

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»

ФИЛИАЛ МГУ В Г. ГРОЗНОМ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора филиала – руководитель
образовательных программ
А. С. Воронцов



20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Экология

Уровень высшего образования:

Специалитет

Специальность:

06.05.02 Фундаментальная и прикладная биология

Направленность (профиль)/специализация образовательной программы:

Биотехнология

Форма обучения:

Очная

Москва 2024

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.02 «ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ И ПРИКЛАДНАЯ БИОЛОГИЯ» (образовательная программа специалитета «Биотехнология»).

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова 20.01.2022 года.

Год приема на обучение 2024.

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП ВО, входит в блок «Общепрофессиональные дисциплины» раздела учебного плана: Базовая часть. Изучается в 6 семестре.

Дисциплина «Экология» позволяет освоить основные понятия и методы экологии: факторы среды и их воздействие на организмы; структура, динамика численности и взаимодействие популяций; биоразнообразие и организация сообществ; потоки энергии и круговорот вещества в экосистемах; функционирование биосферы и др. Особое внимание будет уделено методам получения экологических знаний, организации исследований и анализу данных. В отдельном разделе будут рассмотрены закономерности географического распределения организмов и вопросы макроэкологии. Ожидается, что после освоения материалов курса, слушатели будут понимать основные экологические процессы в природе и факторы, определяющие их.

«Экология» предваряет курс «Современные экологические проблемы и устойчивое развитие» и работу студентов над ВКР.

Цели освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен получить базовые теоретические основы структурно-функциональной организации, механизмов формирования и пространственной структуры популяций, экологических сообществ, экосистем и биосферы.

2. Входные требования

Перед началом освоения дисциплины «Экология» студент должен изучить науки о биологическом разнообразии («Зоология», «Ботаника»), «Математические методы в биологии» и «Науки о Земле».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенция	Индикатор достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-7. Способен использовать знания о свойствах биологических систем	ОПК-7.2. Использует знаний о популяциях, сообществах, экосистемах и условиях их	Знает: <ul style="list-style-type: none">как взаимодействие организмов с окружающей

<p>различных уровней организации и условиях их существования с целью организации охраны и восстановления биоресурсов, мониторинга среды обитания</p>	<p>существования для организации охраны и восстановления биоресурсов, а также мониторинга среды обитания.</p>	<p>средой и другими организмами проводит к закономерностям распределения видов и их численности в естественных условиях и при антропогенном воздействии</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять полученные знания для оценки и прогнозирования состояния надорганизменных живых систем. <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками сбора, анализа и интерпретации основных экологических данных
<p>ОПК-10. Способен разрабатывать и использовать методы экологического мониторинга, опираясь на подходы биоиндикации и биотестирования</p>	<p>ОПК-10.1. Использует базовые экологические принципы для разработки методов оценки состояния экосистем, с опорой на знания о взаимодействии видов с окружающей средой и между собой.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные абиотические и биотические факторы, влияющие на экологические процессы на организменном, биоценоотическом и экосистемном уровнях <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планировать сбор экологических данных для оценки состояния среды <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерпретации и анализа результатов экологических исследований

4. Объем дисциплины

Объем дисциплины - 2 з.е. (72 ак.ч), из них 36 ак.ч - контактная работа обучающихся с преподавателем на занятиях лекционного типа (лекции - 36 ак.ч). Самостоятельная работа обучающихся – 36 ак.ч. Форма промежуточной аттестации – экзамен (6 семестр).

5. Форма обучения – очная

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

№ п/п	Раздел дисциплины	Занятия лекционного типа (лекции), ак.ч.	Самостоятельная работа, ак.ч.
1	Предмет, задачи и методы современной экологии. Краткая история ее формирования	6	6
2	Организмы и окружающая среда. Условия и ресурсы	6	6
3	Экология популяций. Популяции в пространстве и времени	6	6
4	Взаимодействия популяций	6	6
5	Экология сообществ. Структура и динамика сообществ	6	6
6	Экология экосистем и биосферы. Биогеохимические циклы и климат	6	6
	Всего:	36	36

6.1. Содержание дисциплины по разделам (темам)

ТЕМА 1. ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИИ. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЕЕ ФОРМИРОВАНИЯ

Введение термина «экология» Э. Геккелем в 1866 г. для обозначения изучения взаимодействий организма и среды. Фундаментальные свойства живых систем. Уровни биологической организации, изучаемые экологией: организмы, популяции, сообщества, экосистемы, ландшафты, биомы, биосфера. Структура иерархической системы природы.

Две группы задач и соответствующие им подходы в современной экологии. Современные определения экологии.

1. Популяционный (редукционистский) подход. Экология как наука, изучающая механизмы, определяющие распространение организмов, их обилие и его изменение во времени (Krebs, 1972).

2. Экосистемный (холистический) подход. Экология как наука об экосистемах, изучающая протекающие с участием организмов процессы трансформации вещества и энергии в экосистемах и биосфере (Odum, 1963; Margalef, 1968).

Пространственно-временные масштабы изучения популяций и экосистем. Уровни объяснения в экологии. Непосредственные объяснения – выяснение механизмов; «кронечные» объяснения – поиски причин возникновения таких механизмов.

