

Программа вступительных испытаний в магистратуру

ЭКОЛОГИЯ

Предмет, задачи и методы современной экологии

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.

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; Begon et al., 1986).

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; «конечные» объяснения – поиски причин возникновения таких механизмов.

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

Краткая история формирования современной экологии

Множественность корней современной экологии (до 1866 г.). 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 (А.Тинеман, 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.Маргалев). 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.

Экология особи

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. 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.Либиha. Правило двух уровней адаптации (И.А.Шилов). Экотипы.

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

Температура и ее влияние на организмы. Температурный коэффициент, верхний и нижний температурный пороги жизни. Эндотермные и эктотермные организмы. «Трейдоф». 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 непрямое воздействие на обменные процессы организмов.

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. Фотосинтез по типу C_3 , C_4 , и САМ – экологические следствия физиологических различий. «Трейдоф». 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.

Экология популяций

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 регуляции численности популяции. Концепция регуляционизма (А.Никольсон). 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.

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).

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. Варианты исхода взаимодействия между конкурирующими видами. Исключение. Существование. Степень допустимого перекрывания 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.

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.

Экология 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 – экоклина; 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. Лимитирующее сходство. Степень лимитирующего сходства: правило Хатчинсона и закон Дайара. Размерность ниши и дифференциальное перекрытие. Хищничество и видовое разнообразие.

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).

Теория нейтральности (Хаббел). Принципы теории, отличия от теории экологической ниши.

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. Деградиционная, аллогенная и автогенная сукцессия. Механизмы автогенных сукцессий. Концепция климакса. Изменение видового разнообразия в ходе сукцессии. Эволюция сообществ – филоценогенез (В.В.Жерихин).

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

Экология экосистем

Биогеоценология

Горизонтальная структура. Мозаичность, пестротность, комплексность. Варианты мозаичности фитоценозов: регенерационные, клоновые, фитоэнvironmentальные, 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 (Маргалев, 1992). Кибернетическая природа и стабильность экосистем. Особенности поведения энергии, вещества и информации в экосистемах.

Круговорот вещества и поток энергии – организаторы экосистемы. 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). 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.

Биогеография

Биогеография и ее место в системе наук. Предмет, объекты. История становления биогеографии. Структура науки. Основные термины и понятия. Методы исследований.

Географический ареал биологических таксонов. Формирование ареалов, первичный ареал, расселение организмов. Викаризм, викарные ареалы. Границы ареалов и факторы, их обуславливающие. Размеры и формы ареалов. Типология ареалов. Формирование дизъюнктивных ареалов. Эндемики и реликты. Центры таксономического разнообразия, центры происхождения видов. Антропогенная трансформация ареалов.

География флор и фаун (флористико-фаунистическая биогеография). Закономерности изменения таксономического разнообразия по основным географическим градиентам. Флора, фауна, биота, географические элементы биоты. Понятие «эндемизм». Системы флористического и фаунистического районирования. Краткая характеристика флористических и фаунистических регионов.

Основные закономерности географической дифференциации живого покрова суши. Классификации в биогеографии. Представление о биогеоценозе. Растительность и животное население. Континуальность и дискретность. Понятие «экотон». Планетарный,

региональный и топологический (ландшафтный) уровни дифференциации живого покрова суши. Макроструктура живого покрова суши, зональные, интра- и экстрazonальные типы сообществ. Высотная поясность, верхние пределы жизни в горах. Биогеографическая специфика высокогорий. География и динамика основных биомов суши.

Основные типы наземных экосистем. Особенности наземной среды, отличия от водных экосистем. Наземная биота и биогеографические области. Общая структура наземных сообществ: растительность, высокоподвижные животные (пермеанты). Определяющая роль высших растений. Резкое преобладание биомассы растений над биомассой всех остальных групп организмов. Важность детритных пищевых цепей. Почва как специфическое биокосное наземное тело. Население почв. Роль почвы в организации наземных экосистем. Принципиальные отличия трофической организации наземных экосистем от пелагических. Ограниченное число трофических уровней.

Распространенность главных наземных экосистем: биомы. Основные наземные биомы, классификация, особенности структуры, главные лимитирующие факторы. Тундра. Низкие температуры и короткий вегетационный сезон. Вечная мерзлота. Приспособления организмов к длительному промерзанию. Биом северных хвойных лесов (тайга). Короткий период вегетации и долгая снежная зима. Роль болот в регуляции речного стока. Биом влажных (мезотермальных) хвойных лесов умеренной зоны. Биом листопадных лесов умеренной зоны. Ярко выраженная сезонность. Биом широколиственного вечнозеленого субтропического леса. Биом степей умеренной зоны. Биом тропической саванны. Количество осадков и неравномерность их распределения во времени как факторы, препятствующие развитию лесов. Пожары и их экологическая роль. Значительная первичная продукция и пресс фитофагов. Биом пустынь. Жаркие и холодные пустыни. Вода – основной лимитирующий фактор. Приспособления организмов к жизни в пустыне. Биом чапарала. Биом тропического дождевого леса – наиболее продуктивные экосистемы биосферы. Малое количество биогенов и высокая скорость их циркуляции. Сложная ярусная структура. Жизнь в кронах. Чрезвычайно высокое видовое разнообразие и его возможное объяснение. Тропические биомы кустарника (скрэб) и листопадного леса. Границы между биомами, переходные биомы. Вертикальная зональность.

