

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет**

«Утверждено»

Декан географического факультета,
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано

Учебно-методической комиссией
факультета

« 14 » 02 2019 г., пр. № 1
(Handwritten signature)

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Количественные методы в ландшафтно-геоэкологических
исследованиях»**

*по направлению подготовки 05.03.06 "Экология и природопользование"
направленность (профиль) "Геоэкология и физическая география мира"
уровня высшего образования бакалавриат
с присвоением квалификации «бакалавр»*

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

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель изучение современных количественных и качественных методов и практических навыков покомпонентной и комплексной оценки состояния ландшафтов, природно-ресурсного потенциала территории, освоение современного арсенала методологических приемов управления природопользованием.

В курсе рассматриваются общие вопросы математической обработки экспериментальных данных с применением знаний по теории вероятностей и статистического анализа. На основе полученных знаний, студенты, используя современные компьютерные технологии, решают задачи по математической обработке данных, применительно к природным объектам.

Задачи:

- знакомство студентов с общими теоретическими подходами к геоэкологической оценке территории;
- овладение основами математических методов в геоэкологических исследованиях;
- получение представлений об имитационном моделировании экологических процессов;
- изучение количественных и качественных методов комплексной и покомпонентной оценки состояния ландшафтов;
- получение практических навыков оценки природоресурсного потенциала территории.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам специализации направленности (профиля) «Геоэкология и физическая география мира», входит в модуль "Методы геоэкологических исследований", читается на 2-м курсе, в 4-м семестре. Является частью специальной подготовки студентов, позволяющей им получить знания о современных методах анализа и оценки природно-ресурсного потенциала территории и геоэкологического состояния природных ландшафтов, измененных хозяйственной деятельностью человека.

Курс методический и находится в тесной связи с курсами «Методы полевых ландшафтно-геоэкологических исследований», «Геоэкология», «Геоинформационные системы в геоэкологии», «Геоэкологическое картографирование».

Дисциплина «Количественные методы в ландшафтно-геоэкологических исследованиях» закладывает необходимые методические основы для последующего освоения дисциплин модулей «Общая и региональная геоэкология» и «Геоэкологические аспекты управления природными ресурсами мира», а также для реализации научно-исследовательской работы студентов, обучающихся по профилю.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

- владение геоинформационными технологиями, методами анализа данных полевых и камеральных геосистем; материалов дистанционного зондирования для диагностики состояния окружающей среды и геоэкологических оценок, способность применять принципы классификации современных ландшафтов для целей геоэкологического картографирования на глобальном и региональном уровне (СПК-3.Б, формируется частично).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать современные теоретические и методологические подходы к оценке процессов и явлений в современных ландшафтах, источники и методы сбора и анализа пространственных, статистических и др. данных для геоэкологической оценки территории.

Владеть отечественными и зарубежными методами анализа и оценки состояния современных ландшафтов.

Уметь подбирать, анализировать и обрабатывать информацию для целей оценки и последующего геоэкологического картографирования территории при решении теоретических и прикладных задач в области экологии и природопользования.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, или 72 часа. Общая аудиторная нагрузка – 39 часов, в т.ч. лекции – 13 часов и практические занятия – 26 часов. Объем самостоятельной работы студентов – 33 академических часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины			Виды учебной работы, <u>включая</u> СРС и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Форма промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
				Контактная работа		СРС	
				лекции	семинары		
2	Раздел 1. Геоэкологический анализ и его задачи	4	1	0	2	2	
3	Раздел 2. Общие теоретические подходы к геоэкологической оценке территории	4	2-3	0	5	5	Отчет по практическим занятиям
4	Раздел 3. Математические методы в геоэкологических исследованиях	4	4-8	0	17	12	Отчет по практическим занятиям
5	Раздел 4. Оценка природных ресурсов	4	9-13	0	15	11	Отчет по практическим занятиям
6	Промежуточная аттестация					3	Зачет
7	Итого	4	13	0	39	33	

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций

Раздел 1. Геоэкологический анализ и его задачи

Тема 1. Понятия экологическая и геоэкологическая оценка территории.

Отечественные и зарубежные разработки по оценке состояния окружающей среды.

Изучение связей и взаимодействий в геосистемах, определяющих их состояние.

Оценка современного состояния геосистем. Определение тенденций изменения состояний геосистем и прогноз их возможных изменений. Определение мер по оптимизации состояния геосистем, выявление изменений состояний геосистем после их реализации. Внесение коррективов в методику и практику оценки и прогноза изменения состояния геосистем.