Основные методы экологических исследований: наблюдение, эксперимент, моделирование. Типы моделей.

Множественность корней современной экологии (до 1866г.). Статический взгляд – биогеография – путь от описания распространения организмов к его объяснению (А. Гумбольдт, А. Декандоль). Динамический взгляд – демография – модели роста популяции (Мальтус, Ферхюльст), теория естественного отбора Ч. Дарвина.

Период интенсивного становления экологии (1866-1935 гг.). Появления первых концепций. Организменная концепция экосистемы (Ф. Клементс – концепция сукцессии), индивидуалистические представления (Г. Глизон, Л.Г. Раменский). Математические модели межпопуляционных взаимодействий (В. Вольтерра, А. Лотка). Внедрение –экспериментальных методов (Г.Ф. Гаузе). Элементы будущего экосистемного подхода в лимнологии (Э. Бердж, А. Тинеман, Л.Л. Россолимо, Г.Г. Винберг, В.С. Ивлев). Введение понятий «экосистема» (А. Тенсли) и «биогеоценоз» (В.Н. Сукачев). Учение о биосфере В.И. Вернадского.

Начала современной экологии (1935-сер.80-х гг.). Оформление экологии как фундаментально-теоретической дисциплины. Развитие функционального (кибернетического) направления (Ю. Одум, Р. Маргалеф). Синтез разнородных концепций в единые представления. Р. Уиттекер: объединение градиентного анализа (динамика Глизона в пространстве) и теории сукцессии (динамика Клементса во времени) позволило рассматривать наблюдаемую в природе мозаику как распределение в пространстве процессов, действующих во времени. Современные представления. Концепции иерархической мозаики (О'Нейл), иерархического континуума (Б.М. Миркин), коэволюции, устойчивого развития.

ТЕМА 2. ОРГАНИЗМЫ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА. УСЛОВИЯ И РЕСУРСЫ

Организм как дискретная самовоспроизводящаяся открытая система, связанная со средой обменом веществ, энергии и информации. Соответствие между организмами и средой. Приспособленность, ее происхождение в результате естественного отбора. Исторические причины современного распределения организмов: дрейф континентов, изменения климата, острова.

Жизненная форма организмов как комплекс морфофизиологических признаков, отражающих приспособленность вида к условиям среды. Классификации жизненных форм растений, животных и микроорганизмов. Унитарные и модулярные организмы – различные пути приспособления к среде. Соответствие между организмами и изменяющейся средой. Типы изменчивости среды (циклические, направленные, хаотические) и способы реагирования организмов (физиологические реакции, фотопериодизм, анабиоз, поддержание постоянства состава).

Экологические факторы и закономерности их действия на организмы. Классификация экологических факторов. Условия и ресурсы. Правило оптимума, кривая толерантности, экологическая валентность, экологический спектр вида.

Неоднозначность действия фактора на разные функции организма и на разные особи вида. Взаимодействия факторов. Лимитирующие факторы, правило Ю.Либиха. Правило двух уровней адаптации (И.А. Шилов). Компенсация факторов и экотипы.

Распределение отдельных видов по градиенту условий. Комплексные градиенты, ведущие градиенты. Ординация видов как основной метод изучения экологии видов и выделения экологических групп видов.

Обзор важнейших лимитирующих абиотических факторов. Температура и ее влияние на организмы. Температурный коэффициент, верхний и нижний температурный пороги жизни. Эндотермные и эктотермные организмы. Концепция «градусо-дней». Температурные адаптации. Правила Бергмана и Аллена. Влажность и ее влияние на организмы. Пойкилогидрические и гомойогидрические организмы. Экологические группы растений по отношению к увлажненности. Соленость как фактор распределения водных организмов. Концепция критической солености биологических процессов (В.В. Хлебович). Кислотно-основные характеристики среды (рН): прямое и косвенное воздействие на обменные процессы организмов. Окислительно-восстановительные характеристики среды (Eh), вертикальные градиенты Eh в экосистемах. Оксифильные, микроаэрофильные и анаэробные организмы.

Ресурсы как факторы распределения организмов. Классификация ресурсов: незаменимые, ингибирующие в больших количествах, полностью взаимозаменяемые, взаимодополняющие, антагонистические (Tilman, 1982). Пищевые ресурсы. Классификации организмов по типу и способу питания. Автотрофы. Фотосинтез и хемосинтез. Гетеротрофы. Поступление энергии с пищей и ее 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. Миксотрофия. Пространство как ресурс.

ТЕМА 3. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ. ПОПУЛЯЦИИ В ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

Определение популяции в экологии и генетике. Популяция как элемент вида и экосистемы. Генетическая неоднородность популяции. Границы популяции.

Статические характеристики популяции: численность, плотность, возрастная, половая, размерная структура. Связь между размерами организмов и плотностью популяции. Методы оценки численности и плотности популяции. Выборочное исследование. Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое), регулярное, градиентное и фрактальное размещение особей. Выявление характера распределения с помощью статистических методов. Причины, приводящие к определенному типу пространственного распределения.

Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции. Динамика популяции как баланс протекающих в ней процессов. Жизненные циклы: классификация. Распределение смертности по возрастам. Когортные и статические таблицы выживания: способы их построения. Основной коэффициент воспроизводства R_0 . Основные типы кривых выживания и их распространенность среди различных групп организмов.

Экспоненциальная модель роста численности популяции. Постоянство удельной скорости роста численности, как и достаточное условие экспоненциального роста. Скорость экспоненциального роста: ее зависимость от характеристик организма, обеспеченности ресурсами, условий среды.

Логистическая модель роста численности популяции: предпосылки и следствия. Уравнение Ферхюльста. Эффект запаздывания и автоколебания численности. Проблема регуляция численности популяции. Концепция регуляционизма

(А. Никольсон). Детерминирование равновесной плотности. Лимитирующая роль климатических условий. Ограничение популяции ресурсами, прессом хищников и паразитов. Факторы, зависимые и независимые от плотности. Гипотеза «распределения риска» (концепция стохастизма). Концепция саморегуляции численности. Множественность механизмов регуляции численности организмов (Викторов, 1965). Смена механизмов регуляции численности в зависимости от достигнутого уровня численности. Преобладающий способ регуляции численности и положение организмов в цепях питания: гипотеза Хэйрстона-Смита-Слободкина. Эволюция механизмов регуляции численности.

Представление о r- и K- отборе. r- и K- стратегии организмов. «Трейдоф». «Цена» размножения.

Основные типы эколого-ценотических стратегий по Раменскому и Грайму: виоленты (компетиторы), пациенты (стресс-толеранты) и эсплеренты (рудералы). Миграции и расселение организмов в пространстве и во времени. Закономерности миграций. Расселение как эволюционно стабильная стратегия. Закономерности расселения организмов. Покой и спячка: расселение во времени.

ТЕМА 4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Классификация типов взаимодействий: конкуренция, аменсализм, хищничество, мутуализм, комменсализм, нейтрализм.

Конкуренция. Эксплуатация и интерференция. Соотношение внутривидовой и межвидовой конкуренции. Черты внутривидовой конкуренции. Влияние плотности популяции (внутривидовая конкуренция) на гибель, рождение, рост и физиологическое состояние отдельных особей популяции.

Межвидовая конкуренция: общие черты. Теоретический подход к изучению конкуренции: система уравнений Лотки-Вольтерра и их графическая интерпретация. Фазовые портреты поведения системы конкурирующих видов в зависимости от соотношения параметров уравнений. Ограничения модели. Лабораторные опыты по конкуренции с простейшими, микроорганизмами и насекомыми. Зависимость исхода конкуренции от внешних условий. Варианты исхода взаимодействия между конкурирующими видами. Исключение. Сосуществование. Степень допустимого перекрытия кривых использования ресурсов.

Отношения «ресурс-потребитель» (хищник-жертва). Таксономическая классификация хищников: растительноядные, плотоядные, всеядные. «Функциональная» классификация хищников: истинные хищники, хищники с пастбищным типом питания, паразиты, паразитоиды. *Влияние хищничества на отдельные особи жертвы*: гибель в случае действия истинных хищников и паразитоидов, защитные реакции в случае растительноядности. Способы защиты от выедания у организмов фитопланктона. Механизмы защиты высших наземных растений от выедания фитофагами. Совместное действие выедания и межвидовой конкуренции усиливает эффект хищничества. *Влияние хищничества на популяцию жертвы* не всегда оказывается отрицательным. Выедание бездомных, больных, одряхлевших особей; компенсирующие реакции выживших особей. *Влияние потребления пищи на консументов*. Состояние насыщения популяций консументов. Ширина спектра питания и состав пищи консументов. Полифагия и монофагия. Пищевое предпочтение. Ранжированное и сбалансированное предпочтение. Переключение. Влияние жертвы на эволюцию хищника. Ограниченные возможности животных в переработке растительных тканей; использование симбионтов. Теория оптимального добывания пищи (МакАртур, Пианка). Соотношение затрат на добывание пищи и получаемых при этом выгод. Функциональная реакция потребителя

на увеличение количества ресурса (числа жертв). Разные типы функциональной реакции.

Динамика популяций хищника и жертвы. Математическая модель Лотки-Вольтерра: их графическое выражение и интерпретация. Попытки создания экспериментальных моделей системы «хищник-жертва». Опыты Гаузе и Хайффейкера. Учет эффектов внутривидовой конкуренции, неоднородности среды, агрегированности популяции жертвы, функциональных ответов и эффекта Олли при построении математических моделей динамики численности популяций «хищник-жертва».

Редуценты и детритофаги, их взаимоотношения с пищевыми ресурсами. Отсутствие контроля над ресурсами со стороны потребителей. Специализация редуцентов и их смена в процессе разложения органического вещества.

Паразитизм. Микропаразиты и макропаразиты. Разные способы передачи микропаразитов. Критическая плотность популяции хозяина, обеспечивающая распространение микропаразитов. Организм хозяина как местообитание паразитов. Конкуренция среди паразитов. Популяционная динамика паразитизма.

