

## Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова

### Программа государственного экзамена бакалавриата по направлению подготовки "Экология и природопользование"

#### ПРЕДМЕТ, ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ЭКОЛОГИИ

Определение предмета экология. Экология как одна из фундаментальных биологических дисциплин и как часть современного мировоззрения. Уровни организации живой материи и структура экологии. Аутэкология и синэкология. Популяционный и экосистемный подходы. Методы экологических исследований. Соотношение экологии с другими биологическими дисциплинами. Значение общей экологии для почвоведения и его развития. Почвы как важнейшая часть наземных экосистем. Экология почв. Прикладная экология. Значение общей и прикладной экологии для сохранения окружающей среды и существования человечества.

#### ИСТОРИЯ ЭКОЛОГИИ

Корни экологии: биогеография, физиология, демография, первые описания биологического разнообразия растений и животных. А.Гумбольдт как биогеограф и первый эколог. Значение эволюционных представлений Ч.Дарвина для развития экологии. Э.Геккель и возникновение экологии как самостоятельной науки.

Становление классической экологии. Организм и сообщество как объекты экологии, дифференциация на аут- и синэкологию. Формирование биоценологии. Концепции сукцессии и климакса, Ф.Клементс. Развитие геоботаники, геоботанические школы в Европе и в СССР. Возникновение экспериментальной экологии, Г.Ф.Гаузе. Начало математического моделирования: А.Лотка, В.Волterra. Формирование популяционной экологии: Ч.Элтон. А.Тенсли: введение понятия «экосистема». В.Н.Сукачев и биогеоценология. Изучение энергетических аспектов экологии и продуктивности сообществ. Глобальный уровень: В.И.Вернадский и учение о биосфере. Роль почвоведения в развитии общей экологии: В.В.Докучаев.

Современный период в экологии. Международные экологические программы. Развитие количественных подходов, прикладной экологии. Осознание необходимости перестройки экономики в соответствии с экологическими законами. Размывание смысла термина «экология». Экология как академическая наука, и как теоретическая база природопользования.

#### ЭКОЛОГИЯ ОРГАНИЗМА

Факторная экология. Экологический фактор. Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Пределы толерантности Кривая оптимума. Потенциальная экологическая ниша: многомерная модель. Эврибионтные и стенобионтные виды. Основные закономерности действия факторов среды на организм. Закон минимума Либиха. Лимитирующие факторы. Совместное действие факторов. Компенсация факторов.

Особенности действия различных факторов на организмы. Влияние температуры на организмы. Экотермные и эндотермные организмы. Зависимость интенсивности обмена и скорости развития от температуры. Правило «суммы температур». Влажность, как экологический фактор. Влияние освещенности на организмы.

Адаптации. Основные стратегии приспособления организмов к действию неблагоприятных факторов: подчинение среде, активное сопротивление и избегание. Анабиоз и гипобиоз.

Экологические классификации организмов. Жизненные формы. Основные среды обитания: водная, наземно-воздушная. Организмы как среда обитания, эндобиоз. Почва

как среда обитания. Размерные группы почвенных организмов. Почвенные микроорганизмы. Корневые системы растений в почве. Почвенная микро- мезо- и макрофауна. Основные лимитирующие факторы в почве и адаптации к ним почвенных обитателей. Жизненные формы почвенных микроорганизмов и животных. Плотность жизни в почвах. Микроразнообразие.

Биологические ритмы и их адаптивное значение. Внутренние и внешние ритмы. Фотопериодизм. Периодические явления в жизни почвенных организмов.

## ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Определение популяции в экологии и генетике. Популяция как структурная единица вида и как функциональная единица биоценоза. Иерархическая структура популяций. Различные подходы к выделению популяций: популяция как реальная система и как условная часть вида. Популяции у макро- и микроорганизмов.

Основные статические характеристики популяции: численность, плотность. Трудности определения численности популяции: унитарные и модульные организмы. Структура популяции: биологическая, половая, возрастная, этологическая. Пространственная структура популяции. Типы распределения организмов в пространстве: случайное, равномерное и агрегированное распределение. Территориальное поведение. Особенности структуры популяций почвенных организмов. Методы выявления и количественного учета микробных популяций в почве. Микроколониальность в почве.

Динамика численности популяций. Скорость роста численности, рождаемость, смертность, расселение, эмиграция, иммиграция. Демографическая структура популяции. Таблицы выживания. Основные типы кривых выживания. Расчет ожидаемой продолжительности дальнейшей жизни для разных возрастов. Время генерации.

Уравнения роста популяции. Экспоненциальный рост. Скорость экспоненциального роста популяции, зависимость ее от размеров организма и факторов среды. Логистическая модель роста популяции. Понятие емкости среды. Динамика численности микробных популяций в почве. Кинетический подход в почвенной микробиологии.

Регуляция численности популяции, зависящая и независящая от плотности. Механизмы регуляции численности популяции: генетические: физиологические, этологические. Гомеостаз. Внутривидовая конкуренция как механизм гомеостаза популяции. Минимальный размер популяции, необходимый для её благополучного существования. Изоляция. Самоизреживание у растений, территориальность у животных, регуляция метаболитами. Флуктуации численности популяций и циклические колебания. Циклические колебания численности почвенных организмов.