Этапы экологической оценки: установление природно-ландшафтной дифференциации, определение состояния ландшафтов и их компонентов, выявление антропогенных воздействий на ландшафт, установление потенциала устойчивости ландшафтов, определение экологических ситуаций и оценку степени их остроты.

Тема 2. Анализ природно-ландшафтной дифференциации территории. Выявление региональных особенностей природы, проявляющихся в экологически значимых свойствах ландшафтов. Свойства ландшафтов, способствующие или препятствующие проявлению экологических проблем. Свойства ландшафтов, представляющие особую ценность для жизнедеятельности человека и поддержания средоформирующих функций ландшафтов.

Количественные методы оценки пространственной структуры ландшафтов: степени раздробленности, степени соседства, степени индивидуальности и др.

Тема 3. Оценка роли антропогенного фактора в формировании геозкосистем. Воздействие человека на природные геозкосистемы: прямое, косвенное. Характер проявления антропогенных воздействий в пространстве. Точечные, линейные, площадные антропогенные воздействия. Масштабы их проявления. Локальные, региональные и глобальные воздействия.

Тема 4. Понятие природный потенциал ландшафта и его составляющие. Потенциал устойчивости ландшафта. Ресурсный потенциал. Экологический потенциал ландшафта. Экологические проблемы - проблемы, связанные с перегрузкой природных систем. Проблемы, связанные с переиспользованием природного (ресурсного) потенциала. Проблемы, связанные с изначально неблагоприятными свойствами природных систем, с негативными свойствами в результате деятельности человека.

Раздел 2. Общие теоретические подходы к геоэкологической оценке территории

Тема 1. Основные направления геоэкологических исследований территории.

Анализ ландшафтной структуры территории, качественная и количественная оценка природных ресурсов для основных видов хозяйственной деятельности; оценка состояния окружающей среды: загрязнения атмосферы, водных ресурсов, почвы, комплексная оценка состояния ландшафтов.

Методы исследования и оценки природных явлений и процессов: ландшафтно-географические, геохимические, статистический анализ, информационный анализ. Крупно- и мелкомасштабные исследования. Репрезентативность исходных данных. Нормирование показателей состояния географических объектов и явлений. Степень точности и генерализации ожидаемых результатов в зависимости от целевого назначения анализа.

Тема 2. Статистико-математический анализ. Основные приемы статистического анализа фактического материала, используемые при оценке различных видов природных ресурсов. Понятие о статистической совокупности. Выборочный метод изучения статистических совокупностей. Решение задач по определению среднего квадратического отклонения, коэффициента корреляции на примере анализа связей в физико-географических процессах.

Тема 3. Метод балансов. Порядок физико-географических исследований, основанных на методе балансов. Статьи прихода и расхода баланса, сальдо баланса. Принципиально нейтральный баланс. Значимое сальдо баланса, тренд изменения балансируемой величины. Полный и частный баланс. Водный баланс почвы. Водный баланс ландшафта. Границы балансируемой системы. Пространственные и временные границы. Транзитный баланс. Оформление расчетов. Формы отражения балансов.

Тема 4. Балльная оценка и классификации.

Системы баллов и их применение при решении географических задач. Измерительные и оценочные баллы, понятие об опорной шкале. Простые и сложные баллы. Весовые коэффициенты. Соответствие баллов изучаемым явлениям.

Понятия классификация, таксономия, типизация, типология, группировка. Виды классификаций. Классификация – основа районирования. Принципы построения классификаций. Правила деление объема понятий. Выбор классификационного признака. Примеры корректных и некорректных классификаций. Перекрестные классификации, или решетки.

Раздел 3. Математические методы в геоэкологических исследованиях

Тема 1. Типы задач, возникающих при обработке географических данных и основы теории вероятностей.

Анализ причинных связей между явлениями. Математические модели, используемые для описания географических процессов: детерминированные, вероятностные и статистические. Взаимосвязи между различными типами моделей. Типы данных, получаемых при геоэкологических исследованиях. Параметрические и непараметрические величины. Шкалы измерения: номинальная, порядковая, интервальная, отношений.

Определение вероятности. Способы расчета вероятности реализации события. События: невозможные, достоверные, совместные, несовместные, зависимые. Формула полной вероятности. Формула условной вероятности. Теорема оценки правдоподобия гипотез Байеса. Теоремы о повторении опытов.

Тема 2. Случайные величины и законы их распределения.

