



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

ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Утверждаю:
декан факультета почвоведения МГУ

_____ С.А. Шоба
« ___ » _____ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Общая экология**

Направление подготовки: 05.03.06 «Экология и природопользование»

Автор-составитель:

Смагин Андрей Валентинович

Рабочая программа дисциплины / практики рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и мелиорации почв,
(наименование кафедры)
протокол № _____ от «_____» _____ 2018 г.

Заведующий кафедрой _____ А.Б. Умарова

Рабочая программа дисциплины / практики утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета почвоведения МГУ, протокол № _____ от «___» _____ 2016 г.

Председатель УМК _____ Рахлеева А.А.

Москва
2018 г.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: вариативная часть

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

Высшая математика
Общая химия
Органическая химия
Геология
Ботаника
Зоология

3. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:

Компетенции выпускников, формируемые частично при реализации дисциплины (модуля):

Способность использовать базовые знания естественных наук (физики, химии, биологии, экологии и наук о Земле), основные методы сбора, обработки и анализа полевой и лабораторной информации (ОПК-3.Б).

Способность использовать знания экологии, геоэкологии, экологии человека, социальной экологии, охраны окружающей среды и природопользования при решении задач профессиональной деятельности (ОПК-4.Б).

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать и понимать** основные закономерности структурно-функциональной организации, а также природной и антропогенной динамики биологических и биокосных объектов разных иерархических уровней (организм, популяция, биоценоз, почва, экосистема, биосфера) в связи с проблемами их устойчивости, продуктивности и биоразнообразия.

- **уметь** количественно оценивать основные экологические факторы и закономерности их воздействия на живые организмы, закономерности структурно-функциональной организации, продуктивности, устойчивости и динамики биоценозов и биогеоценозов, природные и антропогенные (техногенные) круговороты веществ и потоки энергии, а также особенности функционирования, продуктивности и биоразнообразия основных биомов планеты и их нарушения под антропогенным воздействием.

- **владеть** на экспертном уровне методологией выделения, количественной оценки и моделирования биологических и биокосных систем в связи с проблемами их устойчивости, продуктивности и биоразнообразия.

4. Формат обучения: лекции, семинары

5. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 72 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем.

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

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины «Общая экология»	Трудоемкость (в ак. часах) по формам занятий			Форма текущего контроля
		Контактная работа во взаимодействии с преподавателем		Самостоятельная работа	
		Лекции	Семинары		
1	Экология как естественно-научная дисциплина; системный подход в экологии	6	6	-	Тесты Контрольная
2	Экология биологических объектов	10	10	-	Тесты Контрольная
3	Экология биокосных систем	20	20	-	Тесты Контрольная
	Итого:	36	36	-	72
	Промежуточная аттестация:				Экзамен

Содержание дисциплины по разделам и темам:

Раздел 1. Экология как естественно-научная дисциплина; системный подход в экологии.

Тема 1.

Предмет, структура, понятийный аппарат и задачи экологии как фундаментальной естественно-научной дисциплины; исторические основы экологии:

Экология как наука. Определение экологии, цель и задачи. Предмет экологии. Абиотические компоненты окружающей среды, биологические и биокосные объекты. Комплекс взаимодействий и методология его изучения. Иерархические уровни организации материи и место экологии в их изучении. Структура современной экологии, связь с другими науками. Краткая история становления и развития экологии как фундаментальной дисциплины. Превращение экологии в мегадисциплину. Основные идеи и парадигмы экологии. Экология и почвоведение – общие истоки и пути развития.

Тема 2.

Системный подход в экологии; принципы количественного описания и элементы математического моделирования динамических систем: Биологические и биокосные системы: состав (компоненты), внешние и внутренние факторы организации. Границы выделения систем во времени и пространстве, связь с задачами исследования. Целостность системы и принцип эмерджентности. Почва и экосистема (биогеоценоз), их соотношение; факторный и экосистемный подходы к исследованию почв. Концептуальные принципы выделения экологических систем, их компонентов и факторов в различных научных направлениях (биоцентризм, антропоцентризм, равенство

факторов и компонентов). Показатели состояния динамических систем, пространственно-временные координаты, переменные и параметры, экстенсивные и интенсивные переменные. Концентрации, плотности, биомассы, запасы веществ и энергии. Связи между показателями состояния. Способы формализации связей, примеры, линейные и нелинейные связи. Универсальные (фундаментальные) законы и индивидуальные зависимости. Динамика систем. Базовые показатели динамики (скорость, градиент, поток). Линейные и нелинейные системы. Примеры линейных феноменологических законов переноса, понятие проводимости. Основные феноменологические подходы к количественному описанию и моделированию динамических систем. Понятие термодинамического равновесия и стационарного состояния. Равновесие и жизнь. Устойчивость равновесных состояний. Критерии устойчивости по Ляпунову, примеры анализа устойчивости для систем с одной и двумя фазовыми переменными. Множественность характерных состояний в нелинейных системах, аттракторы, бифуркации и переходы между состояниями. Динамическая и структурная неустойчивость, сложные эндогенные формы поведения динамических систем во времени (колебательные режимы, хаос, катастрофы). Распределенные системы и модели: равновесные, переходные структуры (распределения); самоорганизация за пределами равновесия (диссипативные структуры); фиксированные структуры. Аналитические и численные методы в моделировании динамических систем. Возможности современных компьютерных программ в решении численных задач математической экологии (на примере MATLAB).