Экологические стратегии. К- и r-стратегия.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Межвидовые взаимодействия в сообществах. Классификация взаимодействий. Типы взаимодействий по В.Н.Беклемишеву (трофические, топические, форические, фабрические). Типы взаимодействий по принципу «польза-вред»: нейтрализм, хищничество и паразитизм, конкуренция, амменсализм, комменсализм, протокооперация и мутуализм.

Хищничество: отношения типа «ресурс-потребитель». Динамика популяций хищника и жертвы, модель Лотки-Вольтерры. Попытки создания экспериментальных систем «хищник – жертва», эксперименты Г.Ф.Гаузе. Взаимоотношения «хищник-жертва» в природных сообществах. Коэволюция хищника и жертвы. Взаимодействия растительноядных животных и растений. Механизмы защиты растений от выедания фитофагами. Паразитизм

Конкуренция. Прямая и косвенная конкуренция. Внутривидовая и межвидовая конкуренция. Математическое моделирование конкуренции: уравнения Лотки-Вольтерры.

Лабораторные опыты по изучению конкуренции. Конкуренция в гетерогенной среде. Условия сосуществования конкурирующих видов. Принцип конкурентного исключения Г.Ф.Гаузе.

Протокооперация, мутуализм. Симбиоз. Синтрофия. Опыление растений. Примеры симбиозов: лишайники, микориза, микрофлора рубца, симбиотическая фиксация азота. Симбиогенетическая теория происхождения эукариот.

Особенности и примеры межпопуляционных взаимодействий в почве.

## ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ

Понятие о сообществе. Биоценоз. Различные подходы к выделению и описанию сообществ. Структура сообщества. Видовой состав и видовая структура сообщества. Доминанты и эдификаторы. Видовое разнообразие и его типы. Видовое богатство и выравненность. Иерархия биологического разнообразия: инвентаризационное и дифференцирующее разнообразие. Количественная оценка разнообразия, показатели разнообразия. Параметрические распределения относительного обилия видов: геометрическое, МакАртура, логнормальное. Связь разнообразия и общего обилия, разнообразие сообществ в экстремальных условиях: правило Тинемана. Биологическое разнообразие в сообществах почвенных микроорганизмов и проблемы его оценки.

Роль биотических взаимодействий в формировании и поддержании структуры сообществ. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Л.Г.Раменскому: виоленты (компетиторы), пациенты (стресс-толеранты) и эксплеренты (рудералы). Местообитание и экологическая ниша. Модель многомерной экологической ниши. Потенциальная и реализованная экологическая ниша.

Пространственная структура сообщества. Ярусность, мозаичность. Экотон. Особенности пространственной структуры сообществ почв.

Методы ординации и классификации сообществ. Проблема границ. Дискретность и континуум сообществ. Связь с проблемами классификации почв.

Изменение структуры сообществ в результате антропогенной деятельности. Катастрофическое снижение биологического разнообразия в XX в. Проблема охраны биоразнообразия. Проблема сохранения разнообразия почв.

## ЭКОСИСТЕМЫ

Понятие экосистемы. Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы. Круговорот биогенных элементов. Соотношение понятий «экосистема» и «биогеоценоз». Структура экосистемы: абиотическая среда, автотрофы и гетеротрофы, продуценты, консументы, редуценты. Биотрофы, эккрисотрофы, сапротрофы. Деструкторы. Почва как важнейший компонент наземной экосистемы.

Энергия в экосистеме. Источники энергии в экосистеме. Аккумуляция энергии в почве. Потоки вещества и энергии: пищевые цепи, пищевые сети, трофические уровни. Цепи потребления и детритные пищевые цепи. Почвенные организмы как основные деструкторы в экосистеме.

Продуктивность. Первичная и вторичная продукция. Валовая и чистая первичная продукция. Трофическая структура экосистемы и экологические пирамиды. Географическое распределение первичной продукции, связь с плодородием почв. Вертикальное распределение продуктивности в наземных и водных экосистемах. Продуктивность почвенных сообществ.

Стабильность экосистем. Гомеостаз, принцип обратной связи. Предельно малые экосистемы. Понятие консорции. Резистентная и упругая устойчивость экосистем. Буферная роль почв в экосистемах.

Основные типы экосистем и их особенности: водные экосистемы (океанические экосистемы и континентальные водоемы), наземные экосистемы. Классификации экосистем. Биомы. Основные типы биомов и их важнейшие характеристики. Агроэкосистемы.

Динамика экосистем. Циклические и поступательные изменения экосистем. Сукцессии. Аллогенные и автогенные, первичные и вторичные сукцессии. Изменение продуктивности и разнообразия экосистемы в ходе сукцессии. Концепция климакса. Пионерные сообщества. Сериальные и климаксовые сообщества. Сукцессии при разложении растительных остатков в почве. Эволюционные изменения почв.

