

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан биологического факультета МГУ

Академик

М.П.Кирпичников

2018 г.



Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Код и наименование дисциплины (модуля): **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки – **06.06.01 Биологические науки**. Направленность (профиль) программы – Экология.
4. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП: вариативная часть ООП (второй год обучения, 3 и 4 семестры), обязательна для освоения аспирантами, обучающимися по направленности «Экология»
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

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
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	научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях Код B2 (УК-1)
УК-2 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.	Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код 31 (УК-2)
УК-3: Готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Владеть: технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код B2 (УК-3)
УК-4: Готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке	Владеть: навыками анализа научных текстов на государственном и иностранном языках Код B1 (УК-4) Знать: стилистические особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме на государственном и иностранном языках Код 32 (УК-4)
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Уметь: собирать, отбирать и использовать необходимые данные и эффективно применять количественные методы их анализа
ОПК-2 Готовность к преподавательской деятельности по	Уметь: доносить до обучающихся в доступной и ясной форме

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

6. Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 академических часов, из которых 104 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (104 часа занятий лекционного типа) и 76 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

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

ЗНАТЬ: неорганическую и органическую химию, общую биологию, общую экологию, зоологию, ботанику, микологию (на уровне программ специалиста/магистра) теоретические и методологические основы биологических научных исследований

УМЕТЬ: выработать на основе рационального анализа экспериментальных результатов свою точку зрения в вопросах экологии и отстаивать ее во время дискуссии со специалистами и неспециалистами; читать и реферировать научную литературу в области экологии, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

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						Самостоятельная работа обучающегося, часы		
		из них						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
Тема 1. Мета-анализ в экологии	18	4	4	0	4	0	12	3	0	3
Тема 2. Функциональное разнообразие растительных сообществ	20	4	4	0	4	0	12	8	0	8
Тема 3. Филогенетический анализ	18	4	4	0	4	0	12	3	0	3
Тема 4. Экосистемный сервис	20	4	4	0	4	0	12	8	0	8
Тема 5. Метаболическая теория в экологии	20	4	4	0	4	0	12	10	0	10
Тема 6. Циклы углерода, азота, серы и фосфора в биосфере	20	4	4	0	4	0	12	10	0	10

<u>Тема 7. Основные подходы глобальной экологии</u>	20	4	4	0	4	0	12	10	0	10
<u>Тема 8. Интегративная биология и её роль в познании механизмов формирования экосистем</u>	20	2	4	0	4	0	10	10	0	10
<u>Тема 9. Современные методы анализа экологической информации</u>	20	2	4	0	4	0	10	10	0	10
Промежуточная аттестация - экзамен кандидатского минимума	4					0			4	
Итого	180	18	36	0	36	0	104	76		76

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. Gurevitch J, Hedges LV (1999) Statistical issues in ecological meta-analyses. Ecology 80: 1142-1149
2. Cadotte M.W., Cavender-Bares J., Tilman D., Oakley T.H., 2009. Using phylogenetic, functional and trait diversity to understand patterns of plant community productivity // PLoS ONE. V. 4. № 5. P. 1–9.
3. Pérez-Harguindeguy N., Díaz S., Garnier E. et al., 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide // Austr. J. Bot. V. 61. № 3. P. 167–234.
4. Faucon M.P., Houben D., Lambers H., 2017. Plant Functional Traits: Soil and Ecosystem Services // Trends Plant Sci. V. 22. № 5. P. 385–394.
5. Garnier E., Navas M.-L., Grigulis K., 2016. Plant Functional Diversity. Oxford University Press. 231 p.
6. Онипченко В.Г. Функциональная фитоценология (синэкология растений). М.: Красанд, 2014

Дополнительная литература

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. Т. 1, 2. М.: Мир, 1989.
2. Вальтер Г. Растительность Земного шара.- Т. 1-3. М.: Прогресс, 1968, 1974, 1975.
3. Вальтер Г. Общая геоботаника.- М.: Мир, 1982.
4. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности. Уфа: Гилем, 1998.
5. Работнов Т.А. Фитоценология. 2-е изд. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983.
6. Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<https://ru.wikipedia.org/wiki>

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

Базы данных Web of Science, Scopus, eLibrary

Описание материально-технической базы.