Раздел 2.

Экология биологических объектов.

Тема 1.

Структурно-функциональная организация биологических объектов, специфика Жизни и форм ее проявления

Специфика Жизни, характерные свойства живых объектов. Общность строения живого; клетка – элементарная живая система. *Состав и структурные элементы живого: химический и биохимический состав. Основные процессы жизнеобеспечения: обмен веществ. Биосинтез белков. Фотосинтез и хемосинтез. Энергетический обмен (диссимилиация). Экологические категории организмов. Фотоавтотрофы (цианобактерии, водоросли, высшие растения), хемотротрофы, гетеротрофы (бактерии, грибы, животные). Трофические отношения и категории (продуценты, консументы, редуценты). Метаболизм и гомеостаз. Рост и развитие, жизненный цикл и периоды (стадии) развития. Движение и реакция. Воспроизводство, наследственность. Управление наследственностью, генная инженерия. Факторно-адаптивная парадигма эволюции. Критика эволюционной теории (дарвинизм, неodarвинизм) и современные эволюционные разработки. Борьба за существование или социально-духовные законы в эволюции общества и земной цивилизации?*

Тема 2.

Экологические факторы и закономерности их воздействия на живые организмы

Среда и экологические факторы. Понятие среды, фактора, местообитания; примеры. Группировки экологических факторов. Экзогенные факторы и компоненты, условия и ресурсы. Императивные факторы. Пространство экологических факторов и функции отклика; стенобионтные и эврибионтные виды. Экологические ниши (понятия, типы, формализация). Пересечение экологических ниш и его оценка. Общие закономерности и принципы воздействия экологических факторов: минимум-фактора (Либиха), селективного действия, компенсации, незаменимости базовых факторов, принцип толерантности (Шелфорда), совокупного действия и т.д. Динамика факторов и реакция организмов. Изменчивость, адаптации, средообразующая деятельность. Адаптивные стратегии. Единство адаптации и средообразующей деятельности. Понятие экогенеза.

Экологические формы, примеры. Понятия жизненной формы организмов и конвергенции. Классификации жизненных форм. Излучение: понятие электромагнитного излучения, спектр, радиоволны, ИФК-излучение, видимый свет, ультрафиолет, рентгеновское излучение, гамма-излучение. Видимый свет и его экологическое воздействие. Спектральная характеристика, радиационный баланс, фотосинтез, эффективность использования растениями, ярусность как адаптация растений к световому потоку, экологические группы растений по отношению к свету, экологическая роль света в жизни животных. Радиоактивность. Понятие радиоактивности, протонно-нейтронная модель ядра, массовое и зарядовое числа, изотопы. Спонтанное излучение, ядерные и термоядерные реакции, виды излучения (альфа, бета, гамма). Количественные характеристики воздействия излучения на живые объекты (поглощенная доза излучения, коэффициент качества, эквивалентная доза, коэффициент радиационного риска, кумулятивные дозы, период полураспада). Давление: количественные характеристики в зависимости от высоты (глубины) в атмосфере и водной среде. Влияние на климатические условия и жизнедеятельность организмов. Топографические факторы (рельеф). Роль рельефа в перераспределении веществ и энергии на поверхности земли, влияние на климатические параметры (температура, осадки), вертикальная зональность (поясность), различия в экспозиции склонов, действие силы тяжести и катастрофические явления в горах. Состав и подвижность среды. Водная, воздушная, почвенная среды (основные компоненты состава, соленость, растворимость газообразных веществ, минеральный и органический состав почвогрунтов, дисперсность, течения и иные формы динамики сред). Экзогенные (космические) и эндогенные катастрофические факторы и явления. Пожары, извержения, землетрясения, наводнения, циклоны, цунами, космические факторы угрозы жизни на планете. Пища (трофические факторы и ресурсы). Качественный и количественный состав пищи, влияние на живые организмы, понятие трофической функции, пример функции Михаэлиса-Ментен). Запасы питательных веществ в распределенных средах (на примере почв), их расчет с помощью сплайн-аппроксимации и алгоритмов численного интегрирования в Excel. Ресурсная оценка загрязнения почв с использованием показателей запасов поллютантов. Тепло и температура как экологические факторы. Тепловой баланс деятельной поверхности. Температурные границы жизни, распределение тепла по земной поверхности. Стратегии адаптации и экогруппы организмов по температурному фактору. Тепловые потоки и вертикальное распределение температур в нагреваемых средах, з-н Фурье. Температурная стратификация и инверсия. Понятия теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности, зависимости от состава и качества среды. Современные методы контроля и мониторинга температуры (навыки владения программным обеспечением датчиков «термохрон» и «гигрохрон»). Осадки и влажность как экологические факторы. Распределение осадков по зонам земного шара, климатограммы. Адаптации растений к недостатку влаги. Экогруппы растений по отношению к воде. Механизмы влагопотребления растений и регулировки транспирации. Количественные гидрологические показатели (влажность воздуха, влажность почв, организмов и материалов, запасы и баланс влаги). Понятие потенциала почвенной влаги, значение для оценки доступности влаги организмам и перемещения растворов в почвах. Осмотический потенциал, солевое состояние почв и их интегральная кондуктометрическая оценка. Действие засоления на рост и продуктивность растительных культур. Современные методы экологического контроля и мониторинга влажности, энергетического и солевого состояния влаги. Влияние гидротермических факторов на синтез и деструкцию органических веществ. Примеры функций отклика, правило Вант-Гоффа, температурный коэффициент Q_{10} . Моделирование зависимости дыхания почв от гидротермических условий. Экологическая оценка функционирования почв по дыханию. Биоиндикация экологических факторов и ее использование в экологии.

