Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о.декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Биопленки

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

06.04.02 Почвоведение

Направленность (профиль) ОПОП:

Биология почв

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией факультета почвоведения (протокол №_____, дата _____)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки *06.04.02 «Почвоведение»* программы магистратуры

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от *28 декабря* 2020 года (протокол № *7*).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** *вариативная часть, по выбору*

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** Для освоения дисциплины необходимо освоение дисциплин бакалавриата «Строение, развитие и систематика бактерий», «Биохимия почвенных микроорганизмов», «Динамика микробных популяций».

3.**Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
М-СПК-1. Способен применять на практике фундаментальные и прикладные аспекты почвенной микробиологии и зоологии, понимает современные насущные задачи и проблемы в данных областях	**СПК-1.1** Применяет на практике фундаментальные и прикладные аспекты почвенной микробиологии и зоологии **СПК-1.2** Глубоко понимает современные насущные проблемы почвенной микробиологии и зоологии и применяет их при решении профессиональных задач	Знать историю открытия и изучения биопленок, область их применения, особенности строения и функционирования по сравнению с планктонными клетками, и использовать эти знания в дальнейшем для постановки экспериментальных задач. Уметь осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности
М-СПК-2. Способен применять на практике знания о строении, составе и функционировании живой клетки, метаболизме и механизмах его регуляции; может использовать в профессиональной деятельности знания базовых основ генетики организмов	М-СПК-2.1. Применяет на практике знания о строении, составе и функционировании живой клетки, метаболизме и механизмах его регуляции М-СПК-2.2. Использует в профессиональной деятельности знания базовых основ генетики организмов	Знать особенности морфологии и физиологии микроорганизмов в составе биопленки, а также строение, состав и архитектонику микробных биопленок. Использовать знания базовых основ генетики микроорганизмов, знать о роли горизонтального переносы генов в формировании различных

		форм устойчивости, в том числе к антибиотикам, микроорганизмов, живущих в составе биопленок.
М-СПК-3. Способен применять на практике знание биологической систематики организмов, особенностей онтогенеза отдельных групп почвенных организмов и условий устойчивого существования и жизнеспособности почвенных микробных популяций	М-СПК-3.1. Применяет на практике знание биологической систематики организмов, особенностей онтогенеза отдельных групп почвенных организмов и условий устойчивого существования и жизнеспособности почвенных микробных популяций	Знать способы размножения (рассеивания), особенности онтогенеза биопленок различных групп микроорганизмов, подходы и принципы систематики микроорганизмов, в том числе обитающих в почве, условия их существования и выживания, а также использовать эти знания при решении различных практических задач
М-СПК-4. Способен использовать в профессиональной деятельности знания о роли микроорганизмов в глобальных биогеохимических циклах элементов в биосфере, а также значении почвенных организмов в почвообразовании и формировании плодородия почв	М-СПК-4.1. Использует в профессиональной деятельности знания о роли микроорганизмов в глобальных биогеохимических циклах элементов в биосфере	Использовать в профессиональной деятельности знания об экологии микроорганизмов, существующих в составе биопленок, понимать роль биопленок в различных межорганизменных взаимодействиях и глобальных биосферных процессах
	М-СПК-4.2. Имеет четкое представление о значении почвенных организмов в почвообразовании и формировании плодородия почв, использует эти знания при решении практических задач	Иметь четкое представление о значении почвенных организмов в почвообразовании и формировании плодородия, понимать роль микробных биопленок в природе, использовать эти знания для решения профессиональных задач

4. **Объем дисциплины** *2* з.е.**,** в том числе *28* академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем и 44 академических часа составляет самостоятельная работа обучающихся.

