



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**

**ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ**

Утверждаю:  
декан факультета почвоведения МГУ

\_\_\_\_\_ С.А. Шоба  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА  
(бакалавриат)**

Направление подготовки: **05.03.06 ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

Заведующий кафедрой биологии почв \_\_\_\_\_ А.Л. Степанов

Заместитель декана по учебной работе \_\_\_\_\_ В.М. Гончаров

Программа государственного экзамена утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета почвоведения МГУ, протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Председатель УМК \_\_\_\_\_ А.А. Рахлеева

Москва  
2016 г.

## **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**

Ранняя история экологии: описание биологического разнообразия и первые представления о «равновесии» в природе. Развитие биогеографии от работ А.Гумбольдта, А.Декандоля к объяснению географического распространения организмов. Значение эволюционных представлений для развития экологии: К.Ф.Рулье, Ч.Дарвин. Э.Геккель и возникновение экологии как самостоятельной науки. Возникновение понятия «биоценоз»: К.Мёбиус. Концепция сукцессии: Ф.Клементс. Интенсивное развитие экологии в первой половине XX в. Развитие геоботаники, геоботанические школы в Европе и в СССР. Возникновение экспериментальной экологии, Г.Ф.Гаузе. Начало математического моделирования: А.Лотка, В.Волтерра. 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. Современный период в экологии. Международные экологические программы. Развитие количественных подходов, прикладной экологии.

Возникновение социальной экологии. Роль почвоведения в развитии общей экологии.

## **Экология организма**

Факторная экология. Экологический фактор. Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Закон минимума Либиха. Закон оптимума. Лимитирующие факторы. Толерантность. Эврибионтные и стенобионтные виды. Совместное действие факторов. Компенсация факторов. Влияние температуры на организмы. Экотермные и эндотермные организмы. 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. Основные среды обитания: водная, наземно-воздушная. Организмы как среда обитания. Почва как среда обитания. Плотность жизни в почвах. Размерные группы почвенных организмов. Почвенные микроорганизмы. Микрозональность. Корневые системы растений в почве. Почвенная микро- мезо- и макрофауна. Основные лимитирующие факторы в почве и адаптации к ним почвенных обитателей. Экологические классификации организмов. Понятие о жизненной форме. Жизненные формы растений и животных. Жизненные формы почвенных микроорганизмов и животных. Биологические ритмы и их адаптивное значение. Внутренние и внешние ритмы. Фотопериодизм. Периодические явления в жизни почвенных организмов.

## **Экология популяций**

Определение понятия популяции в экологии и генетике. Популяция как структурная единица вида и как функциональная единица биоценоза. Основные статические характеристики популяции: численность, плотность. Структура популяции: биологическая, половая, возрастная, этологическая.

Пространственная структура популяции. Типы распределения организмов в пространстве: случайное, равномерное и агрегированное. Особенности структуры популяций почвенных организмов. Методы выявления и количественного учета микробных популяций в почве.

Микроколониальность. Динамика численности популяций. Рождаемость, смертность, эмиграция, иммиграция. Уравнения роста популяции. Экспоненциальный рост. Скорость роста популяции, зависимость ее от размеров организма и факторов среды. Логистическое уравнение. Понятие емкости среды. Динамика численности микробных популяций в почве. Кинетический подход в почвенной микробиологии. Понятие об экологических стратегиях. Стратегии по Л.Г.Раменскому: виоленты, эксплеренты, пациенты. К- и г-стратегии. Гомеостаз популяции. Регуляция численности популяции, зависящая и не зависящая от плотности. Механизмы регуляции численности популяции: генетические: физиологические, этологические. Внутривидовая конкуренция как механизм гомеостаза популяции. Изоляция. Самоизреживание у растений, территориальность у животных, регуляция метаболитами. Флюктуации численности популяций и циклические колебания. Циклические колебания численности почвенных организмов.