Основные примеры дискретных и непрерывных распределений. Функция распределения плотности вероятностей. Функция распределения вероятностей. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок. Плотность распределения. Числовые характеристики случайных величин: математическое ожидание, мода, медиана. Асимметрия и эксцесс. Дисперсия, среднее квадратичное отклонение. Коэффициенты асимметрии и эксцесса. Закон равномерной плотности. Биномиальное распределение Бернулли. Закон редких событий Пуассона.

Нормальная функция распределения и ее свойства. Нормальный закон распределения, как асимптотическое приближение биномиального распределения для непрерывной случайной величины. Нормальный закон, как следствие аддитивного воздействия факторов на случайную величину. Функция распределения плотности вероятностей, функция распределения вероятностей.

Параметры нормальной функция распределения. Стандартные параметры. Числовые характеристики: математическое ожидание, мода, медиана, асимметрия и эксцесс. Вероятность попадания случайной величины на заданный участок. Правило трех сигм и его использование для выделения аномальных точек геохимического поля. Распределение Типпета. Таблицы оценки стандартного отклонения по размаху.

Логнормальный закон, как следствие последовательного мультипликативного воздействия факторов на случайную величину. Свойства логнормального закона и его параметры.

Изучение свойств нормального и логнормального распределений.

Тема 3. Статистические параметры выборочных совокупностей.

Природные вариации содержания химических элементов в горных породах. Основные понятия теории математической статистики: генеральная и выборочная совокупности. Методы составления выборок: регулярная сеть наблюдения и случайное расположение точек опробования.

Эмпирические функции распределения плотности вероятностей случайных величин. Гистограмма и правила ее построения. Числовые характеристики статистического распределения: оценки математического ожидания, дисперсии, стандартного отклонения. Число степеней свободы. Доверительный интервал оценки математического ожидания.

Составление выборок по объектам. Построение эмпирических функций (гистограмм) распределения плотности вероятностей макро и микроэлементов. Нахождение оценок параметров выборочных совокупностей: среднее значение, дисперсия, коэффициенты асимметрии и эксцесса.

Тема 4. Аппроксимация распределений химических элементов природных объектах вероятностными законами.

Критерии соответствия эмпирических распределений с вероятностным законам. Использование свойств шкал измерения для оценки соответствия природного распределения

нормальному закону. Проверка нормальности распределения по асимметрии и эксцессу. Критерий Пирсона. Критерий Колмогорова.

Статистическая оценка гипотез Недопустимость сравнения содержания химического элемента в двух разных породах при наличии одного анализа каждой породы Критерий Стьюдента для установления значимости различий двух средних. Критерий Фишера для значимости различий дисперсий двух распределений. Однофакторный дисперсионный анализ.

Решение задачи аппроксимации распределения содержания химического элемента в массиве горных пород нормальным или логнормальным законами с помощью критериев Пирсона и Колмогорова. Выделение аномальных точек геохимического поля горных пород.

Составление выборок по массивам горных пород и оценка значимости различия в них средних содержаний макро- и микроэлементов.

Тема 5. Ошибки измерений.

Закон случайных ошибок Гаусса. Абсолютная и относительная погрешности. Случайные и систематические ошибки. Оценивание систематической и случайных ошибок по серии параллельных наблюдений. Мера точности. Соотношение между точностью и ошибкой. Предельная абсолютная и относительная погрешности функциональной величины. Методы расчета абсолютной и относительной погрешностей суммы, разности, частного, произведения и степенной функции.

Тема 6. Основы анализа многомерных данных.

Смешанный парный момент и коэффициент корреляции между содержаниями химических элементов. Значимость коэффициента корреляции. Ранговый коэффициент корреляции. Корреляция в закрытой числовой системе. Транзитность корреляционных связей между содержаниями химических элементов. Коэффициент частной корреляции. Ограничения в части генетического истолкования коэффициента корреляции. Методы визуализации данных корреляционного анализа. Корреляционные спектры и дендрограммы. Уравнения регрессии. Применение регрессионного анализа для решения геохимических задач. Оценка значимости регрессии. Уравнение линии многомерной регрессии. Доверительные интервалы предсказанных оценок. Основы факторного анализа. Метод главных компонент. Вращение факторов. Методы многомерной классификации. Кластерный анализ. Нормировка данных, расстояния и классы. Понятие метрики. Иерархические методы классификации.

Тема 7. Имитационное моделирование экологических процессов

Свойства сложных систем. Сложная система, как объект моделирования. Прикладной системный анализ – методология исследования сложных систем.

Определение модели. Общая классификация основных видов моделирования.