## БИОСФЕРА

Учение В.И.Вернадского о биосфере. Структура биосферы. Живое, косное, биогенное и биокосное вещество. Почвы как биокосное тело. Роль почвы в продукционных процессах. Роль почвенных микроорганизмов в изменениях состава атмосферы. Границы распространения жизни, распределение жизни в биосфере. Географическая зональность и вертикальная поясность. Геохимическая работа живого вещества.

Биогеохимические циклы – традиционное направление современного почвоведения. Приоритет почвоведения в изучении биогеохимических циклов.

Круговорот углерода. Распределение углерода в биосфере. Скорость оборота углерода. Консервация углерода, каустоболиты. Многолетние колебания содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Парниковый эффект. Опасность глобального потепления.

Круговорот азота. Роль микроорганизмов в превращениях соединений азота. Азотфиксация и ее практическое значение. Нитрификация и денитрификация. Проблема азотных удобрений. Накопление нитратов. Эвтрофикация водоемов.

Круговорот серы. Роль микроорганизмов. Образование  $\text{H}_2\text{S}$  в анаэробных зонах водоемов. Образование в атмосфере серной кислоты. Кислые дожди.

Круговорот фосфора. Ведущая роль геохимических процессов. Содержание фосфора как лимитирующий фактор. Запасы фосфосодержащих минералов.

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. Основные этапы эволюции биосферы: формирование кислородной атмосферы, распространение эукариот, выход жизни на сушу и развитие высших растений, становление современной биосферы, антропогенный период.

## РАДИОЭКОЛОГИЯ

Радиоэкология как отрасль естествознания, ее структура, цели и задачи. Природа радиоактивности и группы радионуклидов в биосфере. Радиоэкологическая характеристика основных естественных и техногенных радионуклидов. Действие ионизирующего излучения на живые компоненты биосферы и его последствия. Источники радиоактивного загрязнения биосферы. Миграция радионуклидов в почвах. Пути поступления радионуклидов в различные компоненты биоты. Особенности накопления радионуклидов в компонентах биоты наземных и водных экосистем и их распределение по звенья биотической цепи. Биоиндикация радиоактивного загрязнения. Биогеохимические потоки и циклы радионуклидов в ландшафтах.

## ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Место человека в биосфере в ранний период существования человечества и в современном мире. Экологические проблемы современного общества. Глобальный и региональные экологические кризисы. Экологические катастрофы. Возникновение принципиально новых антропогенных типов среды. Рост численности народонаселения: прогноз на

XXI в. Проблема обеспеченности продовольствием и земельные ресурсы: роль экологии и почвоведения. Энергетический кризис: исчерпание традиционных источников энергии и возможные стратегии дальнейшего энергопользования. Начало осознания необходимости принципиально новой стратегии развития общества. Причины, побуждающие охранять природу. Переход от антропоцентризма к биоцентризму. Экологические основы новейших технологий. Биотехнология.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Александрова В.Д. Классификация растительности. Л.: Наука, 1969.
- Бабьева И.П. Зенова Г.М. Биология почв. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1989.
- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология (особи, популяции и сообщества). М.: Мир, 1989 (в двух томах).
- Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967.
- Викторов С.В., Ремезова Г.Л. Индикационная геоботаника. М.: Изд-во МГУ, 1988.
- Влияние ионизирующей радиации на экосистемы /ред. Р.М. Алексахин. М.: Наука, 1988.
- Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990.
- Гиляров М.С. Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше. М.: Наука, 1970.
- Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука, 1965.
- Горышина Т.К. Экология растений. М.: Высшая школа, 1979, 368 с.
- Даждо Р. Основы экологии. М.: Мир, 1975.
- Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990.
- Жизнь микробов в экстремальных условиях. Ред. Д.Кашнер. М.: Мир, 1981.
- Заварзин Г.А. Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. М.: Книжный дом «Университет», 2001, 256 с.
- Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во МГУ, 1987.
- Кожевин П.А. Микробные популяции в природе. М.: Изд-во МГУ, 1989.
- Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М.: Изд-во АН СССР. 1958.
- Лархер В. Экология растений. М.: Мир, 1978.
- Миркин Б.М. Что такое растительные сообщества? М.: Наука, 1986.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992.
- Одум Ю. Экология. М.: Мир. 1986, в двух томах
- Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981.
- Работнов Т.А. Фитоценология. М.: Изд-во МГУ, 1983.
- Риклефс Р. Основы общей экологии. М.: Мир. 1979.
- Сахаров В.К. Радиоэкология. Учебное пособие. СПб., М., Краснодар, 2006.
- Стебаев И.В., Пивоварова Ж.Ф., Смоляков Б.С., Неделькина С.В. Общая биогеосистемная экология. Новосибирск: Наука, 1993.
- Трифонова Т.А., Селиванова Н.В., Мищенко Н.В. Прикладная экология: Учебное пособие для вузов. М.: Академический проект, 2005. - 384 с.
- Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980.
- Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. М.: Просвещение. 1988.
- Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 1997.
- Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 2000.
- Экология микроорганизмов. Ред. А.И. Нетрусов. М.: Изд. центр «Академия», 2004, 272 с.