Мутуализм. Примеры мутуализма среди животных, а также животных с растениями. Опылители. Микориза. Лишайники. Мутуализм с участием организмов, населяющих пищеварительный тракт. Мутуалистическая фиксация азота.

ТЕМА 5. ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ. СТРУКТУРА И ДИНАМИКА СООБЩЕСТВ

Определение сообщества. Границы сообществ. Кривая «число видов-площадь» как метод установления границ сообщества. Различные подходы к выделению сообществ, описанию их структуры и функционирования. Сообщество, трактуемое как целостная, высокоинтегрированная система («квазиорганизм»), и сообщество как простая совокупность совместно обитающих популяций. Концепции дискретности и континуальности. Сообщества как открытые системы, непрерывно переходящие одно в другое вдоль градиентов среды. Абсолютный континуум – экоклины; относительный континуум (экотоны). Сообщество как уровень организации живого. Ординация и классификация сообществ.

Структура сообществ. *Видовая структура* сообществ. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества. Индексы видового разнообразия, их зависимость от числа видов и соотношения их численностей. Различные типы распределения обилия видов, входящих в сообщество. Логарифмические ряды (модель Фишера-Корбета-Уильямса). Логнормальное распределение численностей (Престон) и модель разломанного стержня (МакАртур).

Теория экологической ниши. Развитие концепции ниши. Многомерный подход к определению ниши (Хатчинсон). Фундаментальная и реализованная ниша. Ширина ниши. Перекрытие ниш. Перекрытие ниш и конкуренция. Диффузная конкуренция.

Воздействие конкуренции на ширину ниши. Внутривидовая конкуренция: теоретические представления и результаты, наблюдаемые в природе. Конкурентное высвобождение, компенсация полностью, гипотеза изменчивости ниши Ван Валена. Межвидовая конкуренция: теоретические представления и результаты, наблюдаемые в природе. Конкурентное исключение, сдвиги ниши, смещение признаков, гипотеза перекрытия ниш.

Роль конкуренции, хищничества и нарушений в определении структуры сообщества. Лимитирующее сходство. Степень лимитирующего сходства: правило Хатчинсона и закон Дайара. Размерность ниши и дифференциальное перекрытие. Хищничество и видовое разнообразие. Взаимодействие между конкуренцией и

хищничеством. Временная неоднородность и физические нарушения. Неравновесные модели разнообразия сообществ.

Насыщение сообществ. Теория островной биогеографии. Зависимость между числом видов и площадью острова. Типы островов: настоящие острова, растение-хозяин, материка. Экологические теории, касающиеся островных сообществ: разнообразие местообитаний, «теория равновесия» МакАртура и Уилсона. Эксперименты по колонизации незаселенных субстратов (Cairns).

Закономерности видового разнообразия. Связь видового богатства с различными факторами. Время: эволюционное и экологическое время. Условия окружающей среды: благоприятность, стабильность, изменчивость, предсказуемость во времени, пространственная неоднородность, площадь. Биотические факторы: гипотезы продуктивности, конкуренции, компенсаторной смертности, кольцевой сети. Градиенты видового разнообразия: широта, высота, глубина, сукцессия, палеоэкология. Относительное обилие мелких и крупных форм.

Динамика сообществ во времени. Первичные и вторичные сукцессии. Деградационная, аллогенная и автогенная сукцессия. Механизмы автогенных сукцессий. Концепция климакса. Изменение видового разнообразия в ходе сукцессии. Эволюция сообществ (В.В. Жерихин).

Устойчивость сообщества. Эластичная и упругая устойчивость. Связь между сложностью сообщества и его устойчивостью. Число трофических уровней и устойчивость модельных сообществ.

ТЕМА 6. ЭКОЛОГИЯ ЭКОСИСТЕМ И БИОСФЕРЫ. БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ И КЛИМАТ

Горизонтальная структура. Мозаичность, пестротность, комплексность. Варианты мозаичности фитоценозов: регенерационные, клоновые, фитоэнвайронментальные, аллелопатические, зоогенные мозаики.

Вертикальная структура. Ярусность фитоценозов. Вертикальные структуры почвенных, планктонных и бентосных сообществ. Синузии, парцеллы, ценоэлементы.

Пространственно-функциональные единицы сообществ: консорции, гломерации, гильдии. Взаимодействия организмов в сообществе (Беклмишев): трофические, топические, форические, фабрические.

Экосистемы как физические системы. Понятия системы, вещества, энергии, информации, пространства, времени. Структура и функционирование экосистем. Поток энергии, круговорот вещества как организаторы и основные функции экосистемы. Физические ограничения, лежащие в основе организации экосистемы: термодинамические и кибернетические принципы организации экосистем. Структура экосистем и теория информации (Маргалеф, 1992). Кибернетическая природа и стабильность экосистем. Особенности поведения энергии, вещества и информации в экосистемах.