Тема 3.

Экология популяций

Понятие популяции, численные характеристики популяции и ее динамики. Пространственная структура популяции. Типы распределения особей (по Одуму). Этологическая (поведенческая) структура. Возрастная и половая структура популяции. Динамика популяций, рождаемость, смертность, скорость популяционного роста. Кривые выживания. Экспоненциальный и логистический рост. К- и r- стратегии. Рост населения планеты; инвазии видов. Типы взаимодействия между организмами (популяциями), их влияние на динамику и устойчивость биоценозов. Модели аменсализма, комменсализма, конкуренции, системы «хищник-жертва». Стационарные состояния, устойчивость, режимы функционирования, численные эксперименты в среде MATLAB.

Тема 4.

Экология сообществ организмов, биогеоценология

Понятия биоценоза, сообщества, биогеоценоза, экосистемы, соотношения между ними. Типы структурно-функциональных связей в биологических и биокосных системах. Структурная организация биоценозов, видовое разнообразие и его количественная оценка; ярусность, синузильно-парцеллярная структура, экотонный эффект. Оценка обилия, пространственного размещения, выявление доминантов и принципы сравнения биоценозов.

Раздел 4.

Экология биокосных систем.

Тема 1.

Закономерности структурно-функциональной организации и динамики экосистем и биогеоценозов:

Экосистемы и биогеоценозы (понятия, подходы к выделению и количественному описанию); биологический круговорот веществ и энергии– движущая сила функционирования экосистемы. Место почвы в БК. Продуктивность экосистем, ее типы и количественные характеристики; балансовые модели оценки. Пищевые цепи и сети; иерархия трофических уровней, экологическая эффективность, правило пирамиды. Трофические функции, их влияние на структурно-функциональную организацию биогеоценозов. Динамика, устойчивость и режимы функционирования биогеоценозов. Флюктуационная (обратимая) и направленная динамика. Сукцессии, их типы, механизмы и тренды. Концепции климакса, поликлимакса, инварианта. Экогенетические (автогенные) сукцессий, вторичные сукцессии, демулационный комплекс. Эндогенные триггерные и колебательные режимы, их моделирование. Колебания численности микроорганизмов в почве, урожайности (агро)фитоценозов, их причины и описание. Биоразнообразие и устойчивость в экосистемах.

Тема 2.

Биогеохимические процессы в экосистемах и биосфере:

Круговороты (циклы) веществ и химических элементов. Концепция биосферы и роли живого вещества в ее организации и функционировании по В.И. Вернадскому; законы биогенной миграции атомов и органогенного парагенезиса. Педосфера; значение почв в структурно-функциональной организации биосферы. Сопряжение и взаимообусловленность биологического и геологического круговоротов веществ и энергии по В.Р. Вильямсу; роль живых организмов и человека в глобальных и локальных биогеохимических процессах. Продуктивность, биоразнообразие и устойчивость биосферы. Балансовый подход к количественной оценке круговоротов. Круговороты газообразных веществ и осадочные циклы. Круговорот углерода в экосистемах и биосфере. Основные резервуары и потоки углерода, роль почв в углеродном цикле. Углеродный баланс и его антропогенные изменения, причины и механизмы акселерации парникового эффекта и глобальных климатических изменений. Количественная оценка и

моделирование динамики органического вещества в биокосных системах. Соотношение биопродуктивности и устойчивости. Круговорот воды, роль живых организмов в его становлении и поддержании. Кислородный баланс на планете, его антропогенное нарушение. Круговороты основных биофильных элементов (азота, фосфора, серы, биогенных катионов). Биогеохимические циклы технофильных элементов, загрязнение, техногенные миграции. Глобальные потоки энергии, их соотношение; антропогенные изменения энергетики планеты и проблемы устойчивости.

Тема 3.