5. **Формат обучения:** очный, возможна реализация с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Выполнение домашних заданий, подготовка к контрольным работам	Подбор и анализ литературы, подготовка презентаций и докладов	**Всего**
Раздел 1. Строение, развитие и основные формы биопленок	**48**	**20**				**20**	**28**		**28**
Тема 1. Определение понятия биопленок	2	2				2			
Тема 2. Морфологические типы, цикл развития биопленок	5	2				2	3		3
Тема 3. Методы исследования биопленок	5	2				2	3		3
Тема 4. Матрикс биопленки	5	2				2	3		3
Тема 5. Свойства и функции матрикса	5	2				2	3		3
Тема 6. Биопленочный фенотип. Пространственная и структурная организация биопленок	5	2				2	3		3
Тема 7. Типы взаимоотношений разных видов бактерий в биопленках	5	2				2	3		3
Тема 8. Типы взаимоотношений разных видов бактерий в биопленках	5	2				2	3		3
Тема 9. Биопленки вирусов. Биопленки стрептомицетов	5	2				2	3		3

Тема 10. «Город микробов» или аналог многоклеточного организма?» Лекция-обсуждение	6	2				2	4		4
Форма текущей аттестации по разделу	*Контрольная работа или устный опрос*								
Раздел 2. Природные биопленки	**6**	**4**				**4**	**2**		**2**
Тема 11. Биопленочная стратегия	2	2				2			
Тема 12. Природные биопленки	4	2				2	2		2
Форма текущей аттестации по разделу 2	*Контрольная работа или устный опрос*								
Раздел 3. Техногенные биопленки	**6**	**2**				**2**	**4**		**4**
Тема 13. Биологическая очистка сточных вод	6	2				2	4		4
Форма текущей аттестации по разделу 3	*Контрольная работа или устный опрос*								
Раздел 4. Медицинские биопленки	**6**	**2**				**2**	**4**		**4**
Тема 14. Микробиота. Тканевые и имплант-ассоциированные инфекции	6	2				2	4		4
Промежуточная аттестация	*Зачёт*						6		
Итого:	72								

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Строение, развитие и основные формы биопленок

Тема 1. Определение понятия биопленок

Историческая и современная терминология. История развития учения о биопленках. «Отцы-основатели» учения о биопленках - Виноградский, Холодный, Хенриси, Конн, Зобелл, Костертон и др. Понятие о биопленках как об основной форме существования бактериальных организмов в окружающей среде. Классические признаки биопленок. Современные направления исследования биопленок.

Тема 2. Морфологические типы, цикл развития биопленок

Морфологические типы бактериальных биопленок - простой слой клеток, бактериальные маты, биопленка с лентами выростами, зубные бляшки, грибовидные тела, биопленки, образующие взвешенные в воде (плавающие) гранулы – пеллеты, гранулы активного ила, флоккулы, кефирные грибки.

Цикл развития биопленок (первичная и вторичная адгезия микроорганизмов, рост и развитие зрелой биопленки, разрушение и рассеивание с возможным началом нового цикла). Особенности циклов развития биопленок у грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

Тема 3. Методы исследования биопленок

Методы исследования биопленок. Выращивание биопленок, методы микроскопии, физические и химические методы исследования матрикса.

Тема 4. Матрикс биопленки

Матрикс биопленки, перестройка матрикса, биохимический состав матрикса - экзополисахариды, белки, ДНК, липиды, вода, чужеродные вещества, захваченные из внешней среды и др.

Тема 5. Свойства и функции матрикса

Свойства и функции матрикса. Каркасная функция матрикса. Защитная функция матрикса: устойчивость к экстремальным (физико-химическим) воздействиям внешней среды, защита от антибиотиков. Другие функции матрикса. Структурная организация биопленки: цитоархитектоника биопленок, водные каналы, поры.

Тема 6. Биопленочный фенотип. Пространственная и структурная организация биопленок

Понятие о «биопленочном фенотипе». Пространственные закономерности расположения разных видов в биопленке. Морфология клеток, входящих в состав биоплёнки. Гетерогенность биопленок. Клетки-пловцы и их положительная и отрицательная роль для биопленки и для человека.

Тема 7. Типы взаимоотношений разных видов бактерий в биопленках

Понятие о «биопленочном фенотипе». Пространственные закономерности расположения разных видов в биопленке. Морфология клеток, входящих в состав биоплёнки. Гетерогенность биопленок. Клетки-пловцы и их положительная и отрицательная роль для биопленки и для человека.

Тема 8. Типы взаимоотношений разных видов бактерий в биопленках

Межклеточные связи (межклеточные коммуникации) в биопленке. Чувство кворума (QS, quorum sensing). Принцип функционирования QS. Сигнальные молекулы – общие свойства и химическая природа. QS-системы в биопленках грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов: N-ацетилгомосеринлактоны, сигнальные пептиды, фураноны, γ-бутиролактоны, производные хинолина, фарнезолы и др. Значение QS регуляции. Ингибиторы системы QS и перспективы их использования человеком.