### **Экология сообществ**

Понятие о сообществе. Биоценоз. Биотоп. Структура сообщества. Видовой состав и видовая структура сообщества. Доминанты и эдификаторы. Понятие консорции. 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. Разнообразие сообществ в экстремальных условиях. Биологическое разнообразие в сообществах почвенных микроорганизмов и проблемы его оценки. Изменение структуры сообществ в результате антропогенной деятельности. Катастрофическое снижение биологического разнообразия в XX в. Проблема охраны биоразнообразия. Проблема сохранения разнообразия почв.

Пространственная структура сообщества. Ярусность и мозаичность в растительных сообществах. Экотон и экотонный эффект. Особенности пространственной структуры сообществ почв. Методы ординации и классификации сообществ. Проблема границ. Дискретность и континуум сообществ. Связь с проблемами классификации почв. Местообитание и экологическая ниша. Модель многомерной экологической ниши. Потенциальная и реализованная экологическая ниша. Межвидовые взаимодействия в сообществах. Нейтрализм. Конкуренция: закон конкурентного исключения Гаузе. Математическое моделирование конкуренции: уравнения Лотки-Вольтерры. Конкуренция в гетерогенной среде. Условия сосуществования конкурирующих видов. Хищничество и паразитизм: динамика популяций хищника и жертвы, модель Лотки-Вольтерры. Воспроизводимость математических моделей системы «хищник-жертва» в экспериментах и в природных сообществах. Примеры циклических колебаний и вспышек численности. Аменсализм. Комменсализм. 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.

### **Экосистемы**

Понятие экосистемы. Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы. Биогеоценоз. Структура экосистемы: абиотическая среда, автотрофы и гетеротрофы, продуценты, консументы, редуценты (деструкторы). Биотрофы и сапротрофы. 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. Пастбищные 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. 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. Экзогенетические и эндогенетические изменения. Сукцессии. Типы сукцессий: первичные и вторичные, демулационные, конвейерные. Сукцессионные серии. Изменение продуктивности и разнообразия экосистемы в ходе сукцессии. Пионерные сообщества. Концепция климакса. 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. Границы распространения жизни, распределение жизни в биосфере. Географическая зональность и вертикальная поясность. Геохимическая работа живого вещества. Почвы как биокосное тело. Роль почвы в продукционных процессах. Роль почвенных микроорганизмов в изменениях состава атмосферы. Биогеохимические циклы - традиционное направление современного почвоведения. Приоритет почвоведения в изучении биогеохимических циклов. Круговорот углерода. Распределение углерода в биосфере. Скорость оборота углерода. Консервация углерода, каустобиолиты. Многолетние колебания содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Парниковый эффект. Гипотеза 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.

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: истощение традиционных источников энергии и возможные стратегии дальнейшего энергопользования.

## **Радиационная экология**

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.

## Экологический мониторинг

Понятие об экологическом мониторинге: цель, задачи, виды и уровни. Приоритетные направления мониторинга окружающей среды. Программы международного экологического мониторинга. Организация государственной системы экологического мониторинга в РФ, ее территориальных подсистем и региональных информационно-аналитических центров. Аналитическое обеспечение государственного экологического контроля. Процедура экоаналитического контроля. Система контроля качества при анализе объектов окружающей среды

Методы оценки состояния окружающей среды. Показатели экологического мониторинга, требования к ним. Понятия о загрязняющих веществах: виды, формы, источники поступления в окружающую среду. Концепции нормирования качества окружающей среды и источников воздействия. Виды экологического нормирования, его методологическая основа. Критерии состояния экосистемы и ее антропогенных нарушений. Санитарно-гигиеническое нормирование содержания химических веществ в природных средах. Абсолютные и относительные показатели накопления загрязняющих веществ в природных средах.

Загрязняющие вещества в атмосферном воздухе: источники их поступления; факторы, регулирующие распространение и превращения. Техногенные нарушения состава атмосферы, их экологические последствия. Организация мониторинга воздушной среды в населенных пунктах: нормативы качества воздуха, программы наблюдений и виды контроля. Комплексные показатели качества воздуха, особенности их применения и информативность.