Основные экосистемы Земли, особенности их биогеохимических круговоротов, устойчивости и продуктивности; значение почв в организации природных и антропогенных экосистем:

Основные типы наземных экосистем (биомов); концепция климатической зональности и современные глобальные изменения климата Планеты. Влажные вечнозеленые экваториальные и тропические леса (сельва, гилеи, джунгли) и их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Сезонные листопадные субэкваториальные и тропические (муссонные) леса и их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Субтропические жестколистные леса, гариги, скрабы и их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Широколиственные леса умеренного пояса, их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Бореальные хвойные леса (тайга), их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Модели и механизмы автогенных (экогенетических) и вторичных сукцессий лесов, влияние глобальных климатических изменений. Саванны и редколесье, их характеристика (распространение, климат, рельеф, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Степи, прерии, пампа, их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Моделирование эволюции и антропогенной деградации черноземов. Пустыни, полупустыни, их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Поливное земледелие и вторичное засоление аридных земель; влагоаккумулятивные почвенные конструкции с противосолевыми экранами; альтернативные источники энергии и технологии освоения пустынь. Тундры, полярные пустыни, их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Горы, распространение, климатические характеристики, вертикальная зональность (поясность), почвы, продуктивность и биоразнообразие, основные экологические проблемы. Интразональные гидроморфные экосистемы (болота, топи, мангры..), их характеристика (распространение, климат, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы). Водные микроэкосистемы (капля воды). Замкнутые водные экосистемы суши (озера, пруды..): (распространение, биоразнообразие, трофические взаимоотношения и биокруговорот, основные экологические проблемы). Проточные водные экосистемы суши (реки): (распространение, биоразнообразие, трофические взаимоотношения и биокруговорот, основные экологические проблемы). Водные экосистемы морей и океанов: (океан-единая глобальная экосистема, зональность океанических биомов (бенталь, неритическая, океаническая области; фотическая и афотическая зоны; абиссаль – самая обширная биогеографическая зона планеты); трофические взаимоотношения, сравнение

продуктивности наземных и океанических экосистем). Морские экосистемы – бенталь и пелагиаль (строение, распространение организмов, биоразнообразие, трофические взаимоотношения и биокруговорот), основные экологические проблемы. Основные экологические проблемы Мирового океана (загрязнение, истощение биоресурсов, глобальные климатические изменения).

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Типовые контрольные задания для проверки умения

Рекомендуемые темы:

- 1) Структура современной экологии, связь с другими науками.
- 2) Краткая история становления и развития экологии как фундаментальной дисциплины.
- 3) Основные идеи и парадигмы экологии.
- 4) Экология и почвоведение – общие истоки и пути развития.
- 5) Биологические и биокосные системы: состав (компоненты), внешние и внутренние факторы организации.
- 6) Основные феноменологические подходы к количественному описанию и моделированию динамических систем. Линейные и нелинейные системы в экологии.
- 7) Критерии устойчивости по Ляпунову, примеры анализа устойчивости для систем с одной и двумя фазовыми переменными.
- 8) Распределенные системы и модели: равновесные, переходные структуры (распределения); самоорганизация за пределами равновесия.
- 9) Факторно-адаптивная парадигма эволюции. Критический анализ эволюционной теории (дарвинизм, неodarвинизм) и современные эволюционные разработки.
- 10) Видимый свет и его экологическое воздействие.
- 11) Количественные характеристики воздействия излучения на живые объекты (поглощенная доза излучения, коэффициент качества, эквивалентная доза, коэффициент радиационного риска, кумулятивные дозы, период полураспада).
- 12) Качественный и количественный состав пищи, влияние на живые организмы, понятие трофической функции, пример функции Михаэлиса-Ментен).
- 13) Современные методы контроля и мониторинга температуры (демонстрация навыков владения программным обеспечением датчиков «термохрон» и «гигрохрон»).
- 14) Современные методы экологического контроля и мониторинга влажности, энергетического и солевого состояния влаги.
- 15) Влияние гидротермических факторов на синтез и деструкцию органических веществ.
- 16) Модели аменсализма, комменсализма, конкуренции, системы «хищник-жертва»: стационарные состояния, устойчивость, режимы функционирования, численные эксперименты в среде MATLAB.
- 17) Концепция устойчивого развития; международное сотрудничество, организации, форумы и соглашения. Законодательство в сфере экологии.
- 18) Динамика, устойчивость и режимы функционирования экосистем (биогеоценозов).
- 19) Концепция биосферы и роли живого вещества в ее организации и функционировании по В.И. Вернадскому.
- 20) Углеродный баланс и его антропогенные изменения, причины и механизмы акселерации парникового эффекта и глобальных климатических изменений.

- 21) Количественная оценка и моделирование динамики органического вещества в биокосных системах.
- 22) Моделирование эволюции и антропогенной деградации черноземов.
- 23) Основные экологические проблемы Мирового океана, управление водными ресурсами

Примеры контрольных работ:

КР№. _____ (Ф.И.О.)