Биологический факультет МГУ располагает необходимым аудиторным фондом, компьютерами, проекторами и экранами, аудиоаппаратурой.

12. Язык преподавания: русский

13. Преподаватель (преподаватели): профессор Онипченко В.Г., доцент Елумеева Т.Г., доцент Чередниченко О.В.



**Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ
на основе карт компетенций выпускников**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ и ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ					ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
	по дисциплине (модулю), баллы БРС					
	1, 0	2 1-29	3 30-59	4 60-89	5 90-100	
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, экзамен кандидатского минимума
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, экзамен кандидатского минимума
Знать: методы научно-исследовательской деятельности Код З1(УК-2)	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен кандидатского минимума
Владеть:	0	1-29	30-59	60-89	90-100	- индивидуальное собеседование, экзамен

технологиями оценки результатов коллективной деятельности по решению научных и научно-образовательных задач, в том числе ведущейся на иностранном языке Код В2(УК-3)						<i>кандидатского минимума</i>
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, экзамен <i>кандидатского минимума</i>
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, экзамен <i>кандидатского минимума</i>
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, экзамен <i>кандидатского минимума</i>

Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры вопросов к промежуточному контролю (индивидуальное собеседование):

1. Методологические основания мета-анализа
2. Функциональное разнообразие растительных сообществ.
3. Оценка роли биотических и абиотических фильтров в формировании сообществ методами функционального и филогенетического анализа.
4. Как связаны функциональный и филогенетический анализ?
5. Основные метрики функционального анализа.
6. Основные метрики филогенетического анализа.
7. Экосистемный сервис и оценки экосистемных функций.
8. Нематериальные аспекты экосистемного сервиса.
9. Как температура влияет на экосистемные процессы?
10. Аллометрия и аллокации.

ПРОГРАММА

кандидатского минимума по специальности «экология» 03.02.08

I. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Экология как наука, познающая живой облик биосферы Введение термина "экология" Эрнстом Геккелем в 1866 г. для обозначения науки о взаимодействиях организма и среды. Множественность корней современной экологии. Развитие экологии в 20-м столетии. Уровни организации живой материи, изучаемые экологией (организм, популяция, сообщество, экосистема, биосфера). Две группы задач и соответствующие им подходы в современной экологии. (1) Изучение механизмов, определяющих распространение и обилие организмов (популяционный подход). (2) Изучение протекающих с участием организмов процессов трансформации вещества и энергии в экосистемах и биосфере (экосистемный подход). Возможности и ограничения каждого из подходов. Объяснительное начало современной экологии. Роль теоретических моделей (гипотез), экспериментов и полевых наблюдений.

II. ЭКОЛОГИЯ ОСОБИ

Организм как дискретная самовоспроизводящаяся структура, связанная обменом веществ с окружающей средой. Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Диапазон условий (температуры, влажности, солевого состава и др.), в пределах которого возможно существование и размножение организмов. Кривая толерантности. Многомерная модель экологической ниши. Взаимодействие факторов. Переживание неблагоприятных условий в покое состоянии.

Обменные процессы, связывающие организмы со средой. Биогенные элементы. Зависимость организмов от разных источников энергии (фототрофы и хемотрофы) и разных источников углерода (автотрофы и гетеротрофы). Первичная продукция - чистая и валовая. Дыхание растений. Заменяемые и незаменимые ресурсы. Лимитирующая концентрация необходимого ресурса. "Закон Ю.Либиха". Гетеротрофы. Поступление энергии с пищей и её дальнейшая трансформация. Рацион, ассимиляция, траты на обмен, рост и размножение. Потребление кислорода как показатель скорости обмена. Зависимость общего обмена и его интенсивности от массы тела. Влияние температуры на организмы. Экотермы и эндотермы. Зависимость интенсивности обмена и скорости развития от температуры. Правило "суммы температур".

Жизненные циклы. Полициклические (размножающиеся многократно) и моноциклические (размножающиеся однократно) организмы. Конкуренция за ресурсы между разными функциями. Представление о r- и K-отборе.

III. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Определение популяции в экологии и генетике. Генетическая неоднородность популяции. Иерархическая структура популяций. Локальные популяции и метапопуляции.

