

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет

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

Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 13 » 12 2018 г., пр. № 13


ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Биогеофизика и биогеохимия ландшафтов»

по направлению подготовки 05.03.02 «География»
направленность (профиль) «Физическая география и ландшафтоведение»
уровня высшего образования бакалавриата
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 «География» (*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 курса

- дать знания о принципах геохимической организованности биосферы в связи с фундаментальной ролью живого вещества в формировании и функционировании природных и природно-антропогенных геосистем, о физических основах биоэнергетики ландшафта.

Задачи:

- познакомить с концептуальными основаниями, современными теоретическими положениями, методологическими подходами и понятийным аппаратом биогеохимии ландшафта;
- дать знания о развитии биогеохимической специализации у живых организмов при филогенезе, биогеохимических изменениях и общих закономерностях эволюции биогенных ландшафтов, о факторах, определяющих их самоорганизацию;
- сформировать представление о биогеохимической структуре и внутренней неоднородности ландшафтов на разных уровнях: локальном и региональном (внутрифациальном, катенарном, зонально-провинциальном);
- сформировать навыки по выбору и практическому использованию информативных биогеохимических параметров при оценке эффективности функционирования ландшафтов и их современного состояния;
- дать знания о физической сущности продукционных процессов в ландшафтах;
- дать знания о физико-географических факторах производства продукции
- обучить основам теоретического моделирования продукционных процессов
- дать знание основ моделирования динамики популяций, экосистем и биогеоценозов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к блоку профильных профессиональных дисциплин вариативной части основной образовательной программы высшего образования по направлению «География», профиль "Физическая география и ландшафтоведение", обязательный курс.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Дисциплина образует один из важных элементов подготовки студентов в области физической географии. Перечень дисциплин, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины: базовый модуль «Математический и естественно-научный» (физика, математика, информатика с основами геоинформатики), «Геоморфология с основами геологии», «География почв с основами почвоведения», «Экология с основами биогеографии», «Климатология с основами метеорологии», «Гидрология», «Ландшафтоведение», «Актуальное ландшафтоведение», «Геофизика ландшафта», «Геохимия ландшафта», «Основы мерзлотоведения и гляциологии», «Грунтоведение и гидрогеология», «Геоинформационные технологии пространственного анализа», «Прикладная математика».

Освоение дисциплины необходимо как предшествующее для приобретения знаний в следующих дисциплинах: «Ландшафтное планирование и инженерная география», «Экологические технологии производства и оценка воздействия на окружающую среду», написание выпускной работы.

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:

Знание принципов изучения круговоротов вещества, энергии и информации в ландшафте, принципы моделирования процессов и пространственной структуры ландшафта с использованием полевых, геохимических, геофизических, геоинформационных, аэрокосмических методов, методов пространственного анализа (СПК-2.Б, компетенция формируется частично).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- этапы становления биогеохимии, ее концептуальное ядро, основные современные направления и тенденции развития;
- методологические подходы к изучению самоорганизации геохимического ландшафта и увеличивающие и ослабляющие ее факторы на разных этапах эволюции биосферы;
- ландшафтно-геохимические процессы и их роль при формировании биогеохимической структуры геосистем;
- биогеохимическую специализацию растений разных систематических групп;
- принципы и законы взаимодействия солнечного излучения с растительным покровом
- основные принципы моделирования продукционного процесса
- физико-географические факторы продукционных процессов
- закономерности трансформации потока энергии по пищевым цепям
- законы динамики популяций и их взаимодействий в сообществах.

Уметь:

- использовать геохимические данные для характеристики биогенеза в ландшафтах разных типов, оценке их продуктивности и биогеохимической контрастности
- выявлять ответные реакции живых организмов на изменение ландшафтно-геохимических условий в фоновых ландшафтах, а также в зонах рудогенного и антропогенного влияния;
- выбрать комплекс информативных биогеохимических параметров, диагностирующих природные различия ландшафтов разных типов применять полученные знания в научно-исследовательской и практической деятельности (при составлении ОВОС, в ландшафтном планировании).
- свободно ориентироваться в теоретических и методических вопросах дисциплины.

Владеть:

- методами использования интенсивных и экстенсивных параметров биогенной миграции и анализа количественных данных при выявлении биотических и биокосных связей в ландшафтах;
- навыками использования биогеохимических индикаторов и критериев экологического нормирования при ранжировании природно-антропогенных ландшафтов по уровню загрязнения.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 часа).

Общая аудиторная нагрузка – 72 часа, в т.ч. лекции – 36 часов и семинары – 36 часов.