Антропогенные нарушения состава поверхностных вод. Загрязняющие вещества в водных средах, их источники, превращения в гидросфере, опасность для живых организмов. Критерии качества и показатели свойств поверхностных и подземных вод. Организация мониторинга состояния поверхностных вод: нормативы, контролируемые показатели, программы наблюдений, пункты контроля. Комплексная оценка качества вод.

Виды антропогенной деградация почвенного покрова. Биохимические и педохимические показатели состояния почв. Трансформации загрязняющих веществ в почве. Буферная способность почв по отношению к загрязняющим веществам. Критерии экологической оценки загрязнения почв. Особенности нормирования качества почв, виды нормативов, лимитирующие показатели вредности. Виды почвенно-экологического мониторинга. Химические методы оценки экологического состояния почв. Биотестирование. Наземные и дистанционные наблюдения за загрязненными почвами.

Мониторинг состояния растительного покрова и животного мира РФ. Причины утраты биологического разнообразия растений и животных.

## Устойчивое развитие

**Определение и история возникновения понятия устойчивое развитие.** Суть и направленность стратегии устойчивого развития. Система основных понятий устойчивого развития. Предпосылки появления концепции. Природные и антропогенные факторы возникновения неустойчивости в биосфере. Последствия влияния человека на биосферу. Осознание глобального характера экологических проблем, первые глобальные модели и международные соглашения в области окружающей среды и развития.

**Устойчивое развитие и основные экологические проблемы современного мира.**

Соотношение глобального экологического кризиса с глобальным энергетическим, продовольственным, демографическим кризисами. Проблема сохранения окружающей среды. Локальный, региональный и глобальный уровни в проблематике охраны окружающей среды. Важнейшие глобальные экологические проблемы: изменения климата; разрушение озонового слоя; утрата биологического разнообразия; нарушения природных

механизмов воспроизводства возобновляемых ресурсов, прежде всего – пресной воды; рост всех видов загрязнения окружающей среды; деградация земель, опустынивание.

**Индикация устойчивого развития.** Методология построения и расчета системы индикаторов. Проблема индикаторов устойчивого развития, критерии которым должны соответствовать индикаторы. Попытки использования индикаторов в разных странах.

**Опыт разработки стратегий устойчивого развития.** Существующие национальные модели, концепции и программы устойчивого развития, их общие черты и особенности. Опыт реализации планов устойчивого развития в разных странах.

**Перспективы устойчивого развития России.** Законодательная база РФ для обеспечения устойчивого развития, определение стратегических направлений охраны природы. Основные направления социально-экономической политики Правительства РФ на долгосрочную перспективу: планы природоохранной и ресурсосберегающей направленности, необходимость их комплексного сочетания с другими мероприятиями и построением правильной макроэкономической политики. Подходы к развитию образования и науки, улучшению здоровья, разработке модели «зеленой» экономики и индикаторов устойчивости.

## **Почвоведение**

**Главные компоненты почвы.** *Минеральная часть почв.* Минералы, слагающие твердую фазу почв. Первичные минералы, их основные группы. Основные группы вторичных минералов: соли, оксиды, глинистые минералы. Роль первичных и вторичных минералов в процессах выветривания и почвообразования. *Органическое вещество почв.* Источники почвенного гумуса. Понятие о минерализации и гумификации. Влияние внешних условий на процессы трансформации органического вещества. Специфические и неспецифические соединения. Основные группы гумусовых веществ: гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумин, их особенности и роль в почвообразовании. *Вода в почве.* *Почвенный раствор.* Формы воды в почве. Водные свойства почвы (влагоемкость, водопроницаемость). Состав почвенного раствора, зависимость от внешних условий. Роль почвенного раствора в жизни растений. *Почвенный воздух.* Состав почвенного воздуха и факторы, его определяющие. Динамика почвенного воздуха. Газообмен почвы с атмосферой.