Тема 9. Биопленки вирусов. Биопленки стрептомицетов

Биопленки вирусов. Биопленки стрептомицетов. Пеллеты стрептомицетов – как биопленки. Морфология, матрикс и цикл развития пеллет. Особенности адгезии к поверхности и внеклеточный матрикс биопленок стрептомицетов.Динамика формирования биопленок *Streptomyces griseus* в условиях *in vitro.*

Тема 10. «Город микробов» или аналог многоклеточного организма?»

Лекция-обсуждение

Раздел 2. Природные биопленки

Тема 11. Биопленочная стратегия

Биопленки как основная форма существования микроорганизмов в природе.Природные, техногенные и медицинские биопленки. Преимущества биопленочного способа существования микроорганизмов в природе. Биопленочная стратегия.

Тема 12. Природные биопленки

Биопленки в глубоких континентальных недрах, горячих источниках, льдах Антарктики. Морской снег, нефтяной снег, лунное молоко. Бактериальные маты. Биопленки в почве, в ризосфере и ризоплане растений. Биопленки на памятниках культурного наследия.

Раздел 3. Техногенные биопленки

Тема 13. Биологическая очистка сточных вод

Биологическая очистка сточных вод, активный ил, гранулы и флоккулы, аннамокс-сообщества, биопленки фотосинтезирующих бактерий. Биоремедиация почв с использованием биопленок. Мультивидовые биопленки для удаления тяжелых металлов из почв и защиты от коррозии. Микроорганизмы-нефтеокислители.

Раздел 4. Медицинские биопленки

Тема 14. Микробиота. Тканевые и имплант-ассоциированные инфекции.

Медицинские биопленки. Понятие о симбиотической микробиоте. Биопленки кишечника, ротовой полости (зубные бляшки), слизистых женских органов, кожи. Биопленки патогенных бактерий и их роль в инфекционной патологии человека. Тканевые и имплант ассоциированные инфекции.

Антибиотики и биопленки. Механизмы устойчивости биопленок к антибиотикам и биоцидам.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. **Типовые контрольные вопросы или иные материалы для проведения текущего контроля:**

Некоторые вопросы к контрольным заданиям, например, по теме 2 природные биопленки:

1. Какие типы природных биопленок вы знаете?

2. Где встречаются природные биопленки?
3. Что такое криомикробоценозы?
4. Что значит выражение: биопленки – резервуар видов в природе?
5. Три основные характеристики природных биопленок.
6. Можно ли провести аналогию между структурой базальтовых пород и почвенных частиц в плане расположения биопленок?
7. Что такое ризосфера и как она связана с биопленками?
8. Что можно сказать о бактериях, обитающих в ризосфере?
9. Что такое филлосфера и как она связана с биопленками?
10. Что такое микробные маты?
11. Что характерно для структуры матов?
12. Где можно встретить маты?
13. Почему маты бывают окрашены?
14. Какие формы биопленок встречаются в водной морской среде?
15. Что такое пластисфера? Где она встречается?
16. Что такое морской снег?
17. Почему снежинки морского снега – не симметричны?
18. Морской нефтяной снег?
19. Что происходит с нефтью в морской воде?
20. Вся нефть попадает в состав морского нефтяного снега?
21. Доходит ли нефть до морского дна?
22. Какую роль при разливе нефти играют деспергенты?

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

Примерные вопросы по теме 3 «Техногенные и медицинские биопленки»:

1. Что такое техногенные биопленки? Где они могут формироваться?
2. Что можно сказать об участии почвенных микроорганизмов в борьбе с разливами нефти?
3. Области использования биопленок
4. Биологическая очистка сточных вод – это мечта или реальность?
5. В биофильтрах и биореакторах биопленки формируются активным илом?
6. Что необходимо для формирования активного ила в биореакторах?
7. Чем отличаются флоккулы от гранул активного ила?