1. Автор первого учебника-монографии по экологии

1. А. Тэнсли _____ 2. Э. Геккель _____ 3. Ч. Элтон _____

2. Распределение особей популяции по пяти возрастным классам от минимального до максимального возраста составило ряд: 5% 10% 40% 30% 15%. Выбрать тип популяции:

1. Растущая _____ 2. Стабильная _____ 3. Сокращающаяся _____

3. Выбрать наиболее вероятный биом (из списка на обороте страницы, кроме №10):

Есть древесная, преимущественно лиственная растительность, различные виды осок, злаков, эпифитов, почвы имеют серую или бурую окраску, часто легкого гранулометрического состава, электропроводность почвенного раствора $EC=6,5$ дСм/м, $pH=7,9$, опад быстро разлагается, представители фауны: лисица, еж, сойка, в круговороте элементов много азота, кальция.

№ биома _____

4. Удельный рост древостоя ($c(t)$), определенный по древесным кернам, описывается логистической функцией $c(t) = \frac{1}{1 + a \cdot \exp(-rt)}$, где a , r – эмпирические параметры.

Используя программу S-Plot, определить мальтузианский параметр роста r по экспериментальным данным:

t, год	0	10	13	18	23	37	53	70
c(t)	0	0,14	0,36	0,61	0,82	0,95	0,99	1,00

r _____ год⁻¹

5. Используя программу Matlab и оцененный в предыдущей задаче мальтузианский параметр роста r , провести численный эксперимент с триггерной моделью роста древостоя в зависимости от уровня увлажнения почвы (k – константа отмирания древостоя и опада, год⁻¹, K – емкость среды, т/га, W – запас почвенной влаги, мм, W_s – запас влаги в состоянии насыщения почвы, W_r – запас влаги в состоянии устойчивого завядания древостоя, P – годовые осадки, мм/год, g – константа водообмена в почве, год⁻¹):

$$\frac{dC}{dt} = rC \frac{(W - W_r)}{W_s} - k \frac{C^2}{K}; \quad \frac{dW}{dt} = P - gW.$$

Значения параметров модели: $k=0,02$ год⁻¹, $K=60$ т/га, $W_s=600$ мм, $W_r=300$ мм, $g=1,0$ год⁻¹, начальные запасы биомассы $C_0=50$ т/га, влаги $W_0=100$ мм, временной промежуток (tspan) 0-200лет. При каком минимально возможном из уровней осадков $P=200, 300, 400, 600$ мм начнется рост древостоя. Для численных расчетов адаптировать под задачу шаблонные файлы ecoAS, ecoFunAS, сохранив их с добавлением номера своей контрольной работы: (ecoAS12, ecoFunAS12).

$P=$ _____ мм

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

1. Экология как наука. Определение экологии, цель и задачи. Предмет экологии. Биологические и биокосные системы. Человек, общество, природа. Абиотические компоненты окружающей среды. Комплекс взаимодействий и методология его изучения. Иерархические уровни организации материи и место экологии в их изучении.
2. Структура современной экологии, связь с другими науками. Цивилизация и Природа – история взаимоотношений. Материалистическое и религиозное мировоззрения.
3. Краткая история становления и развития экологии как фундаментальной дисциплины. Превращение экологии в мегадисциплину.
4. Основные идеи и парадигмы экологии; экология и почвоведение – общие истоки и пути развития.
5. Основные феноменологические подходы к количественному описанию и моделированию динамических систем. Понятия термодинамического равновесия и стационарного состояния. Равновесие и жизнь.
6. Устойчивость равновесных состояний. Критерии устойчивости по Ляпунову, примеры анализа устойчивости для систем с одной и двумя фазовыми переменными. Множественность характерных состояний в нелинейных системах, аттракторы, бифуркации и переходы между состояниями. Динамическая и структурная неустойчивость, сложные эндогенные формы поведения динамических систем во времени (колебательные режимы, хаос, катастрофы) и пространстве (диссипативные структуры).
7. Аналитические и численные методы в моделировании динамических систем. Возможности современных компьютерных программ в решении численных задач математической экологии (на примере MATLAB).
8. Религиозно-философские и научные трактовки мироздания и динамики мира. Цикличность и направленность развития, прогресс и регресс. Духовные законы (заповеди) мироздания. Материальное и духовное в постижении мира и его устройства.
9. Специфика Жизни, характерные свойства живых объектов; Жизнь и энтропия. Состав и структурные элементы живого. РНК-мир, современная классификация живых объектов. Общность строения живого: клетка – элементарная живая система, ткани многоклеточных организмов.
10. Основные процессы жизнеобеспечения: обмен веществ. Биосинтез белков, фотосинтез и хемосинтез, энергетический обмен (диссимиляция), сопряженность ассимиляционных и диссимиляционных процессов. Анаэробное и аэробное дыхание. Экологические категории организмов; метаболизм и гомеостаз.
11. Рост и развитие организмов, движение и реакция. Воспроизводство и наследование, изменчивость и отбор, понятия биологического вида, генотипа, фенотипа; Управление наследственностью, генная инженерия.
12. Среда и экологические факторы. Эндогенные (компоненты) и экзогенные факторы, природные и антропогенные факторы, основные (императивные) и второстепенные факторы, условия и ресурсы. Пространство экологических факторов и функции