Статические характеристики популяции: общая численность, плотность, структура (размерная, возрастная, половая). Связь между размерами организмов и плотностью популяции. Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое) и регулярное размещение особей. Территориальное поведение. Соотношение затрат на охрану территории и получаемых при этом выгод.

Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции. Динамика популяции как баланс протекающих в ней процессов. Распределение смертности по возрастам. Когортные (динамические) и статические таблицы выживания (дожития): способы их построения. Расчет ожидаемой продолжительности дальнейшей жизни для разных возрастов. Основные типы кривых выживания организмов. Демографические таблицы, учитывающие интенсивность размножения. Определение коэффициента воспроизводства R_0 . Время генерации и способы его оценки.

Экспоненциальный рост популяции. Скорость экспоненциального роста: её зависимость от характеристик организма (размера и др.), обеспеченности ресурсами и условий среды. Стабильное возрастное распределение. Расчет скорости экспоненциального роста по демографическим таблицам. Репродуктивная структура популяции. Разные типы возрастной структуры популяций и их связь с динамикой численности. Динамика биомассы популяции.

Рост народонаселения во всем мире и в отдельных регионах. Изменение кривой выживания по мере экономического развития и улучшения здравоохранения. Детская смертность. Различия в возрастной структуре и скорости роста популяций развитых и развивающихся стран.

Проблема динамики численности популяций. Логистическая модель регуляции роста численности: предпосылки и следствия. Эффект запаздывания и автоколебания численности. Воспроизведение автоколебательного режима в лабораторных экспериментах. Факторы зависимые и независимые от плотности. Минимальный размер популяции, необходимый для её благополучного существования. Проблема охраны редких и исчезающих видов. Красные книги.

Разнообразие типов динамики популяций. Циклические колебания численности грызунов, зайцеобразных и хищных. Смена механизмов регуляции в зависимости от достигнутого уровня численности. Преобладающий способ регуляции численности и положение организмов в цепях питания. Виды-вредители и их происхождение. Ограничение численности видов-вредителей: истребительные и регулирующие меры. Пестициды. Последствия применения хлорорганических пестицидов: накопление в высших звеньях трофической цепи. Современные требования к пестицидам. Поддержание численности видов-вредителей на экономически оправданном уровне. Использование естественных врагов для контролирования видов-вредителей.

IV. ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Разные типы взаимодействий популяций и способы их выявления.

Отношения "ресурс - потребитель" (хищник - жертва). Функциональная реакция потребителя на увеличение количества ресурса (числа жертв). Численная реакция потребителя на возрастание количества ресурса. "Пороговая концентрация" ресурса - минимальное содержание ресурса, допускающее поддержание стационарной (постоянной) численности. Изоклина "нулевого прироста" популяции в пространстве двух ресурсов (взаимозаменимых и незаменимых).

Конкуренция. Эксплуатация и интерференция. Соотношение внутривидовой и межвидовой конкуренции. Теоретический подход к изучению конкуренции. Модель Вольтерры - Лотки - Гаузе и ее ограничения. Лабораторные опыты по конкуренции. Модели взаимодействия видов через потребление общих ресурсов. "Пороговая концентрация" ресурса и конкурентное преимущество. Конкуренция за два ресурса: графическая модель Д.Тильмана. Принцип конкурентного исключения (закон Гаузе) и его современная трактовка. Связь между числом устойчиво сосуществующих видов и числом плотно-зависимых факторов. Сосуществование конкурирующих видов. Степень допустимого перекрывания экологических ниш.

Мутуализм. Примеры мутуализма среди животных, а также животных с растениями. Опылители. Микориза - мутуализм высших растений и грибов. Лишайники.

V. СООБЩЕСТВА

Определение сообщества. Различные подходы к выделению и описанию сообществ. Структура сообществ. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества. Индексы видового разнообразия, их зависимость от числа видов и соотношения их численностей. Роль конкуренции и хищничества в формировании и поддержании структуры сообществ. Островные сообщества: соотношение случайности заселения и биотических взаимодействий в формировании видового состава. Расхождение экологических ниш в сообществе. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Л.Г.Раменскому и Ф.Грайму: виоленты (компетиторы), пациенты (стресс-толеранты) и эксплеренты (рудералы).