8. Какую роль могут играть стебельковые инфузории и грибы в формировании гранул?
9. Анаммокс бактерии в очистных сооружениях формируют свои собственные гранулы?
10. Состав и структура гранул и плоских биопленок анаммокс сообществ имеют отличия?
11. Что можно сказать о морфологии и строении гранул анаммокс сообществ?
12. Какие морфологические особенности внутреннего устройства обнаружены в гранулах анаммокс сообществ?
13. Могут ли гранулы АИ или анаммокс расти бесконечно и почему?
14. Что такое микробиом? Что он включает?
15. Как соотносятся понятия микрофлора, микробиота и микробиом?
16. В организме состав микробиома – постоянен?
17. Состав микробиома какой-либо ниши – одинаков у всех людей?
18. Что можно сказать о микробиоме кожи?
19. Что такое дисбактериоз с точки зрения ученья о биопленках?
20. Как связан микробиом человека и сам человек? Кто на кого влияет?
21. Образование биопленок патогенными микроорганизмами ведет к развитию.
22. Какие 2 типа инфекций, связанные с биопленками, можно выделить в организме человека (в зависимости от локализации БП)?
23. Что такое тканевые инфекции?
24. Назовите хотя бы одну болезнь, связанную с биопленками.
25. Какую роль играют патогены в развитии каменно-почечной болезни?
26. Все микроорганизмы полости рта вызывают развитие кариеса и других болезней?
27. Что можно сказать об архитектуре биопленок ротовой полости?
28. Какие последствия в организме человека могут вызывать имплантированные устройства?
29. Какие новые термины вводятся для оценки действия антибиотиков на БП?
30. Какую политику эффективно использовать при лечении инфекций с помощью антибиотиков?
31. На чем основывается общая концепция борьбы с биопленками патогенных микроорганизмов?
32. В практической медицине способы борьбы с образованием биопленок на абиотических поверхностях **(**имплантах и др.) включают: …
33. Какие мишени воздействия на БП могут быть эффективными для борьбы с БП патогенных микроорганизмов?

34. Какими факторами объясняется устойчивость БП к антибиотикам?

35. Антибиотики – это единственные средства борьбы с патогенными бактериями, в том числе и с биопленками?

36. Чем объясняется множественная устойчивость отдельных видов в составе биопленок?

37. Чем опасны больничные инфекции?

8. **Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:**

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знанияи умения фрагментарны, а навыкиотсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания *(виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств: практические контрольные заданияили устный опрос)*	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) *(виды оценочных средств: выполнение и защита курсовой работы, отчет*	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

по практике, отчет по НИР и т.п)				

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы
  Основная литература:

1. *Потехина Н.В.* 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. *Davey M.E., O'Toole G.A.* 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.* The biofilm matrix – a sticky framework. In S. Kjelleberg, & M. C. Givskov (Eds.) *Bacterial Biofilm Formation and Adaptation* (pp. 37-69). Horizon BioScience. (2007). https://www.researchgate.net/publication/237362945
6. *Плакунов В.К., Журина М.В., Ганнесен А.В., Мартьянов С.В., Николаев Ю.А.* Управление формированием микробных биопленок: анти- и пробиопленочные агенты (обзор) // Микробиология. 2017. Т. 86. № 4. С. 402–420.
7. *Сидорова Л.П., Снигирева А.Н.* 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.

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
  1. Интернет-браузер, базы данных PubMed(http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)
  2. Интернет-браузер (https://scholar.google.ru/)
- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Описание материально-технической базы
  - Помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 10-15 учащихся;
  - Оборудование - мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет;

10. **Язык преподавания: русский**

11. **Преподаватель (преподаватели):**
Потехина Наталья Викторовна,
ведущий научный сотрудник кафедры микробиологии Биологического факультета МГУ, д.б.н., (2005г, Д 501.001.21)

12. **Разработчики программы:**
Потехина Наталья Викторовна
ведущий научный сотрудник кафедры микробиологии Биологического факультета МГУ, д.б.н., (2005г, Д 501.001.21)

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

В курсе лекций представлены основные характеристики, структурные и физиологические особенности, циклы развития, устойчивость к воздействию различных неблагоприятных факторов среды и биоцидов, а также физиолого-биохимические и генетические механизмы скоординированного поведения микроорганизмов в составе моно- и мультивидовых биопленок. Рассмотрены экологические, технологические и медицинские аспекты биопленок как основной, базовой, формы существования микроорганизмов в природе.