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

УТВЕРЖДАЮ

и.о.декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Генетика микроорганизмов

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 2021

На обратной стороне титула:

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** «Общая химия», «Органическая химия», «Почвоведение», «Биохимия микроорганизмов», «Систематика микроорганизмов».

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-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	Знать строение, состав и механизмы функционирования живой клетки, метаболизме и механизмах его регуляции
	М-СПК-2.2. Использует в профессиональной деятельности знания базовых основ генетики микроорганизмов	Использовать знания основ генетики микроорганизмов при изучении почвенных микроорганизмов для решения профессиональных задач.

4. **Объем дисциплины**_____*2*_____з.е, в том числе _____*36*_____академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, _____*36*_____академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения**_____*очный*_____

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**	Работа с научной и учебной литературой	Подготовка докладов и сообщений	**Всего**
Раздел 1. Генетическое разнообразие микроорганизмов и их значение для современной генетики	**16**		**8**			**8**	**6**	**2**	**8**
Тема 1. Вклад генетики микроорганизмов в развитие основных понятий современной генетики	4		2			2	2		2
Тема 2. Микроорганизмы как объекты генетических исследований	8		4			4	2	2	4
Тема 3. Вирусы бактерий и механизмы рекомбинации у бактериофагов	4		2			2	2		2

Форма текущей аттестации по разделу	*Опрос, представление докладов, дискуссия*								
Раздел 2. Процессы генетического обмена в клетках бактерий	**28**		**16**			**16**	**10**	**2**	**12**
Тема 1. Трансформация у бактерий	6		4			4	2		2
Тема 2. Трансдукция у бактерий	4		2			2	2		2
Тема 3. Конъюгация у бактерий	6		4			4	2		2
Тема 4. Многообразие и генетика актинобактерий	4		2			2	2		2
Тема 5. Многообразие и генетика цианобактерий	8		4			4	2	2	4
Форма текущей аттестации по разделу	*Опрос, представление докладов, дискуссия*								
Раздел 3. Генетические процессы у эукариотических микроорганизмов	**12**		**6**			**6**			**6**
Тема 1. Генетика дрожжей	4		2			2	2		2
Тема 2. Генетика мицелиальных аскомицетов	8		4			4	2	2	4
Форма текущей аттестации по разделу	*Опрос, представление докладов, дискуссия*								

Раздел 4. Микроорганизмы в экспериментах по генетической инженерии	**12**		**6**			**6**	**4**	**2**	**6**
Тема 1. Мобильные элементы микроорганизмов	4		2			2	2		2
Тема 2. Векторные системы в генетической инженерии	8		4			4	2	2	4
Форма текущей аттестации по разделу	*В рамках занятий семинарского типа представление докладов, дискуссия*								
Промежуточная аттестация	*Зачёт*						4		
Итого:	**72**								

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Генетическое разнообразие микроорганизмов и их значение для современной генетики.

Тема 1. Вклад генетики микроорганизмов в развитие основных понятий современной генетики. Многообразие микроорганизмов. Неклеточные, прокариотические и эукариотические микроорганизмы. Понятие о гене. Классическое и современное определение гена. Понятие о геноме. Современные методы изучения геномов. Принципы молекулярной филогении, три домена органического мира. Критерии филогенетической близости геномов. Положение микроорганизмов на филогенетическом древе живых организмов.

Тема 2. Микроорганизмы как объекты генетических исследований.

Организация генетического аппарата у различных типов микроорганизмов. Понятие о генотипе и фенотипе микроорганизмов. Мутационный процесс у микроорганизмов. Методы, применяемые в генетическом анализе у бактерий и бактериофагов: клональный анализ, метод селективных сред, метод отпечатков, метод скрещивания и др. Особенности процессов, ведущих к рекомбинации у прокариот.

Тема 3. Вирусы бактерий и механизмы рекомбинации у бактериофагов.