Динамика сообществ во времени. Первичные и вторичные сукцессии. Климаксные сообщества. Изменения видового разнообразия в ходе сукцессии. Связь между продуктивностью и разнообразием. Устойчивость сообществ. Локальная и общая устойчивость. Нарушение структуры сообществ под влиянием антропогенных воздействий. Разработка мер по охране биоразнообразия.

VI. ЭКОСИСТЕМЫ

Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы. Круговорот биогенных элементов. Трудности определения границ экосистемы: несовпадение пространственно-временных масштабов круговоротов разных элементов. Ограниченное число биогеохимических функций. Возможность интегральной оценки физиологической активности больших групп организмов.

Основные функциональные группы организмов в экосистеме. Продуценты, консументы и редуценты. Условность границы между консументами и редуцентами. Биотрофы и сапротрофы. Биомасса и продукция. Лимитирование первичной продукции различными факторами (освещенностью, температурой, влажностью, концентрацией биогенных элементов). Утилизация первичной продукции в трофических цепях. Пастбищная и детритная пищевые цепи. Трофическая сеть и трофические уровни. Пирамида продукции. Регуляция отдельных уровней "снизу" и "сверху".

Наземные экосистемы. Особенности их организации, отличия от экосистем водных. Определяющая роль высших растений. Важность детритных пищевых цепей. Почва и происходящие в ней процессы трансформации вещества. Принципиальные отличия трофической

организации наземных экосистем от пелагических. Основные типы растительных формаций Земного шара. Их распределение в зависимости от климатических условий. Первичная продукция в наземных экосистемах разного типа.

VII. БИОСФЕРА И МЕСТО В НЕЙ ЧЕЛОВЕКА

Биосфера как охваченная жизнью область планеты Земля. Наличие воды и атмосферы. Их роль в поддержании определенного температурного режима. Атмосфера Земли в сравнении с атмосферами других планет. Особая роль организмов. Биосфера как гигантская система жизнеобеспечения. Концепция биосферы В.И.Вернадского и концепция Геи Дж.Лавлока.

Биосферный цикл углерода. Содержание углерода в разных формах в литосфере, атмосфере, гидросфере и биоте. Многолетние, сезонные и широтные изменения концентрации CO_2 в атмосфере. Увеличение концентрации диоксида углерода в атмосфере в течение последнего столетия. Парниковый эффект: механизм возникновения и возможные последствия. Другие газы, способствующие развитию парникового эффекта. Образование метана: роль естественных экосистем и антропогенных источников. Рост концентрации метана в атмосфере. Процессы противостоящие накоплению CO_2 и CH_4 в атмосфере. Опасность глобального потепления.

Биосферный цикл азота. Азотфиксация в океане и на суше. Роль различных групп микроорганизмов. Значение азота как ресурса, лимитирующего первичную продукцию в океане. Ограничение азотфиксации нехваткой других биогенных элементов. Нитрификация и денитрификация. Азотфиксация на суше. Особая роль азотфиксирующих симбионтов высших растений. Производство и применение азотных удобрений.

Биосферный цикл серы. Решающая роль микроорганизмов. Образование сероводорода в водоемах как результат восстановления сульфатов сульфатредуцирующими бактериями. Сероводородная зона Черного моря. Загрязнение атмосферы диоксидом серы, выбрасываемым промышленными предприятиями. Кислотные дожди и их воздействие на озера, реки и леса.

Биосферный цикл фосфора. Ведущая роль геохимических процессов. Отсутствие в атмосфере газообразных соединений фосфора. Лимитирование фосфором первичной продукции в континентальных водоемах. Евтрофирование водоемов. Фосфорные удобрения.

Биосферный цикл кислорода и его сопряженность с циклом углерода. Свободный кислород атмосферы и его происхождение. Озоновый слой и опасность его разрушения.

Эволюция биосферы. Определяющая роль прокариот в становлении и поддержании основных биогеохимических циклов. Начало формирования кислородной атмосферы (2 млрд. лет тому назад), распространение эукариот (1 млрд. лет назад), выход жизни на сушу и развитие высших растений (0,4 млрд. лет назад), становление современной биосферы. Осознание человеком своей ответственности перед остальной биосферой. Причины, побуждающие охранять природу. Переход от антропоцентризма к биоцентризму.