. Внеклеточная ДНК. Липиды. Вода, как компонент матрикса биопленки. Минорные компоненты матрикса. Чужеродные вещества, захваченные биопленкой из окружающей среды. Свойства матрикса. Функции матрикса.

3. Методы исследования биопленок.

ТЕМА: СИСТЕМА МЕЖКЛЕТОЧНОЙ КООРДИНАЦИИ И КОММУНИКАЦИИ В БИОПЛЕНКАХ

4. Межклеточные связи (межклеточные коммуникации) в биопленке. Регуляторная система Quorum Sensing. Биологический «смысл» QS.

Открытие механизма регуляции QS на примере *Vibrio fischeri*. Сигнальные молекулы системы QS. QS-система грамотрицательных микроорганизмов. N-ацилгомосеринлактоны. QS-система грамположительных микроорганизмов. Аутоиндукторные пептиды

Механизм регуляции с участием аутоиндукторных пептидов на примере *S. aureus*. Линейные и циклические аутоиндукторные пептиды, γ -бутиролактоны.

5. QS система, использующая фураноны. Производные хинолина, встречающиеся в биопленках *P. aeruginosa*, Производные индола. Циклические дипептиды – дикетопиперазины (DKPs). QS системы, использующие соединения катехоламинового ряда, АИ-3. Алифатические соединения. Коммуникация бактерий в природных условиях с участием QS систем, Различные системы межклеточной сигнализации в формате QS и их назначение. Значение QS регуляции. Ингибирование QS систем – новый подход к созданию лекарств против патогенных бактерий. Регуляторный механизм с участием циклического дигуанозинмонофосфата (с-ди-ГМФ). Антибиотики как сигнальные молекулы. Влияние субингибиторных концентраций антибиотиков на биопленки.
6. Типы взаимоотношений бактериальных видов в смешанных биопленках. Антагонистические отношения. Синергические отношения. Виды кооперации. Коагрегация и ко-колонизация. Формирование или усиление устойчивости микроорганизмов в составе биопленок к физико-химическим факторам и антибиотикам. Защитные свойства внеклеточного матрикса. Совокупные защитные свойства микроорганизмов. Стратегия выживания – «бездействие». Понятия антибиотикоустойчивости и антибиотикорезистентности.
7. Персистеры. К истории открытия персистеров. Определение и свойства персистеров. Два вида персистеров. Трудности идентификации персистеров. Биологическое значение персистеров. Персистеры в практической медицине.
8. Биопленки актиномицетов. Пеллеты стрептомицетов – как биопленки. Этапы формирования пеллет *Streptomyces*. Биопленки актиномицетов. Образование матрикса *Streptomyces coelicolor* при росте на стекле. Внеклеточный матрикс *Streptomyces coelicolor* и его роль в адгезии. Биопленки *Thermobifida fusca*. Моделирование адгезии стрептомицетов к почвенным частицам на примере *Str. granaticolor*. Динамика формирования биопленок *Streptomyces griseus* в тубулярном биореакторе.

ТЕМА: БИОПЛЕНКИ В ЭКОЛОГИИ, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕДИЦИНЕ

9. «Город микробов» или аналог многоклеточного организма?». Колонии и биопленки.
10. Биопленки как базовая форма существования микроорганизмов в природе. Преимущества биопленочного способа существования. «Биопленочная стратегия», Природные биопленки на разделе фаз «вода - твердая поверхность», «вода – воздух», «твердая поверхность - воздух». «Морской снег», «лунное молоко», бактериальные маты.
11. Биологическая очистка сточных вод. Биофильтры и биореакторы. Активный ил. Анаммокс-сообщества. Фотосинтезирующие микроорганизмы в очистке сточных вод. Очистка загрязненного промышленного воздуха. Биоремедиация почв. Нефтеокислители. Удаление тяжелых металлов. Защита от коррозии.

12. Биотехнологическое применение биопленок для получения практически важных веществ. Биопленки стрептомицетов – в биотехнологии. Совместное культивирование двух организмов. Производство молочной кислоты. Детоксикация кормов в животноводстве. Использование моновидовых биопленок стрептомицетов-продуцентов. Биопленки микроорганизмов в тонком органическом синтезе.
13. Биопленки в организме человека. Резистентная микробиота. Микробиота кишечника, ротовой полости, кожи, влагалища. Биопленки в патогенезе. Тканевые и имплант-ассоциированные инфекции. Природа хронических инфекций. Методы предотвращения образования биопленок на поверхностях устройств для инвазивных процедур. Изучение устойчивости биопленок к антибиотикам. Меры борьбы с биопленками патогенных микроорганизмов.

Программу составила вед. науч. сотр. каф. Микробиологии, д.б.н. Потехина Наталья Викторовна



(подпись)