Вирусы, бактериофаги как объекты генетики. Строение и функции вирусного генома. Механизмы вирусной инфекции. Вирулентные и умеренные фаги. Жизненный цикл вирулентных фагов на примере Т-четных фагов. Взаимодействие фага с бактериальной клеткой. Лизогения у бактерий, профаги, механизм интеграции в бактериальную хромосому, индукция профага. Генетические карты вирусов. Мутации у бактериофагов и вирусов. Анализ рекомбинации у фагов.

Раздел 2. Процессы генетического обмена в клетках бактерий.

Тема 1. Трансформация у бактерий.

Организация генетического аппарата у бактерий. Нуклеоиды, кольцевые хромосомы. Представление о плазмидах, эписомах и мигрирующих генетических элементах (инсерционные последовательности, транспозоны). Роль плазмид в определении у бактерий свойств устойчивости к антибиотикам и другим веществам. Эписомы и их участие в переносе наследственной информации при конъюгации бактерий.

Явления трансформации и трансдукции у бактерий – прямые доказательства роли ДНК в наследственности и наследственной изменчивости. Трансформация. Компетентность. Генетическая рекомбинация при трансформации. Размер трансформирующего фрагмента. Картирование генов на коротких расстояниях Трансформация в природе и эксперименте у разных видов бактерий.

Тема 2. Трансдукция у бактерий.

Общая и специфическая трансдукция. Специфическая трансдукция на примере бактериофага лямбда *E. coli*. Аберрантная эксцизия профага и образование трансдуцирующих частиц. Использование трансдукции для картирования генов. Размеры трансдуцируемого фрагмента.

Тема 3. Конъюгация у бактерий.

Конъюгация у *E. coli* (Дж. Ледерберг и Э. Тейтем) Принципы планирования эксперимента. Характеристика процесса и продуктов конъюгации: половые типы, фактор F, гаплоидность продуктов конъюгации, инфекционность фактора F, полярность переноса генетического материала, последовательность переноса генов.

Отношения эписомы - фактора F и бактериальной "хромосомы". Доноры с высокой частотой рекомбинации – Hfr. Конъюгация и репликация. Кольцевая карта хромосом прокариот. Методы генетического картирования при конъюгации. Картирование генов по частотам рекомбинации и по времени переноса при конъюгации. Возможности генетического анализа при конъюгации, трансформации и трансдукции.

Тема 4. Многообразие и генетика актинобактерий.

Кокковые и мицелиальные формы актинобактерий. Филогения актинобактерий, распространенность и значение в различных экотопах. Строение геномов. Формы плазмид. Конъюгативный перенос плазмид. Жизненный цикл *Streptomyces*.

Тема 5. Многообразие и генетика цианобактерий. Происхождение цианобактерий, значение для биосферы. Многообразие геномов жизненных форм. Способность к конъюгации и трансформации. Симбиотические взаимоотношения с грибами, растениями. Теория симбиогенеза.

Раздел 4. Генетические процессы у эукариотических микроорганизмов.

Тема 1. Генетика дрожжей.

Жизненный цикл и строение геномов у дрожжей. Строение хромосом и плазмиды дрожжей. Типы спаривания, ауксотрофные мутанты, генетический анализ у дрожжей – митоз, мейоз, кроссинговер.

Тема 2. Генетика мицелиальных аскомицетов.

Жизненный цикл у некоторых видов аскомицетов. Гомоталличность, гетероталличность. Половой процесс и генетический анализ у аскомицетов. Парасексуальный процесс у аскомицетов. Гетерокарионизация и получение гетерокарионов и диплоидов в лаборатории. Расщепление диплоидов в результате гаплоидизации, митотического кроссинговера.

Раздел 5. Микроорганизмы в экспериментах по генетической инженерии.

Тема 1. Мобильные элементы микроорганизмов.