Метод имитационного моделирования и его особенности. Статистическое и динамическое представление моделируемой системы. Понятие о модельном времени. Механизм продвижения модельного времени. Дискретные и непрерывные имитационные модели. Модельный алгоритм. Имитационная модель. Проблемы стратегического и тактического планирования имитационного эксперимента.

Основные этапы имитационного моделирования. Общая технологическая схема. Формулировка проблемы и определение целей имитационного исследования. Разработка концептуальной модели объекта моделирования. Сбор и анализ исходных данных. Испытание и исследование свойств имитационной модели. Направленный вычислительный эксперимент на имитационной модели.

Понятие о моделях и имитационных экспериментах. Восприятие, понимание. Действия. Видеть, предвидеть, планировать, объединять, контролировать, анализировать. Реальность и системно-динамические модели (по Дж. Форрестеру). Сходство и различие в управлении природными и антропогенными системами. Освоение моделирования региональных стратегий управления природными ресурсами. Введение в системную

динамику (качественный аспект): построение и анализ причинно-следственных диаграмм. Методология построения каузальных диаграмм на примере кейсов:

Раздел 4. Оценка природных ресурсов

Тема 1. Минеральные ресурсы. Классификация минерального сырья по происхождению, отраслевому использованию, степени разведанности. Эпохи рудообразования. Классификация месторождений полезных ископаемых по условиям образования. Эндогенные, экзогенные и метаморфические породы. Горно-технические параметры месторождений. Категории запасов полезных ископаемых, используемые в отечественной и зарубежной литературе: достоверные, промышленные, вероятные, общие.

Тема 2. Агроклиматические ресурсы. Принципы и методы сельскохозяйственной оценки климата. Важнейшие биологические законы.

Факторы жизни растений и факторы среды. Свет и его биологическая роль. Фотопериодизм. Фотосинтетически активная радиация. Классификация растений по реакции на продолжительность освещения.

Термические ресурсы. Методы расчета термических ресурсов; основные показатели: биологические температуры, биологический ноль, эффективные температуры, сумма активных температур. Условия зимования культурных растений.

Ресурсы влаги. Основные приемы расчета показателей влагообеспеченности территории. Дефицит увлажнения и избыточное увлажнение. Определение влагообеспеченности растений. Коэффициенты увлажнения, применяемые в отечественной и зарубежной агроклиматологии. Коэффициент атмосферного увлажнения Г.Н. Высоцкого-Н.Н. Иванова. Показатель увлажнения Д.И. Шашко. Гидротермический коэффициент Г.Т.Селянинова. Зоны увлажнения. Климатические индексы Э. Де-Мартонна, В. Кёппена, К. Торнтвейта. Потенциальная эвапотранспирация по К. Торнтвейту и Х.Л. Пенману.

Определение продолжительности вегетационного и влажного периодов по ФАО. Климатодиаграммы Г. Вальтера.

Агроклиматическое районирование: принципы и методы. Роль отечественных ученых в развитии агроклиматологии. Отечественный и зарубежный опыт общеклиматического районирования. Направления общеклиматического районирования. Границы тепловых поясов. Классификации А.И. Воейкова, П.И. Броунова, Б.П.Алисова, В. Кёппена, А.А. Григорьева, М.И. Будыко. Современная классификация В.Кёппена-Г.Треварты используется в мировой карте экорегионов (1988). Агроклиматическое районирование Г.Т.Селянинова на основе сумм активных температур, гидротермического коэффициента и средних абсолютных минимумов температуры (показатель условий перезимовки растений). Агроклиматические пояса и подпояса по суммам температур выше 5°, 10°, 15°. Зоны увлажнения. Районы по суровости зимы. Агроклиматическое районирование П.И. Колоскова, Сапожниковой.

Мировая карта районов - климатических аналогов. Опыт бонитировки территории по комплексу агроклиматических показателей.

Экологические потребности культурных растений. Первичные центры происхождения видов культурных растений (по Н.И. Вавилову, П.М. Жуковскому). Ботанико-географические генцентры (по П.М. Жуковскому). Рост посевных площадей ГМ-культур в мире. Классификации культурных растений по требованиям к климатическим условиям (по требовательности в свету и теплу). Классификации культурных растений по особенностям протекания фотосинтеза. Биоклиматическая классификация растений по длительности вегетации (по П.И. Колоскову). Степень засухоустойчивости-влаголюбивости растений. Степень морозоустойчивости.