Круговорот вещества и поток энергии – организаторы экосистемы. Две формы энергии Жизни. Понятие свободной энергии живого вещества. Биогеохимическая энергия роста и размножения. Скорость размножения различных организмов как энергетическая константа. Давление жизни. Основные закономерности трансформации энергии в биосфере. Функциональные группы организмов в экосистеме. Продуценты, консументы и редуценты. Условность границы между консументами и редуцентами. Концепция продуктивности. Трансформация энергии на трофическом уровне. Биомасса и продукция. Первичная продуктивность. Валовая и чистая продуктивность. Чистая продуктивность сообщества. Вторичная продуктивность. Концепция энергетической субсидии.

Первичная продукция. Фотосинтетически активная радиация (ФАР). Фотосинтез по типу C_3 , C_4 , и САМ – экологические следствия физиологических различий. Лимитирование первичной продукции различными факторами (освещенностью, температурой, влажностью, концентрацией биогенных элементов). Хемосинтез. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество в экосистемах.

Поток энергии в экосистеме через трофические уровни. Утилизация первичной продукции в трофических цепях. Рацион, ассимиляция, вторичная продукция. Коэффициент использования потребленной пищи на рост Ивлева (K_2). Пастбищная и детритная пищевые цепи. Трофическая сеть и трофические уровни. Экологическая эффективность, правило 10%. Роль консументов в пищевой цепи. Регуляция отдельных уровней «сверху» и «снизу». Пирамиды численностей, биомасс и продукции. Универсальная модель потока энергии в экосистеме. Энергетическая классификация экосистем.

Живое вещество как совокупность всех организмов. Живое вещество в Космосе – уникальность или вечное свойство материи? Разработка В.И.Вернадским атомистического подхода к живому.

Биосфера – оболочка Земли. Границы биосферы. Неравномерность распределения живого вещества в биосфере. Вертикальная и горизонтальная структура биосферы. Структура биосферы по Вассоевичу: апобиосфера, парабииосфера, зубиосфера, метабииосфера. «Пленки жизни» – геохоры. Структурно-функциональные единицы биосферы: фитогеосфера (Лавренко, 1949), биогеосфера (Ефремов, 1959), геомерида (Беклклишев, 1964), биогеоценотический покров (Сукачев, 1964).

Вещество биосферы. Семь типов веществ. Биокосное вещество и биокосные системы планеты: почвы, природные воды, атмосфера. Биогенное вещество и ископаемые продукты жизнедеятельности организмов. Косное вещество и горные породы. Рассеянное вещество и компоненты радиоактивного распада. Вещество космического происхождения. Живое и неживое – два полюса космической материи. Биосфера как гигантская биокосная система (Перельман, 1977).

Биогеохимические функции живого вещества и деятельность живых организмов. Концентрационная функция первого и второго рода. Энергетическая, деструктивная, средообразующая, транспортная функции. Биогеохимические принципы В.И.Вернадского, описывающие функционирование биосферы и ее развитие. «Всюдность жизни».

Концепция Геи Дж. Лавлока: биологическая регуляция геохимической среды.

Круговорот вещества в биосфере. Структура и основные типы биогеохимических циклов в биосфере. Структура биогеохимических циклов: резервный и подвижный (обменный) фонды вещества. Количественное изучение биогеохимических циклов: скорость оборота и время оборота вещества.

Круговорот азота. Фиксация азота и вовлечение его в биогеохимический круговорот. Симбиотические и свободноживущие организмы – фиксаторы азота. Процессы аммонификации, нитрификации, денитрификации. Проблемы загрязнения окружающей среды соединениями азота.

Круговорот углерода. Биологическое значение углерода. Особенность круговорота в водных и наземных экосистемах. Карбонат-гидрокарбонатная система пресных вод. Запасы органического и неорганического углерода. Не замкнутость цикла углерода. Хозяйственная деятельность человека и трансформация круговорота углерода.

Круговорот серы. Биологическое значение серы. Резервный фонд серы. Микробиологические процессы в круговороте серы. Антропогенная трансформация круговорота серы. Поступление серы в атмосферу. Локальные, региональные и глобальные проблемы загрязнения атмосферы соединениями серы.

Круговорот кислорода. Биологическое значение кислорода. Биохимические, анатомические и физиологические механизмы использования кислорода организмами. Резервный фонд круговорота кислорода. Источники поступления кислорода в атмосферу.

Круговорот воды. Особенности физико-химических свойств воды и ее биологическое значение. Пути перемещения воды: воды в биосфере, круговорот воды в экосистеме. Происхождение и запасы воды на Земле.

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

7.1. Перечень оценочных средств

Компетенция	Результат обучения по дисциплине (модулю)	Оценочные средства
<p>ОПК-7. Способен использовать знания о свойствах биологических систем различных уровней организации и условиях их существования с целью организации охраны и восстановления биоресурсов, мониторинга среды обитания</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> как взаимодействие организмов с окружающей средой и другими организмами проводит к закономерностям распределения видов и их численности в естественных условиях и при антропогенном воздействии <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> применять полученные знания для оценки и прогнозирования состояния надорганизменных живых систем <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> сбора, анализа и интерпретации основных экологических данных. 	<ul style="list-style-type: none"> Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (тестирование, экзамен) Ситуационные кейс-задания и решения экологических задач
<p>ОПК-10. Способен разрабатывать и использовать методы экологического мониторинга, опираясь на подходы биоиндикации и биотестирования</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> основные абиотические и биотические факторы, влияющие на экологические процессы на 	<ul style="list-style-type: none"> Вопросы для текущей и промежуточной аттестации (тестирование, экзамен) Ситуационные кейс-задания и решения экологических задач