Биогеография Мирового океана и континентальных водоемов. Экологические области океана. Биологические ресурсы Мирового океана. Биогеографическое районирование океана. Пресные воды как среда жизни. Биогеографическое районирование пресных вод России.

Основные типы водных экосистем. *Морские экосистемы.* Биологическая структура Мирового океана. Неритические и пелагические области. Пелагиаль (эпипелагиаль, мезопелагиаль, абиссопелагиаль) и бенталь (супралитораль, литораль, сублитораль, батиаль, абиссаль, ультраабиссаль). *Жизнь в толще воды и на дне.* Планктон, нектон, бентос, нейстон, пагион. Круговорот Жизни в Мировом океане. Основные группы продуцентов: фитопланктон, перифитон и макрофиты. Основные группы консументов и редуцентов в водной среде. Зоопланктон и его роль в минерализации органического вещества. Инвертированная пирамида биомасс. Гетеротрофные бактерии. Взвешенное и растворенное органическое вещество. Детрит. «Морской снег». Схема потоков вещества и энергии в пелагической экосистеме. «Микробная петля». Приспособления организмов к парению в толще воды. Размерные группы планктона. Экосистемы апвеллингов: механизмы формирования, характерные черты. Основные апвеллинги. Экосистемы даунвеллингов, паковых льдов. Распределение продукции в Мировом океане. Прибрежные экосистемы. Экосистемы приливно-отливных зон, эстуариев, коралловых рифов и мангров. Гидротермальные экосистемы.

Экосистемы континентальных водоемов: типы и лимитирующие факторы. Лентические экосистемы. Озеро как экосистема. Термический и кислородный режим озера. Стратификация водной толщи. Классификация озер по типу циркуляции воды (Хатчинсон, 1957): димиктические, холодные мономиктические, теплые мономиктические, полимиктические, олигомиктические, меромиктические. Трофическая классификация озер:

олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, дистрофные. Специальные типы озер. Экологическая зональность озера: литоральная, лимническая и профундальная зоны. Экологическая классификация организмов: бентос, перифитон, планктон. Природа сообществ литоральной зоны. Первичная продукция: зона надводной вегетации, зона укорененных в дне растений с плавающими на поверхности листьями, зона подводной вегетации. Вторичная продукция. Природа сообществ лимнической зоны. Ключевая роль фосфора в лимитировании первичной продукции. Сезонная сукцессия в планктонном сообществе. Контроль за развитием сообщества «снизу» (недостатком биогенов) и «сверху» (за счет пресса фитофагов»). Природа сообществ профундальной зоны.

Водохранилища: особенности и классификация. Пруды: формирование, классификация. Болота: определение, классификация, организация сообществ.

Лотические экосистемы: реки, ручьи, родники. Общее сравнение лотических и лентических местообитаний. Соотношение автохтонного и аллохтонного органического вещества. Природная зональность в реках. Организация лотических сообществ. Лотические экосистемы как целое.

Биосфера. 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, парабиосфера, эубиосфера, метабиосфера. «Пленки жизни» – геохоры. Структурно-функциональные единицы биосферы: фитогеосфера (Лавренко, 1949), биогеосфера (Ефремов, 1959), геомерида (Беклкмишев, 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 природных вод. Запасы органического и неорганического углерода. Не замкнутость цикла углерода. Хозяйственная деятельность человека и трансформация круговорота углерода.

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

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.

Примерный список вопросов для экзамена.