Классификация культурных растений по сходству биологических признаков и характеру использования. Группировка зерновых, технических и кормовых культур по биологическим особенностям и характеру использования. Экологические потребности основных культур: пшеница озимая и яровая, виды риса. Некоторые культурные растения

тропиков: африканское просо, масличная пальма, тунговое дерево (китайский тунг), корнеклубнеплоды (батат, маниока, или кассава, ямс).

Тема 3. Водные ресурсы. *Водный баланс территории;* его связь с природными особенностями местности. Водобалансовые элементы, их структура и динамики. Сезонные и годовые ритмы изменения количественных показателей элементов водного баланса территории. Понятие о водных геосистемах. Типы внутренних структур: линейные и каскадные геосистемы. Изменение водных геосистем в результате производственной деятельности.

Система уравнений водного баланса М.И. Львовича. Характеристики речного стока. Измерение объема стока по картам слоя стока методом палетки Соболевского.

Водохозяйственный баланс. Элементы водохозяйственного баланса – водозабор, водопотребление, безвозвратные отери, стоки, объем загрязненных вод.

Тема 4. Земельные ресурсы. Земельный фонд и его структура. Особенности хозяйственного использования земельных ресурсов.

Оценка рельефа: абс. высота, крутизна склонов, глубина и густота расчленения, высота над урезом водоема. Зависимость эрозионных процессов от крутизны склонов. Типы ландшафтов, выделяемые в зависимости от особенностей рельефа. Основные системы земледелия. Понятия севооборот и ротация культур.

Системы классификаций сельскохозяйственных земель. Агропроизводственная группировка почв. Методы бонитировки почв. Основные элементы производственной характеристики почв и их связь с урожайностью сельскохозяйственных культур.

Отечественные и зарубежные методы оценки пригодности земель для сельского хозяйства. Оценка на основе классификации американской школы почвоведов: порядок, подпорядок, большие почвенные группы, семейства, серии и типы, подтипы, фазы. Классы и подклассы и единицы землепригодности.

Оценка деградации почв. Факторы деградации почв: агрессивность климата, почвенные факторы, фактор рельефа, фактор естественной растительности, фактор использования земель, фактор управления хозяйством.

Эрозионно-дефляционноопасные земли. Типы эрозии. Методы оценки скорости эрозии и дефляции. Универсальное уравнение эрозии В.Уишмейера-Д.Смита. Факторы эродированности основных типов и подтипов почв. Эрозионный индекс осадков.

Методика оценки потенциальной и современной эрозии по Почвенной карте мира ФАО.

Оценка процессов опустынивания. Масштабы развития процессов опустынивания в мире. Индекс аридности территории. Биоклиматические зоны. Площадь аридных территорий и области настоящих пустынь. Оценка некоторых процессов опустынивания: деградации растительного покрова, дефляции, засоления и т.д.

Тема 5. Лесные ресурсы. Понятие "лесные ресурсы". Лесоустройство. Качественная и количественная оценка (таксация) лесного фонда.

Показатели лесообеспеченности территории и качества древостоя. Состав древостоя. Возраст насаждений и возрастные фазы развития. Масштабы возрастных ступеней. Классы возраста насаждений. Различия лесов по происхождению. Густота, полнотность, сомкнутость древостоя. Лесистость территории. Общий запас древесины и средний годичный прирост. Расчетная лесосека. Бонитет леса.

Принцип лесной таксации и типологии лесных земель. Классификации П.С. Погребняка. Шкала относительной требовательности деревьев к факторам среды. Эдафическая сетка для классификации типов лесного участка

Мелкомасштабные оценки производительности лесных массивов по климатическим данным. Индекс С. Патерсона. Вегетационные индексы.

Тема 6. Оценка антропогенного воздействия на ландшафты

Воздействие технических средств (систем) на геоэкосистемы. Технические средства (системы): производственные, нейтральные, управляющие природой. Системы, управляющие природными процессами: стационарные объекты, регулирующие системы.

Виды антропогенно-техногенных нагрузок. Показатели оценки меры антропогенно-техногенной нагрузки на геоэкосистемы. Нагрузка – целенаправленная и побочная. Зависимость величины нагрузки от вида, интенсивности и продолжительности воздействия, состояния изучаемого объекта, его устойчивости.

Показатели величины нагрузок: весовые, объемные, пространственные, временные. Примеры показателей оценки земледельческой, пастбищной, мелиоративной, лесохозяйственной, водохозяйственной, промышленной, транспортной, градостроительной, рекреационной нагрузок на ландшафты. Классификации земель по степени антропогенной нагрузки.