	<p>организменном, биоценоотическом и экосистемном уровнях</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • планировать сбор экологических данных для оценки состояния среды <p>Владеет навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> • интерпретации и анализа результатов экологических исследований 	
--	--	--

7.2. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Образцы вопросов текущего контроля успеваемости (тестирование)

1. Экология как биологическая наука — это:
 - a. учение о местообитаниях видов;
 - b. наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и окружающей средой;
 - c. наука об охране окружающей среды.
2. Раздел экологии, занимающийся изучением взаимодействий популяций с окружающей средой, называется:
 - a. демэкология;
 - b. аутэкология;
 - c. синэкология.
3. Исследователь занимается изучением круговоротом веществ и потоком энергии в водоеме при изменении условий его использования человеком. К какому разделу экологии можно отнести данный тип исследований?
 - a. демэкология;
 - b. аутэкология;
 - c. синэкология;
 - d. все вышеперечисленные.
4. Основными подходами к изучению экологических вопросов являются:
 - a. наблюдение, эксперимент и математическое моделирование
 - b. эксперимент и математическое моделирование
 - c. наблюдение и математическое моделирование
5. Вы работаете над проектом, в ходе которого нужно выявить, как виды насекомых взаимодействуют друг с другом в ранее неизученной пустыне. Для начала, вы хотите определить, какие виды насекомых встречаются исследуемой экосистеме. Для этого вы начнете проводить _____.
 - a. полевые наблюдения;
 - b. полевые эксперименты;
 - c. лабораторные эксперименты;

d. математическое моделирование.

Образцы вопросов промежуточной аттестации

1. Предмет экологии. Определение экологии. Иерархическая организация Природы.
2. Холистический (экосистемный) и редукционистский (популяционный) подходы в экологии. Уровни объяснения в экологии.
3. Жизненные формы организмов как результат соответствия между организмами и средой. Классификации жизненных форм.
4. Унитарные и модулярные организмы.
5. Факторы среды, их классификация. Основные среды жизни. Пути приспособления организмов к условиям среды.
6. Основные закономерности действия факторов среды на организмы.
7. Температура и ее влияние на организмы. Температурный коэффициент. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Концепция «градусо-дней».
8. Влажность и ее влияние на организмы. Экологические группы растений по отношению к увлажненности.
9. Световой режим и его влияние на организмы. Адаптации растений и животных к световому режиму.
10. Кислотно-основные характеристики среды и влияние pH на организмы.
11. Окислительно-восстановительные характеристики среды. Вертикальный градиент Eh в экосистемах. Аэробы, анаэробы, микроаэрофилы.
12. Соленость как фактор распределения организмов. Парадокс солоноватых вод. Критическая соленость.
13. Ресурсы: определение, классификация по Тилману. Основные типы ресурсов.
14. Определение популяции. Различные подходы к определению популяции.
15. Статические характеристики популяции. Способы оценки статических популяционных показателей. Динамические характеристики популяции. Основное уравнение динамики численности.
16. Основные типы пространственного распределения популяций. Распознавание различных типов распределения. Механизмы, поддерживающие определенное пространственное распределение организмов.
17. Когортные и статические таблицы выживания. Основной коэффициент воспроизводства. Кривые выживания, их типы.
18. Экспоненциальная и логистическая модели роста популяции.
19. Регуляция численности популяции. Концепция регуляционизма при объяснении регуляции численности популяции. Множественность механизмов регуляции.
20. Основные концепции, объясняющие динамику численности популяции: регуляционизм, стохастизм, саморегуляция.
21. Экологические стратегии организмов. К- и r- стратегии. Понятие о К- и r- отборе. CRS – классификация.
22. Миграции организмов в пространстве, закономерности миграций. Расселение как эволюционно стабильная стратегия. Закономерности расселения организмов.
23. Классификация взаимодействий между видами. Математические модели динамики численности взаимодействующих популяций.
24. Конкуренция. Виды конкуренции. Основные черты конкуренции.
25. Модель Лотки-Вольтерра конкурирующих популяций.
26. Отношения «ресурс-потребитель». Классификация хищников. Основные черты хищничества.
27. Ширина спектра питания хищников. Теория оптимального добывания пищи.