- отклика; стенобионтные и эврибионтные виды. Экологические ниши (понятия, типы, формализация); пересечение экологических ниш, принцип Гаузе.
13. Общие законы и принципы воздействия экологических факторов. 3-н минимум-фактора (Либиха), 3-н селективного действия, 3-н компенсации, 3-н незаменимости базовых факторов, принцип «фазовых реакций», 3-н толерантности (Шелфорда), совокупное действие факторов и т.д.
 14. Динамика факторов и реакция организмов. Изменчивость, адаптации, средообразующая деятельность; понятие экогенеза, единство адаптации и средообразующей деятельности в динамике биологических и биокосных систем. Экологические формы, примеры. Понятия жизненной формы организмов и конвергенции. Классификации жизненных форм.
 15. Факторно-адаптивная парадигма эволюции. Основные факторы эволюции по Дарвину. Синтетическая теория эволюции. Стохастичность или детерминизм? Критика эволюционного учения Дарвина и современные эволюционные разработки. Борьба за существование или социально-духовные законы в эволюции общества и земной цивилизации?
 16. Излучение: понятие электромагнитного излучение, спектр, радиоволны, ИФК-излучение, видимый свет, ультрафиолет, рентгеновское излучение, гамма-излучение. Видимый свет и его экологическое воздействие. Спектральная характеристика, радиационный баланс, фотосинтез, эффективность использования растениями, ярусность как адаптация растений к световому потоку, экологические группы растений по отношению к свету, экологическая роль света в жизни животных.
 17. Радиоактивность. Понятие радиоактивности, протонно-нейтронная модель ядра, массовое и зарядовое числа, изотопы. Спонтанное излучение, ядерные и термоядерные реакции, виды излучения (альфа, бета, гамма). Количественные характеристики воздействия излучения на живые объекты (поглощенная доза излучения, коэффициент качества, эквивалентная доза, коэффициент радиационного риска, кумулятивные дозы, период полураспада)
 18. Давление. Количественные характеристики в зависимости от высоты (глубины) в атмосфере и водной среде. Влияние на климатические условия и жизнедеятельность организмов. Топографические факторы (рельеф). Роль рельефа в перераспределении веществ и энергии на поверхности земли, влияние на климатические параметры (температура, осадки), вертикальная зональность (поясность), различия в экспозиции склонов, действие силы тяжести и катастрофические явления в горах.
 19. Состав и подвижность среды. Водная, воздушная, почвенная среды (основные компоненты состава, соленость, растворимость газообразных веществ, минеральный и органический состав почвогрунтов, дисперсность, течения и иные формы динамики сред). Экзогенные (космические) и эндогенные катастрофические факторы и явления. Пожары, извержения, землетрясения, наводнения, циклоны, цунами, космические факторы угрозы жизни на планете.
 20. Пища (трофические факторы и ресурсы). Качественный и количественный состав пищи, влияние на живые организмы, понятие трофической функции, пример функции Михаэлиса-Ментен). Запасы питательных веществ в распределенных средах (на примере почв), их расчет с помощью сплайн-аппроксимации и алгоритмов численного интегрирования в Excel. Ресурсная оценка загрязнения почв с использованием показателей запасов поллютантов.
 21. Тепло и температура как экологические факторы. Тепловой баланс деятельной поверхности. Температурные границы жизни, распределение тепла по земной поверхности. Стратегии адаптации и экогруппы организмов по температурному