Нормирование нагрузки на геоэкосистемы. Представление об экологических нормативах. Понятие критические или предельно допустимые нагрузки. Суммарная нагрузка на геоэкосистему. Оценка основных структурно-функциональных характеристик геоэкосистем. Продуктивность, интенсивность биологического круговорота, видовое разнообразие экосистем. Нормативы сельскохозяйственного, лесохозяйственного, рекреационного воздействия на ландшафты, имеющие производственную направленность. Недостаточная разработанность нормативов допустимых преобразовательных нагрузок (распашка, осушение, обводнение, застройка земель), норм промышленных, транспортных нагрузок.

Санитарно-гигиенические нормативы. Их характеристики и степень разработанности. Нормы предельно-допустимых выбросов в воздух и водоемы. Нормы предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе, воде, почве, продуктах питания.

Тема 7. Показатели оценки последствий антропогенной трансформации геосистем и экологического состояния геосистем. Совокупность показателей, характеризующих последствия антропогенных изменений геосистем за определенный промежуток времени. Показатели загрязнения окружающей среды, истощения природных ресурсов, деградации ландшафтов, антропогенного опустынивания, ухудшения здоровья человека, потери генофонда растений и животных. Показатели современного экологического состояния геосистем: усредненные, полученные на момент проведения исследований. Экологические (геоэкологические), санитарно-гигиенические, медико-демографические показатели.

Тема 8. Оценка экологического состояния геосистем. Содержание и цель оценки.

Сравнение показателей фактического состояния окружающей среды с критериями (признаками), на основе которых производится сравнение.

Требования, предъявляемые к критериям оценки экологического состояния геоэкосистем. Покомпонентные (частные) и комплексные критерии. Критерии, используемые при проведении оценки состояния геосистем: показатели исходного состояния наблюдаемых объектов, их естественные (фоновые) характеристики, различные нормативные показатели допустимой меры воздействия человека на природные системы.

Особенности оценки состояния геосистем макро- и мегарегионального уровня. Использование косвенных критериев при недостаточной информации о состоянии геосистем. Коэффициенты абсолютной и относительной экологической напряженности территории.

Тема 9. Покомпонентные критерии. Оценка экологического состояния атмосферного воздуха с помощью санитарно-гигиенических критериев. Основные загрязнители атмосферы и их главные источники. Группировка отраслей промышленности по коэффициенту токсичности выбросов в атмосферу. Классы опасности ингредиентов выбросов загрязняющих веществ. Суммарное биологическое действие загрязненного воздуха. Стандарты качества и предельно допустимые концентрации загрязнители. Оценка загрязнения воздуха внутренних помещений.

Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) - суммарный санитарно-гигиенический критерий.

Степени загрязнения атмосферы по величине ИЗА. Методы оценки загрязнения воздуха в зарубежных странах (странах ЕЭС, США и др.).

Оценка состояния поверхностных водоемов. Точечные и неточечные источники загрязнения. Предельно допустимые концентрации загрязнителей для различных видов водопотребителей. Суммарный показатель химического загрязнения для оценки опасных уровней загрязнения водоемов. Индекс загрязненности вод (ИЗВ), используемый в системе Росгидромета. Классы природных вод суши по индексу загрязнения. Гидробиологические и микробиологические показатели.

Суммарный показатель химического загрязнения для оценки опасных уровней загрязнения водоемов. Индекс загрязненности вод (ИЗВ). Классы природных вод суши по индексу загрязнения. Определение тенденций качества воды.

Гидробиологические и микробиологические показатели. Суммарный показатель загрязнения почв и снегового покрова для оценки загрязнения химическими ингредиентами. Категории загрязнения почв.

Общесистемные показатели состояния и антропогенного изменения природной среды.

Способы оценки интенсивности биологического круговорота, естественной способности к самоочищению, энергетико-вещественного баланса геосистем. Показатели здоровья населения. Категории экологического состояния территории: условно удовлетворительное, напряженное, критическое, кризисное, катастрофическое. Критические уровни загрязнения воздуха для растительности наземных экосистем применительно к выделению зон экологического кризиса и экологического бедствия.

Обработка количественных показателей состояния окружающей среды для геоэкологического картографирования.

План проведения семинаров

Вводная часть - преподаватель объясняет конкретную задачу в соответствии с заявленной темой.

Работа в режиме обсуждения: по предложенным темам студенты решают поставленные задачи и отвечают на вопросы.