28. Связь между скоростью потребления пищи консументом и ее плотностью. Влияние плотности консументов и особенности пространственного распределения пищи на скорость ее выедания.
29. Математическая модель Лотки-Вольтерра динамики численности взаимодействующих популяций хищника и жертвы.
30. Редуценты и детритофаги, их взаимоотношения с пищевыми ресурсами.
31. Особенности взаимоотношений паразит-хозяин и паразитоид-хозяин.
32. Особенности мутуалистических взаимоотношений. Примеры.
33. Концепция сообщества: основные подходы. Дискретность и континуальность сообществ.
34. Видовая структура сообществ.
35. Пространственная структура сообществ. Пространственно-функциональные единицы сообществ.
36. Теория экологической ниши. Виды экологических ниш. Параметры экологических ниш.
37. Роль конкуренции, хищничества и нарушений в определении структуры сообществ.
38. Насыщение сообществ. Теория островной биогеографии.
39. Закономерности изменения видового разнообразия в разных сообществах.
40. Динамика сообществ во времени. Сукцессии: классификация и механизмы. Концепция климакса.
41. Эволюция сообществ. Модели сеткообразной эволюции и филогенеза.
42. Устойчивость сообществ и экосистем. Виды устойчивости.
43. Физические ограничения, лежащие в основе организации экосистем: термодинамика, кибернетика, теория информации.
44. Поток энергии – организатор экосистемы. Пищевые цепи. Концепция продуктивности.
45. Трофическая структура экосистем. Пищевые сети. Трофические пирамиды.
46. Биогеохимический круговорот элементов в экосистеме.
47. Основные типы экосистем Земли: их сходства и различия.
48. Концепция биосферы. Структура биосферы.

Ситуационные кейсы и экологические задачи

1. Опишите основные изменения в климате с увеличением широты. Объясните почему пустыни наиболее часто встречаются на широтах около 30°.
2. Объясните, как содержание воды в различных местообитаниях может определять условия существования для организмов? Приведите примеры ситуаций, в которых вода является экологическим условием, ресурсом, либо и тем и другим.
3. Что подразумевается под стратификацией воды в озерах? Каким образом она формируется? Какие факторы влияют на характер стратификации во времени и в различных озерах?
4. Опишите, как вырубка лесов может повлиять на сообщества организмов, населяющих водоток, протекающий по этой территории?

7.3. Описание критериев и шкал оценивания

Описание критериев оценивания выполнения задания

Показатель	Баллы
Студент выполняет менее 50% задания	0-20

Задание студент выполняет все или большей частью, есть отдельные неточности, способен при направляющих вопросах исправить допущенные неточности	21-32
Задание выполнено студентом правильно, самостоятельно в полном объеме	33-40

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенции	Баллы	Оценка в 5-ти балльной шкале
Недостаточный	Менее 20	неудовлетворительно
Базовый	20-26	удовлетворительно
Высокий (повышенный)	27-32	хорошо
Продвинутый (повышенный)	33-40	отлично

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю) (*оценка сформированности компетенций дается в соответствии со шкалой выше)				
Оценка Рез-т обучения	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
Знания (приведены в п.3.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (приведены в п.3.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки /владения/опыт деятельности (приведены в п.3.)	Отсутствие навыков (владений, опыта деятельности)	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. М.: Мир, 1989. Т.1. 667 с. Т.2. 477 с.
2. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т.1. 328 с. Т.2. 376 с.

3. Шилов, И. А. Экология: учебник для вузов / И. А. Шилов. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 539 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09080
4. Bowman W.D., Hacker S.D., Cain M.L. Ecology. 4th edition. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2017. 746 pp.

Дополнительная литература:

1. Афанасьева Н.Б., Березина Н.А. Ботаника. Экология растений в 2 ч.. – М.: Изд-во Юрайт, 2017. Ч.І. 411с., Ч.ІІ. 395 с.
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000. 627 с.
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Краткий курс общей экологии. Уфа: БГПУ, 2011. Ч.І. 206 с. Ч.ІІ. 180 с.
4. Басов М.В. Задачи по экологии и методика их решения: Учебное пособие. Изд. 2-е испр. и доп. М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 160 с.
5. Бурковский И.В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. М.: КМК, 2006. 285 с.
6. Будыко М.М. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 319 с.
7. Будыко М.И. Эволюция биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 488 с.
8. Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
9. Дажо Р. Основы экологии. М.: Прогресс, 1975. 415 с.
10. Джиллер П. Структура сообщества и экологическая ниша. М.: Мир, 1988. 184 с.
11. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Высшая школа, 1998. 413 с.
12. Дылис Н.В. Основы биогеоценологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. 152 с.
13. Еськов К.Ю. История Земли и жизни на ней. М.: Мирос, 2000. 352 с.
14. Камшилов М.М. Эволюция биосферы. М.: Наука, 1974. 254 с.
15. Колчинский Э.И. Эволюция биосферы. М.: Наука, 1990. 236 с.
16. Криволуцкий Д.А., Покаржевский А.Д. Введение в биогеоценологию. М.: Изд-во МГУ. 1990. 105 с.
17. Маргалеф Р. Облик биосферы. М.: Наука. 1992. 214 с.
18. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2000. 264 с.
19. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 742 с.
20. Петров К.М. Биогеография. М.: Академический проект, 2006. 400 с.
21. Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 400 с.
22. Риклефс Р. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.
23. Розенберг Г.С. Введение в теоретическую экологию. Тольятти: Кассандра, 2011. 1007 с.
24. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.
25. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980. 464 с.
26. Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. М.: Просвещение, 1988. 272 с.
27. Шилов, И. А. Экология популяций и сообществ: учебник для вузов / И. А. Шилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 227 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13188-8.
28. Шилов, И. А. Организм и среда. Физиологическая экология : учебник для вузов / И. А. Шилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 180 с.
29. Шилов, И. А. Биоценология: учебник для вузов / И. А. Шилов. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 184 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13190-1.