- фактору. Тепловые потоки и вертикальное распределение температур в нагреваемых средах, з-н Фурье. Температурная стратификация и инверсия.
22. Понятия теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности, зависимости от состава и качества среды. Современные методы контроля и мониторинга температуры (навыки владения программным обеспечением датчиков «термохрон» и «гигрохрон»).
 23. Осадки и влажность как экологические факторы. Распределение осадков по зонам земного шара, климатограммы. Адаптации растений к недостатку влаги. Экогруппы растений по отношению к воде. Механизмы влагопотребления растений и регулировки транспирации. Количественные гидрологические показатели (влажность воздуха, влажность почв, организмов и материалов, запасы и баланс влаги.).
 24. Понятие потенциала почвенной влаги, значение для оценки доступности влаги организмам и перемещения растворов в почвах. Осмотический потенциал, солевое состояние почв и их интегральная кондуктометрическая оценка. Действие засоления на рост и продуктивность растительных культур.
 25. Современные методы экологического контроля и мониторинга влажности, энергетического и солевого состояния влаги. Влияние гидротермических факторов на синтез и деструкцию органических веществ. Примеры функций отклика, правило Вант-Гоффа, температурный коэффициент Q_{10} . Моделирование зависимости дыхания почв от гидротермических условий. Экологическая оценка функционирования почв по дыханию.
 26. Понятие популяции, отличие от вида, количественные характеристики популяции и ее динамики; проблемы выделения и подсчета особей. Пространственная структура популяций: Типы распределения особей (по Одуму); коэффициент дисперсии; ареалы популяций.
 27. Этологическая (поведенческая) структура популяций. Возрастная и половая структура популяции. Динамика популяций. Кривые выживания; скорости прироста населения планеты.
 28. Экспоненциальный и логистический рост. К- и r- стратегии. Потенциальные режимы в дискретных моделях популяции
 29. Синэкология, понятие биоценоза. сообщества. Типы взаимодействия между организмами. Модели амменсализма и комменсализма. Стационарные состояния, устойчивость, численные эксперименты в системе MATLAB. Модели конкуренции. Стационарные состояния, устойчивость, численные эксперименты; группировка стратегий конкуренции среди растений по Л.Г. Раменскому. Хищничество; модели «хищник-жертва», трофическая функция Лотки-Вольтерра; стационарные состояния, устойчивость, численные эксперименты.
 30. Видовая структура сообществ, показатели обилия (участия) видов, шкалы глазомерной оценки обилия видов (Тесли, Браун-Бланке, Гульта-Друде); модели ранговых распределений видов, показатели сходства (сопряженности видового разнообразия). Разнообразие и устойчивость сообществ. Пространственная структура сообществ, вертикальная (ярусность), горизонтальная (синузиальная) структура; ценотипы, показатель доминантности. Понятие экотона, экотонный эффект.
 31. Понятия экосистемы и биогеоценоза их общие черты и отличия; движущая сила функционирования экосистем; различия экосистем по степени замкнутости.
 32. Биопродуктивность. Основные понятия и определения (первичная, вторичная, валовая первичная, чистая первичная продуктивность, удельная продуктивность). Закономерности распределения годичной продуктивности в наземных и океанических экосистемах.

33. Круговороты (циклы) веществ и химических элементов. Роль живых организмов и человека в глобальных и локальных биогеохимических процессах. Балансовый подход к количественной оценке круговоротов.
34. Пищевые (трофические) цепи, сети. Правило пирамиды и его значение при оценке биоаккумуляции загрязняющих веществ.
35. Динамическое моделирование трофических взаимоотношений; автоколебательные режимы в трехуровневых системах; численные эксперименты в среде MATLAB.
36. Структурная организация экосистем (парцеллы, биогеогоризонты); понятия пространственной вариабельности, анизотропии и способы их изучения в экологии и почвоведении. Точечное земледелие.
37. Динамика экосистем. Формы динамики и их взаимообусловленность. Сукцессионная динамика, типы сукцессий (американская и русская школы).
38. Динамика и устойчивость. Внешние и внутренние причины динамики; роль нелинейных внутренних взаимосвязей «живое-косное» в формировании сложного поведения динамических биокосных систем.
39. Круговороты (циклы) веществ и химических элементов. Роль живых организмов и человека в глобальных и локальных биогеохимических процессах. Балансовый подход к количественной оценке круговоротов (запасы веществ и их трансформация (потоки), блок-диаграммы).
40. Круговорот углерода в экосистемах и биосфере. Основные резервуары и потоки углерода. Углеродный баланс и его антропогенные изменения.
41. Количественная оценка и моделирование динамики органического вещества в биокосных системах. Напряженность (интенсивность) круговорота органических веществ; опадно-подстилочный коэффициент (k).
42. Темпы деструкции органического вещества в разных типах экосистем; определяющие факторы. Роль кинетики трансформации органического вещества в динамике БГЦ.
43. Круговорот воды, роль живых организмов в его становлении и поддержании.
44. Кислородный баланс на планете, его антропогенное нарушение.
45. Круговороты основных биофильных элементов (азота, фосфора, серы, биогенных катионов). Сукцессионные изменения биокруговоротов.
46. Биогеохимические циклы технофильных элементов, загрязнение, техногенные миграции.
47. Глобальные потоки энергии, их соотношение; антропогенные изменения энергетики планеты и проблемы устойчивости.
48. Основные биомы суши, их продуктивность, почвы. Закономерности географического распространения (зональность).
49. Влажные вечнозеленые экваториальные и тропические леса (сельва, гилеи, джунгли) и их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).
50. Сезонные листопадные субэкваториальные и тропические (муссонные) леса и их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы)..
51. Субтропические жестколистные леса, гариги, скрабы и их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).
52. Широколиственные леса умеренного пояса, их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).