Роль плазмид и мобильных элементов в изменчивости и эволюции микроорганизмов. Горизонтальный перенос генов. Организация мигрирующих (мобильных) элементов в геномах прокариот, инсерционные последовательности и классические транспозоны. Механизмы транспозиции.

Ретротранспозоны, структурная организация, механизмы их транспозиции в геноме. Содержание ретроэлементов в геномах различных эукариот.

Генетические эффекты при перемещении мобильных элементов. Реорганизация генома, изменение генной активности.

Тема 2. Векторные системы в генной инженерии. Значение плазмид, эписом, профагов в генной инженерии. Ферменты, разрезающие и сшивающие ДНК (рестриктазы, лигазы).

Векторы на основе плазмид и бактериофагов. Использование векторов для клонирования и переноса генов в другие организмы. Методы селекции рекомбинантных векторных конструкций.

7.**Фонд оценочных средствдля оценивания результатов обучения по дисциплине**:

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Типовые контрольные задания по основным понятиям генетики:

1. Организация генетического аппарата у различных типов микроорганизмов.
2. Классическое и современное определение гена.
3. Понятие о геноме. Современные методы изучения геномов.
4. Понятие о генотипе и фенотипе микроорганизмов.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации (вопросы для зачета):

1. Неклеточные, прокариотические и эукариотические микроорганизмы. Организация генетического аппарата у различных типов микроорганизмов.
2. Классическое и современное определение гена.
3. Понятие о геноме. Современные методы изучения геномов.
4. Три домена органического мира. Критерии филогенетической близости геномов. Положение микроорганизмов на филогенетическом древе живых организмов.
5. Понятие о генотипе и фенотипе микроорганизмов. Мутационный процесс у микроорганизмов.
6. Методы, применяемые в генетическом анализе у бактерий и бактериофагов: клональный анализ, метод селективных сред, метод отпечатков и другие.
7. Вирусы, бактериофаги как объекты генетики. Строение и функции вирусного генома.
8. Вирулентные и умеренные фаги. Жизненный цикл фагов на примере Т-четных фагов.
9. Взаимодействие фага с бактериальной клеткой. Лизогения у бактерий, профаги, механизм интеграции в бактериальную хромосому, индукция профага.
10. Генетические карты вирусов. Мутации у бактериофагов и вирусов. Анализ рекомбинации у фагов.
11. Организация генетического аппарата у бактерий. Нуклеоиды, кольцевые хромосомы. Представление о плазмидах, эписомах.
12. Явления трансформации и трансдукции у бактерий – прямые доказательства роли ДНК в наследственности и наследственной изменчивости.
13. Трансформация в природе и эксперименте у разных видов бактерий.
14. Генетическая рекомбинация при трансформации. Размер трансформирующего фрагмента.

15. Эписомы и их участие в переносе наследственной информации при конъюгации бактерий. Роль плазмид в определении у бактерий свойств устойчивости к антибиотикам и другим веществам.

16. Общая и специфическая трансдукция. Специфическая трансдукция на примере бактериофага лямбда *E. coli*.

17. Использование трансдукции для картирования генов. Размеры трансдуцируемого фрагмента.

18. Конъюгация у бактерий: половой фактор кишечной палочки. Методы генетического картирования при конъюгации.

19. Отношения эписомы - фактора F и бактериальной "хромосомы". Доноры с высокой частотой рекомбинации – Hfr.

20. Возможности генетического анализа при конъюгации, трансформации и трансдукции.

21. Многообразие и распространение актинобактерий. Кокковые и мицелиальные формы. Жизненный цикл *Streptomyces*.

22. Строение геномов актинобактерий. Конъюгативный перенос плазмид.

23. Жизненный цикл и строение геномов у дрожжей. Плазмиды дрожжей.

24. Типы спаривания, ауксотрофные мутанты, генетический анализ у дрожжей – митоз, мейоз, кроссинговер.

25. Жизненный цикл у некоторых видов аскомицетов. Гомоталличность, гетероталличность. Половой процесс и генетический анализ у аскомицетов.