Методические рекомендации

При подготовке к семинарам студент должен изучить предлагаемую литературу, составить план ответа, сделать необходимые записи. При ответе студент должен приводить примеры, делать выводы, обобщения.

Темы семинаров:

1. Анализ отечественных и зарубежных разработок по оценке состояния окружающей среды. Разбор примеров оценок, которые можно использовать для умеренного пояса/тропического пояса/городских ландшафтов.
2. Определение мер по оптимизации состояния геосистем в условиях высокого антропогенного пресса.
3. Анализ свойств ландшафтов, представляющих особую ценность для жизнедеятельности человека и поддержания средоформирующих функций ландшафтов.
4. Разбор примеров прямого и косвенного воздействия человека на природные геосистемы.
5. Изучение особенностей проявлений антропогенных воздействий в условиях разных природных зон.

6. Определение основных экологических проблем, связанных с переиспользованием природного потенциала ландшафта в условиях разных природных зон и типов воздействий. Составление таблицы.
7. Обзор проблем, связанных с изначально неблагоприятными свойствами природных систем, с негативными свойствами в результате деятельности человека.
8. Анализ особенностей изменения ландшафтной структуры территории при основных видах хозяйственной деятельности.
9. Изучение различных методов исследования и оценки природных явлений и процессов для исследуемой территории.
10. Проведение статистико-математического анализа фактических данных на исследуемую территорию, используя ресурсы открытых баз данных.
11. Изучение особенностей водного баланса ландшафтов и форм его отражения.
12. Составление классификации анализируемых показателей, используя три варианта показательных шкал.
13. Работа с бланковками: нанесение наиболее целесообразного вида классификации (по показательным шкалам), подготовка пояснительной записки, указав какой из вариантов шкал и классификаций наиболее целесообразно применять в анализируемом случае.
14. Характеристика минеральных ресурсов региона (основные виды полезных ископаемых и минерального сырья, их географическая приуроченность, перечислить крупнейшие месторождения). Особенности учета проявлений и месторождений полезных ископаемых в регионе (организации и службы, занимающиеся учетом полезных ископаемых или ответственных за ведение кадастра минерального сырья, дать краткое описание механизма составления кадастра проявлений и месторождений полезных ископаемых в регионе и пр.)
15. Характеристика агроклиматическим ресурсам региона, приведя карту региона и указав региональные различия по основным агроклиматическим показателям. Характеристика особенностей выращиваемых в регионе культурных растений. Оценка агроклиматических ресурсов выбранной территории. Подсчет сумм активных температур, гидротермического коэффициента, проведение агроклиматического районирования.
16. Характеристика водных ресурсов регионов мира. Особенности водопотребления и водохозяйственного баланса территории. Особенности ведения водного кадастра в разных регионах мира.
17. Расчет количественной оценки скорости потенциального эрозионного смыва по методике ФАО ООН для выбранной территории. Оценка пригодности использования изучаемой территории для сельскохозяйственного использования.
18. Расчет лесистости различных регионов мира. Характеристика лесных ресурсов регионов мира. Производительность лесных массивов по климатическим данным.
19. Возможность расчета вегетационных индексов по космическим снимкам на исследуемую территорию.
20. Виды антропогенно-техногенных нагрузок. Показатели оценки меры антропогенно-техногенной нагрузки на геосистемы.
21. Зависимость величины нагрузки от вида, интенсивности и продолжительности воздействия, состояния изучаемого объекта, его устойчивости.
22. Совокупность показателей, характеризующих последствия антропогенных изменений геосистем за определенный промежуток времени.

23. Показатели загрязнения окружающей среды, истощения природных ресурсов, деградации ландшафтов, антропогенного опустынивания, ухудшения здоровья человека, потери генофонда растений и животных.
24. Показатели современного экологического состояния геосистем: требования, предъявляемые к критериям оценки экологического состояния геозкосистем, особенности оценки состояния геосистем макро- и мегарегионального уровня.
25. Основные покомпонентные критерии для оценки экологического состояния территории. Особенности категорий экологического состояния территории, применяемые в разных странах.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Студенты анализируют и реферируют информационные источники по предлагаемым темам, готовят сообщения в виде презентаций и участвуют в их обсуждении на лекционных занятиях.