**Факторы почвообразования.** *Климат.* Роль солнечной радиации в почвообразовании. Роль атмосферных осадков в почвообразовании. Совместное влияние атмосферных осадков и тепла. Коэффициент увлажнения. *Почвообразующие породы.* Влияние породы на гранулометрический и химический состав почв, физические и физико-химические свойства, скорость почвообразования. *Рельеф.* Прямая и косвенная роль рельефа в почвообразовании. *Организмы.* Роль растений, животных и микроорганизмов в почвообразовании. Сущность биологического круговорота.

**Свойства почв.** *Поглотительная способность и кислотность почв.* Почвенный поглощающий комплекс. Емкость катионного обмена почв – связь с гранулометрическим и минералогическим составом, с органическим веществом почв. Обменные катионы. Роль поглотительной способности и кислотности почв в процессах почвообразования и формировании почвенного плодородия.

**Экологические функции почв.** *Почва как среда обитания организмов* (механическая опора, жизненное пространство, жилище и убежище, источник влаги и элементов питания). *Почва как регулятор биогеохимических циклов элементов* (аккумуляция и трансформация вещества и энергии, аккумуляция органического вещества, регулирование состава гидросферы и атмосферы).

**Почвообразовательный процесс.** Элементарные почвенные процессы – биогенно-аккумулятивные, гидрогенно-аккумулятивные, метаморфические, элювиальные, иллювиально-аккумулятивные, педотурбационные, деструктивные. Особенности почвообразования в разных экологических условиях. Движение вещества в почве, дифференциация состава почвообразующей породы, формирование почвенного профиля.

## **Гидрология**

Вода в природе и жизни человека. Понятие о гидросфере. Химические и физические свойства природных вод. Круговорот воды в природе и водные ресурсы Земли. Происхождение ледников и их распространение на земном шаре. Гидрология ледников. Происхождение и распространение подземных вод. Гидрология подземных вод. Реки и их распространение на земном шаре. Водный баланс бассейна реки. Речной сток и его составляющие. Озера и их распространение на земном шаре. Классификация озер по минерализации и солевому составу воды. Назначения водохранилищ и их классификация. Водный режим водохранилищ. Происхождение болот и их распространение на земном шаре. Влияние болот и их осушение на речной сток. Мировой океан и его части. Классификация морей. Антропогенные воздействия на природные воды. Водохозяйственные и водноэкологические проблемы и роль гидрологии в их решении. Перспективы развития гидрологии.

## **Литература**

### **Основная:**

Одум Ю. Экология. М.: Мир. 1986. 2 тома.

Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв: Учебник. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ. 2005. - 445 с., илл.

Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология (особи, популяции и сообщества). М.: Мир. 1989. 2 тома.

Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. М.: Просвещение. 1988.

Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ. 1990.

Сахаров В.К. Радиоэкология. Учебное пособие. СПб., М., Краснодар, 2006. 320 с.

Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв. М.: Академический проект. 2007

Мотузова Г.В., Карпова Е.А. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия. М.: МГУ. 2013.

Н.Н. Марфенин Устойчивое развитие человечества. Изд-во МГУ, 2007

Почвоведение. Под ред. В.А. Ковды и Б.Г. Розанова. В 2-х томах. М.: Высшая школа, 1988.

Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология: Учебник для вузов. 2-е изд. испр. М.: Высш. шк., 2007.

Михайлов В.Н., Добровольский А.Д. Общая гидрология. М.: Высш. шк., 1991.

### **Дополнительная:**

Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 2000. 268 с.

Трифонов Т.А., Селиванова Н.В., Мищенко Н.В. Прикладная экология. М.: Академический проект, Гаудеамус. 2007.

Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высшая школа. 2002.

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеиздат. 1984.

Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова Устойчивое развитие: вводный курс. М. Логос. 2006

Ковда В.А. Основы учения о почвах. В 2-х томах. М.: Наука, 1973.

Шикломанов И.А. Исследование водных ресурсов суши: итоги, перспективы, проблемы. Л.: Гидрометеиздат, 1986.