1. Предмет экологии. Определение экологии. Иерархическая организация Природы.
2. Холистический (экосистемный) и редуccionистский (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. Соленость как фактор распределения организмов. Парадокс солоноватых вод. Критическая соленость.
12. Ресурсы: определение, классификация по Тилману. Основные типы ресурсов.
13. Определение популяции. Различные подходы к определению популяции.
14. Статические характеристики популяции. Способы оценки статических популяционных показателей. Динамические характеристики популяции. Основное уравнение динамики численности.
15. Основные типы пространственного распределения популяций. Распознавание различных типов распределения. Механизмы, поддерживающие определенное пространственное распределение организмов.
16. Когортные и статические таблицы выживания. Основной коэффициент воспроизводства. Кривые выживания, их типы.
17. Экспоненциальная и логистическая модели роста популяции.
18. Регуляция численности популяции. Концепция регуляционизма при объяснении регуляции численности популяции. Множественность механизмов регуляции.
19. Основные концепции, объясняющие динамику численности популяции: регуляционизм, стохастизм, саморегуляция.
20. Экологические стратегии организмов. К- и r- стратегии. Понятие о К- и r- отборе. CRS – классификация.
21. Миграции организмов в пространстве, закономерности миграций. Расселение как эволюционно стабильная стратегия. Закономерности расселения организмов.
22. Классификация взаимодействий между видами. Математические модели динамики численности взаимодействующих популяций.
23. Конкуренция. Виды конкуренции. Основные черты конкуренции.
24. Модель Лотки-Вольтерра конкурирующих популяций.
25. Отношения «ресурс-потребитель». Классификация хищников. Основные черты хищничества.

26. Ширина спектра питания хищников. Теория оптимального добывания пищи.
27. Связь между скоростью потребления пищи консументом и ее плотностью. Влияние плотности консументов и особенности пространственного распределения пищи на скорость ее выедания.
28. Математическая модель Лотки-Вольтерра динамики численности взаимодействующих популяций хищника и жертвы.
29. Редуценты и детритофаги, их взаимоотношения с пищевыми ресурсами.
30. Особенности взаимоотношений паразит-хозяин и паразитоид-хозяин.
31. Особенности мутуалистических взаимоотношений. Примеры.
32. Концепция сообщества: основные подходы. Дискретность и континуальность сообществ.
33. Видовая структура сообществ.
34. Пространственная структура сообществ. Пространственно-функциональные единицы сообществ.
35. Теория экологической ниши. Виды экологических ниш. Параметры экологических ниш.
36. Роль конкуренции, хищничества и нарушений в определении структуры сообществ.
37. Насыщение сообществ. Теория островной биогеографии.
38. Закономерности изменения видового разнообразия в разных сообществах.
39. Динамика сообществ во времени. Сукцессии: классификация и механизмы. Концепция климакса.
40. Эволюция сообществ. Модели сеткообразной эволюции и филоценогенеза.
41. Устойчивость сообществ и экосистем. Виды устойчивости.
42. Физические ограничения, лежащие в основе организации экосистем: термодинамика, кибернетика, теория информации.
43. Поток энергии – организатор экосистемы. Пищевые цепи. Концепция продуктивности.
44. Трофическая структура экосистем. Пищевые сети. Трофические пирамиды.
45. Географический ареал. Центры таксономического разнообразия.
46. Биогеохимический круговорот элементов в экосистеме. Структура биохимических циклов.
47. Круговорот азота в биосфере. Микробиологические процессы в круговороте азота.
48. Круговорот углерода в биосфере. Регуляция климата.
49. Круговорот кислорода в биосфере. Кислород и эволюция биосферы.
50. Круговорот серы в биосфере. Микробиологические процессы в круговороте серы.
51. Основные типы наземных экосистем Земли: их сходства и различия.
52. Основные типы морских экосистем Земли: их сходства и различия.
53. Основные типы пресноводных экосистем Земли: их сходства и различия.
54. Концепция биосферы. Структура биосферы. Типы вещества биосферы.

Основная литература

Отечественные учебники

- Абдурахманов Г.М., Криволицкий Д.А., Мяло Е.Г., Огуреева Г.Н. Биogeография. М.: Академия, 2003. 480 с.
- Воронов А.Г., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А., Мяло Е.Г. Биogeография с основами экологии. М: Изд-во МГУ, 1999. 392 с.
- Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
- Мордкивич В.Г. Основы биogeографии. М.: КМК. 2005. 236 с.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Краткий курс общей экологии. Уфа: БГПУ, 2011. Ч. I. 206 с. Ч. II. 180 с.

Петров К.М. Биogeография. М.: Академический проект, 2006. 400 с.
Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 1998. 512 с.
Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. М.: Просвещение, 1988. 272 с.

Переводные учебники

Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. М.: Мир, 1989. Т.1. 667 с. Т.2. 477 с.
Даждо Р. Основы экологии. М.: Прогресс, 1975. 415 с.
Джиллер П. Структура сообщества и экологическая ниша. М.: Мир, 1988. 184 с.
Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 742 с.
Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т.1. 328 с. Т.2. 376 с.
Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 400 с.
Риклефс Р. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.
Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.