Примерные темы заданий для самостоятельной работы студентов

1. Решение задач по теме.
2. Оцените преимущества и недостатки работы с одно- и многопользовательскими имитационными играми на примере игр «CoMPAS», «Эконет» и «Рыболовство».
3. Перечислите основные правила и обозначения (символы) понятия при составлении причинно-следственных диаграмм в системной динамике.
4. Приведите примеры системно-динамических моделей по управлению сложными системами.
5. Перечислите основные подходы к анализу сетей.
6. Назовите области применения агентного моделирования.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Вопросы к зачетам по практическим работам

1. Перечислите основные этапы экологической оценки территории.
2. Перечислите основные свойства ландшафтов, способствующие или препятствующие проявлению экологических проблем.
3. Перечислите основные количественные методы оценки пространственной структуры ландшафтов.
4. Определите среднее квадратическое отклонение и коэффициент корреляции по выбранным явлениям на исследуемую территорию, используя ресурсы открытых баз данных
5. Рассмотрите особенности водного баланса на изучаемую территорию. Определите статьи прихода и расхода, сальдо на определенный период.
6. Оцените минеральные ресурсы региона по категориям запасов (указать разведанные и общие запасы основных полезных ископаемых, а также объемы годовой добычи и типы добычи)

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Зачет устный.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Анализ природно-ландшафтной дифференциации территории
2. Антропогенно-техногенные нагрузки на геозкосистемы
3. Бонитет насаждений
4. Виды классификаций и принципы их построения.

5. Виды лесных пользований
6. Виды рубок и их характеристика
7. Водные геосистемы и их изменение в результате антропогенной деятельности
8. Водный баланс территории и его составляющие
9. Водохозяйственный баланс и его составляющие
10. Возраст насаждений и возрастные фазы развития.
11. Выборка, типы выборок и правила их составления.
12. Группы запасов твердых полезных ископаемых по их экономическому значению
13. Группы лесов и категории защитности
14. Группы месторождений по сложности геологического строения
15. Кадастр месторождений и проявлений полезных ископаемых
16. Категории запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых
17. Классификация древесной растительности
18. Количественные характеристики стока
19. Критерии оценки экологического состояния геоэкосистем
20. Математические модели, используемые для описания географических процессов: детерминированные, вероятностные и статистические.
21. Метод балансов. Порядок физико-географических исследований, основанных на методе балансов.
22. Определение вероятности. Способы расчета вероятности реализации события.
23. Определить тип климата и возможное местоположение метеостанции, дать краткую характеристику агроклиматических условий региона.
24. Основные приемы статистического анализа фактического материала, используемые при оценке различных видов природных ресурсов.
25. Основные примеры дискретных и непрерывных распределений
26. Ошибки измерений - Абсолютная и относительная погрешности.
27. Параметрические и непараметрические величины. Шкалы измерения: номинальная, порядковая, интервальная, отношений.
28. Показатели лесообеспеченности территории и качества древостоя.
29. Полезные ископаемые и месторождения. Классификации по назначению и по условиям образования.
30. Понятия экологическая и геоэкологическая оценка территории
31. Системы баллов и их применение при решении географических задач.
32. Характер проявления антропогенных воздействий в пространстве
33. Этапы геоэкологического анализа
34. Этапы экологической оценки территории

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (виды оценочных средств: зачет по практическим занятиям)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (виды оценочных средств: зачет по практическим занятиям)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает

		неточности непринципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: зачет по практическим занятиям)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учебное пособие. М. Высшее образование, 2006.
2. Лагутин М.Б. Наглядная математическая статистика. Учебное пособие., М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007
3. Пузаченко Ю. Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. М.: Академия, 2004. — 406 с.

б) дополнительная литература:

1. Николаев В.А., Копыл И.В., Сысуев В.В. Природно-антропогенные ландшафты (сельскохозяйственные и лесохозяйственные): Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2008. – 160 с.
2. Алексеенко В.А. Эколого-геохимические изменения в биосфере. Развитие, оценка: Монография. - М.: Университетская книга, Логос, 2006. – 520с.
3. Мазуров Ю.Л., Пакина А.А. Экономика и управление природопользованием. – М.: Изд-во Моск. университета, 2003

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории, оснащенные традиционным набором учебного оборудования: рабочие места для обучаемых и преподавателя, доска, мел, экран. А так же мультимедийные средства, демонстрационные материалы.

Программа одобрена на заседании кафедры физической географии мира и геоэкологии.

И.о. зав. кафедрой Н.Н. Алексеева

Разработчик(и):

Е.А. Фортыгина

доцент, к.г.н.

Факультет инновационного
бизнеса МГУ им. М.В.Ломоносова

Эксперт

Т.И.Кондратьева

инж., к.г.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет,
кафедра Физической географии
мира и геоэкологии