26. Парасексуальный процесс у аскомицетов. Расщепление диплоидов в результате гаплоидизации, митотического кроссинговера.

27. Организация мигрирующих (мобильных) элементов в геномах прокариот, инсерционные последовательности и классические транспозоны. Механизмы транспозиции.

28. Ретротранспозоны, структурная организация, механизмы транспозиции в геноме. Содержание ретроэлементов в геномах различных эукариот.

29. Генетические эффекты при перемещении мобильных элементов. Реорганизация генома, изменение генной активности.

30. Роль плазмид и мобильных элементов в изменчивости и эволюции микроорганизмов.

31. Генная инженерия. Значение плазмид, эписом, профагов в генной инженерии.

32. Ферменты, разрезающие и сшивающие ДНК (рестриктазы, лигазы).

33. Векторы на основе плазмид и бактериофагов. Использование векторов для клонирования и переноса генов в другие организмы.

34. Методы селекции рекомбинантных векторных конструкций.

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 знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

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, тесты)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств: подготовка презентаций, участие в дискуссии)*	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: подбор литературы для подготовки презентаций и докладов)*	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

9. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы:

<u>Основная литература</u>

1. Современная микробиология. Прокариоты. (Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса и Г. Шлегеля). М.: Мир. 2005, Т. 1. (Разделы: Генетика бактерий и бактериофагов, стр. 423-518; Экспрессия генов и механизмы регуляции, стр. 519-644).
2. *Сингер М., Берг П.* Гены и геномы. М.: Мир. 1998. Т. 1, 2.
3. *Клаг У., Каммингс М.* Основы генетики (глава 9). М.: «Техносфера». 2007

<u>Дополнительная литература</u>

- *Koonin E.V., Wolf Y.I.* Genomics of bacteria and archaea: the emerging dynamic view of the prokaryotic world, 2008, Nucleic Acids Res., V.36, N.21, P. 6688-719, DOI: 10.1093/nar/gkn668

- *Hutchison III C.A. et al.* Design and synthesis of a minimal bacterial genome. Science. 2016. V.351, I.6280 DOI: 10.1126/science.aad6253.

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Переченьпрофессиональных баз данных и информационных справочных систем **https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/browse#!/overview/**

- Описание материально-технического обеспечения:

А. Помещения:

– аудитория, рассчитанная на стандартную группу учащихся (10-15 человек);

– аудитория с выходом в Интернет для самостоятельной работы.

Б. Оборудование:

– мультимедийный проектор, компьютер, экран для учебной аудитории.

10. Язык преподавания: русский

11. **Преподаватель:**
Михеева Лидия Евгеньевна
Ведущий научный сотрудник кафедры генетики Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
К.б.н. (1977, БЛ 002473, МГУ)

12. **Разработчик программы:**
Михеева Лидия Евгеньевна
Ведущий научный сотрудник кафедры генетики Биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова
К.б.н. (1977, БЛ 002473, МГУ)

13. **Краткая аннотация дисциплины:**
В процессе освоения курса студенты получают знания о генетической природе прокариотических и эукариотических микроорганизмов и современных подходах к систематике царств живых организмов; современной концепции биологического вида у микроорганизмов, о генетическом многообразии почвенных микробных сообществ и их роли в биосферных процессах. Рассматривается значение систематики организмов для почвенно-экологических исследований и характеристики биологического разнообразия местообитаний; принципы традиционных и современных экспериментальных подходов при описании видовой структуры микробных сообществ. В рамках курса рассматриваются основные принципы создания новых штаммов микроорганизмов методами генетической инженерии; современные методы идентификации почвообитающих микроорганизмов, а также начение информационных баз данных о коллекциях и секвенированных геномах микроорганизмов. После проведения самостоятельных работ студенты имеют опыт дальнейшего углубленного освоения дисциплины и экспериментальных подходов в работе с микроорганизмами различной генетической природы.