Англоязычные учебники

Begon M., Townsend C.R., Harper J.L. Ecology: From Individuals to Ecosystems. 4th edition. Oxford: Blackwell Publ., 2006. 759 pp.
Bowman W.D., Hacker S.D., Cain M.L. Ecology. 4th edition. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2017. 746 pp.
Cox B.C., Moore P.D., Ladle R.J. Biogeography - an ecological and evolutionary approach. 9th edition. Oxford: Wiley-Blackwell, 2016. 509 pp.
Jørgensen S.E. Introduction to systems ecology. Boca Raton: Taylor & Francis, 2012. 311 pp.
Huggett R.J. Fundamentals of biogeography. 2nd edition. London: Taylor & Francis, 2004. 456 pp.
Karban R., Huntzinger M., Pearse I.S. How to do Ecology: a concise handbook. Princeton Univ. Press, 2014. 198 pp.
Krebs C. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 6th edition. Essex: Pearson Education Ltd, 2014. 653 pp.
Levin S.A. (ed.) The Princeton guide to ecology. Princeton: Princeton Univ. Press, 2009. 842 p.
Lomolino M.V., Riddle B.R., Whittaker R.J., Brown J.H. Biogeography. 4th edition. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., 2010. 878 pp.
MacDonald G. Biogeography: Introduction to space, time and life. NY: Wiley, 2003. 505 pp.
Molles M.C. Jr. Ecology: concepts and applications. 7th edition. NY: McGraw-Hill Education. 2016. 593 pp.

Б. Дополнительная литература

Алексеев В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000. 627 с.
Бурковский И.В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. М.: КМК, 2006. 285 с.
Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль. 1967. 376 с.
Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука. 1965. 175 с.
Будыко М.М. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 319 с.
Будыко М.И. Эволюция биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 488 с.
Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Высшая школа, 1998. 413 с.
Дылис Н.В. Основы биогеоценологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. 152 с.
Еськов К.Ю. История Земли и жизни на ней. М.: Мирос, 2000. 352 с.
Камшилов М.М. Эволюция биосферы. М.: Наука, 1974. 254 с.
Колчинский Э.И. Эволюция биосферы. М.: Наука, 1990. 236 с.
Криволуцкий Д.А., Покаржевский А.Д. Введение в биогеоценологию. М.: Изд-во МГУ. 1990. 105 с.
Маргалев Р. Облик биосферы. М.: Наука. 1992. 214 с.

- Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2000. 264 с.
- Моисеев Н.Н. Современный рационализм. М.: МГВП КОКС, 1995. 376 с.
- Номоконов Л.И. Общая биогеоценология. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1989. 456 с.
- Петров К.М. Биогеография с основами охраны биосферы. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. 376 с.
- Розенберг Г.С. Введение в теоретическую экологию. Тольятти: Кассандра, 2011. 1007 с.
- Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. Самара: Самарский научный центр РАН, 1999. 396 с.
- Смит Дж. М. Модели в экологии. М.: Мир, 1976. 184 с.
- Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980. 464 с.
- Шилов И.А. Физиологическая экология животных. М.: Высшая школа, 1985. 328 с.
- Brown J.H. Macroecology. Chicago: Chicago Univ. Press, 1995. 269 pp.
- Curtin C., Allen T. Complex ecology: foundational perspectives on dynamic approaches to ecology and conservation. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2018. 582 p.
- Freeland J.R., Kirk H., Petersen S. Molecular ecology. 2nd edition. Oxford: Wiley & Blackwell, 2011. 458 pp.
- Gaston K.J., Blackburn T.M. Pattern and process in macroecology. Oxford: Blackwell Sci., 2000. 377 pp.
- Leibold M.A., Chase J.M. Metacommunity ecology. *Monographs in population biology*. Vol. 59. 504 pp.
- Lovelock J. Gaia: a new look at life on Earth. Oxford: Oxford Univ. Press, 2000. 176 pp.
- Morin P.J. Community ecology. 2nd edition. Oxford: Wiley & Blackwell, 2011. 413 pp.
- O'Neill R.V., DeAngelis D.L., Waide J.B., Allen T.F.H. A hierarchical concept of ecosystems. *Monographs in population biology*. Vol. 23. 262 pp.
- Palmeri L., Barausse A., Jørgensen S.E. Ecological processes handbook. Boca Raton: Taylor & Francis, 2014. 408 pp.
- Rowe G., Sweet M., Beebee T. An introduction to molecular ecology. 3rd edition. Oxford: Oxford Univ. Press, 2017. 552 pp.
- Townsend C.R., Begon M., Harper J.L. Essentials of ecology. 3rd edition. Oxford: Blackwell Publ., 2008. 523 pp.
- Verhoef H.A., Morin P.J. Community ecology. Processes, models, and applications. Oxford: Oxford Univ. Press, 2010. 266 pp.
- Wilkinson D.M. Fundamental processes in ecology: an Earth systems approach. Oxford: Oxford Univ. Press, 2007. 200 pp.