53. Бореальные хвойные леса (тайга), их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).
54. Саванны и редколесье, их характеристика (распространение, климат, рельеф, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).
55. Степи, прерии, пампа, их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).
56. Пустыни, полупустыни, их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).
57. Тундры, полярные пустыни, их характеристика (распространение, климат, рельеф, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).
58. Горы, распространение, климатические характеристики, вертикальная зональность (поясность), почвы, продуктивность и биоразнообразие, основные экологические проблемы.
59. Интразональные гидроморфные экосистемы (болота, топи, мангры..), их характеристика (распространение, климат, почвы, продуктивность, биоразнообразие, биогеохимический круговорот, экологические проблемы).
60. Водные микроэкосистемы (капля воды). Водные экосистемы суши (озера, пруды.): (распространение, биоразнообразие, трофические взаимоотношения и биокруговорот, основные экологические проблемы).
61. Водные экосистемы суши (реки): (распространение, биоразнообразие, трофические взаимоотношения и биокруговорот, основные экологические проблемы).
62. Водные экосистемы морей и океанов: (океан-единая глобальная экосистема, зональность океанических биомов (бенталь, неритическая, океаническая области; фотическая и афотическая зоны; абиссаль – самая обширная биогеографическая зона планеты); трофические взаимоотношения, сравнение продуктивности наземных и океанических экосистем).
63. Морские экосистемы– бенталь и пелагиаль (строение, распространение организмов, биоразнообразие, трофические взаимоотношения и биокруговорот), основные экологические проблемы
64. Основные экологические проблемы Мирового океана (загрязнение, истощение биоресурсов, глобальные климатические изменения).
65. Управление водными ресурсами – экологическое нормирование отлова рыбы : (триггерные модели, характерные состояния, устойчивость, динамика, оптимизация отлова при сохранении устойчивости).

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы:

А. Основная литература:

Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология М.: Дрофа, 2005. 622 с.

Одум Ю. Экология М.: Мир 1986, т.1 325с., т.2 373с.

Основы лесной биогеоценологии. п/ред ак. Сукачева В.Н. М.: Наука, 1964. 574 с.

Уитеккер Р. Сообщества и экосистемы М.: Прогресс, 1980

Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология М.: МГУ, 1980. 464 с.

№ п/п	Автор	Название книги/статьи	Отв. редактор	Место издания	Издательство	Год издания	Название журнала	Том (выпуск) журнала	Номер журнала
1	Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П.	Экология		М	Дрофа	2005			
2	Одум Ю.	Экология		М	Мир	1986		т.1 325с., т.2 373с.	
3		Основы лесной биogeоценологии	п/ред ак. Сукачева В.Н	М	Наука	1964			
4	Уиттеккер Р.	Сообщества и экосистемы		М	Прогресс	1980			
5	Федоров В.Д., Гильманов Т.Г.	Экология		М	МГУ	1980			

Б. Дополнительная литература.

Будыко М.И. Глобальная экология М.: Мысль, 1977. 327с.

Быков Б.А. Экологический словарь Алма-Ата: Наука, 1983, 216с.

Бродская Н.А., Воробьев О.Г., Маковский А.Н. и др. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров. М.: Дрофа, 2006. 508 с.

Вернадский В.И. Живое вещество и биосфера М.: Наука, 1994. 672с.

Глаголев М.В., Смагин А.В. Приложения MATLAB для численных задач биологии, экологии и почвоведения М.: МГУ, 2005 200с.

Основы экологического мониторинга (практическое пособие для бакалавров). П/ред И.С. Белюченко, А.В. Смагина. Краснодар.: КубГАУ, 2012. 252 с

Белюченко И.С., Смагин А.В., Попок Л.Б., Попок Л.Е. Анализ данных и математическое моделирование в экологии и природопользовании // Краснодар: КубГау, 2015, 312 с.

Смагин А.В. Теория и практика конструирования почв. М.: Издательство Московского ун-та. 2012. 544 с.

Форрестер Д. Мировая динамика М.: Наука, 1978, 168с.

Нормативно-правовые документы, электронные версии учебно-методической и научной литературы по курсу;

В. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

Компьютерные программы: SIGMA-PLOT-7, MATLAB-7, EXCEL-2003, DALLAS SEMICONDUCTOR.

Интернет-источники: <http://www.lib.msu.ru/> , bookfi.ru , matematikam.ru/online/dif...копия, http://mathematik.boom.ru/math_ecol.html, www.normativ.su, <http://moscow.soil.msu.ru/>, <http://www.mosecom.ru/> <http://www.twirpx.com/files/husbandry/soilscience/>

- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- Описание материально-технического обеспечения:

А. Помещения

- лекционная потоковая аудитория, оборудованная оргтехникой (проектор, компьютер, выход в Интернет);
- машинный класс с выходом в интернет для проведения семинарских и самостоятельных занятий по компьютерному моделированию, использованию современных математических моделей в экологии, а также подготовки студентов к промежуточной и основной форме аттестации.

Б. Оборудование:

Для лекционной и семинарской аудиторий: необходимая оргтехника, ЭВМ, выход в интернет и др.

Для демонстрационных практических работ на лекциях и семинарах: соответствующие приборы, автоматизированные сенсоры с программным обеспечением для экспрессной экологической оценки и мониторинга объектов окружающей среды.

9. Язык преподавания: русский

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки / специальности «Экология и природопользование» программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.