30. Экология: задачи и упражнения: учебно-методическое пособие / сост. С.В. Саксонов, М.В. Васков, А.В. Иванова, О.В. Савенко. – Тольятти: Изд-во ТГУС, 2007. – 99 с.
31. Begon M., Townsend C.R., Harper J.L. Ecology: From Individuals to Ecosystems. 4th edition. Oxford: Blackwell Publ., 2006. 759 pp.
32. Brown J.H. Macroecology. Chicago: Chicago Univ. Press, 1995. 269 pp.
33. Cox B.C., Moore P.D., Ladle R.J. Biogeography - an ecological and evolutionary approach. 9th edition. Oxford: Wiley-Blackwell, 2016. 509 pp.
34. Curtin C., Allen T. Complex ecology: foundational perspectives on dynamic approaches to ecology and conservation. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2018. 582 p.
35. Freeland J.R., Kirk H., Petersen S. Molecular ecology. 2nd edition. Oxford: Wiley & Blackwell, 2011. 458 pp.
36. Jørgensen S.E. Introduction to systems ecology. Boca Raton: Taylor & Francis, 2012. 311 pp.
37. Gaston K.J., Blackburn T.M. Pattern and process in macroecology. Oxford: Blackwell Sci., 2000. 377 pp.
38. Karban R., Huntzinger M., Pearse I.S. How to do Ecology: a concise handbook. Princeton Univ. Press, 2014. 198 pp.
39. Krebs C. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 6th edition. Essex: Pearson Education Ltd, 2014. 653 pp.
40. Leibold M.A., Chase J.M. Metacommunity ecology. Monographs in population biology. Vol. 59. 504 pp.
41. Levin S.A. (ed.) The Princeton guide to ecology. Princeton: Princeton Univ. Press, 2009. 842 p.
42. Lovelock J. Gaia: a new look at life on Earth. Oxford: Oxford Univ. Press, 2000. 176 pp.
43. MacDonald G. Biogeography: Introduction to space, time and life. NY: Wiley, 2003. 505 pp.
44. Molles M.C. Jr. Ecology: concepts and applications. 7th edition. NY: McGraw-Hill Education. 2016. 593 pp.
45. Morin P.J. Community ecology. 2nd edition. Oxford: Wiley & Blackwell, 2011. 413 pp.
46. Palmeri L., Barausse A., Jørgensen S.E. Ecological processes handbook. Boca Raton: Taylor & Francis, 2014. 408 pp.
47. Rowe G., Sweet M., Beebee T. An introduction to molecular ecology. 3rd edition. Oxford: Oxford Univ. Press, 2017. 552 pp.
48. Townsend C.R., Begon M., Harper J.L. Essentials of ecology. 3rd edition. Oxford: Blackwell Publ., 2008. 523 pp.
49. Turner M.G., Gardner R.H. Landscape ecology in theory and practice. Pattern and process. 2nd edition. NY: Springer, 2015. 499 pp.
50. Verhoef H.A., Morin P.J. Community ecology. Processes, models, and applications. Oxford: Oxford Univ. Press, 2010. 266 pp.
51. Wilkinson D.M. Fundamental processes in ecology: an Earth systems approach. Oxford: Oxford Univ. Press, 2007. 200 pp.

8.2. Перечень лицензионного и(или) свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Яндекс Браузер
2. Libre Office
3. Adobe Acrobat Reader

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Журналы и библиографические базы данных, доступные через Интернет <http://www.elibrary.ru>
2. <http://mfd.cepl.rssi.ru/main.htm> - Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
3. <https://www.gbif.org/ru/> Свободный и открытый доступ к данным о биоразнообразии GBIF | Global Biodiversity Information Facility.

8.4. Описание материально-технической базы

Для освоения дисциплины требуется свободный доступ к сети Интернет, а также:

- Аудитории для проведения лекционных и семинарских занятий, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
 - А. Помещения: аудитория для проведения лекционных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации: учебная аудитория филиала МГУ в г. Грозном;
 - Б. Оборудование: наборы ученической мебели, рабочее место преподавателя, ученическая доска, компьютер, проектор, экран, доска.

9. Язык преподавания

Русский.

10. Преподаватели

Мазей Юрий Александрович – доктор биологических наук, профессор каф. общей экологии и гидробиологии биологического факультета МГУ

Цыганов Андрей Николаевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник каф. общей экологии и гидробиологии биологического факультета МГУ

Афанасьева Наталья Борисовна – кандидат биологических наук, доцент, каф. физиологии растений биологического факультета МГУ

11. Авторы программы

Мазей Юрий Александрович – доктор биологических наук, профессор каф. общей экологии и гидробиологии биологического факультета МГУ

Цыганов Андрей Николаевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник каф. общей экологии и гидробиологии биологического факультета МГУ

Афанасьева Наталья Борисовна – кандидат биологических наук, доцент, каф. физиологии растений биологического факультета МГУ.