Объем самостоятельной работы студентов – 72 академических часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая СРС, и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
				Контактная работа		СРС	
				лекция	семинар		
1	Раздел 1. Биогеохимия Тема 1. Биогеохимия и её становление	7	1	2	2	2	Устный опрос
2	Тема 2. Палеобиогеохимия ландшафтов	7	2	2	2	2	Устный опрос
3	Тема 3. Онтогенетическая специализация растений.	7	3	2	2	2	Реферат (по выбору)
4	Тема 4. Филогенетическая специализация растений	7	4	2	2	2	Реферат (по выбору)
5	Тема 5. Биогеохимическая структура ландшафтов	7	5	2	2	2	Устный опрос
6	Тема 6. Катенарная неоднородность ландшафта	7	6	2	2	2	Устный опрос
7	Тема 7. Биогенез в ландшафтах разных типов	7	7	2	2	2	Реферат (по выбору)
8	Тема 8. Биогеохимическая трансформация природно-антропогенных ландшафтов	7	8	2	2	2	Устный опрос
9	Раздел 2. Биогеофизика Тема 9. Основные положения и понятия биоэнергетики	7	9	2	2	2	Устный опрос
10	Тема 10. Солнечная радиация, спектральный состав и процессы переноса в атмосфере	7	10	2	2	2	Устный опрос
11	Тема 11. Взаимодействие растительного покрова и листьев с солнечной радиацией	7	11	2	2	2	Контрольная работа
12	Тема 12. Физико-географические факторы фотосинтеза	7	12	2	2	2	Устный опрос
13	Тема 13. Общие принципы моделирования продукционного процесса	7	13	2	2	2	Устный опрос
14	Тема 14. Закономерности распределения КПД фотосинтеза на глобальном, региональном и локальном уровнях.	7	14	2	2	4	Устный опрос
15	Тема 15. Динамика пространственной и возрастной структуры растительности	7	15	2	2	2	Контрольная работа
16	Тема 16. Имитационные модели продуктивности лесных экосистем	7	16	2	2	4	Реферат (по выбору)
17	Тема 17. Перехват и трансформация дождевых осадков пологом леса	7	17	2	2	4	Устный опрос
18	Тема 18. Моделирование продуктивности древостоя и оптимизация лесопользования	7	18	1	1	2	Устный опрос
19	Тема 19. Структура и функционирование болотных ландшафтов	7	18	1	1	2	Устный опрос
	Промежуточная аттестация					28	Экзамен
	Итого			36	36	72	

5. Содержание дисциплины

Содержание лекций и план проведения семинаров

Раздел 1. Биогеохимия

Тема 1. Биогеохимия и её становление.

Биогеохимические функции живого вещества в ландшафте. Основные биогеохимические законы и принципы. Современное развитие биогеохимических идей В. И. Вернадского. Роль жизни в процессе планетогенеза.

Семинар

Знакомство с методологическими основами биогеохимии ландшафта и разбор ситуаций, показывающих проявление биогеохимических законов при функционировании ландшафтов. Роль биотических и геоматических факторов в процессе ландшафтогенеза и ландшафтное правило Н.А. Солнцева.

Тема 2. Палеобиогеохимия ландшафтов.

Изменение эколого-геохимических условий в процессе эволюции биосферы. Консервативный и прогрессивный типы биологического круговорота в ландшафтах. Биогеохимическая специализация организмов и эволюция. Основные факторы формирования вещественного состава растений.

Семинар

Различия биологического круговорота в ландшафтах разных эр и основные тенденции его развития в процессе эволюции биосферы. Причины появления консервативного и прогрессивного типов биологического круговорота.

Тема 3. Онтогенетическая специализация растений.

Физиология растений и особенности их биогеохимии. Основные типы баланса ассимилятов. Распределение химических элементов в разных морфологических органах растений. Представление о базипетальном и акропетальном накоплении элементов. Физиологическая роль макро- и микроэлементов в растениях и её влияние на их распределение по разным морфологическим органам. Барьерные и безбарьерные типы накопления химических элементов в растениях. Пороговые концентрации и их использование при экологической оценке ландшафтов.

Семинар

Связи между физиологической ролью химических элементов и онтогенетической специализацией растений. Реакции растений на содержание элементов в почвах в зависимости от их адаптационных возможностей и действия физиологических барьеров поглощения.

Тема 4. Филогенетическая специализация растений.

Зольность растений разных систематических групп. Представление о гумидокатных и ариданитных видах растений и различия их вещественного состава. Использование экологических шкал Л. Г. Раменского при изучении филогенетической специализации растений. Изменчивость биопоглощения у видов в разных экологических условиях и её индикационное значение.

Семинар

Факторы и центры видообразования, определившие филогенетическую специализацию растений.

Тема 5. Биогеохимическая структура и самоорганизация ландшафтов.

Особенности формирования, параметры и этапы изучения биогеохимической структуры ландшафта. Роль биологического круговорота в самоорганизации биогенных ландшафтов. Факторы, увеличивающие и ослабляющие степень самоорганизации ландшафтов.

Семинар

Выбор количественных показателей для характеристики биогеохимической структуры ландшафта.

Тема 6. Катенарная неоднородность ландшафта.

Внутрифациальная и катенарная неоднородность и контрастность ландшафтов. Радиальные и латеральные биогеохимические барьеры.

Семинар

Контрастность катен в ландшафтах разных природных зон в связи с формированием геохимических барьеров и различиями филогенетической специализации растений.

Тема 7. Биогенез в ландшафтах разных типов.

Биогеохимические различия ландшафтов разных природных зон – автотрофного и гетеротрофного биогенеза, фракционной структуры и свойств живой фитомассы, детритогенеза. Типы химизма биологического круговорота и его зональные различия. Основные закономерности изменения биогенного поведения химических элементов в разных зонах. Биогеохимические особенности зональных ландшафтов: тундровых, лесных, степных, пустынных и субтропических. Биогеохимическая структура высокогорных ландшафтов. Принципы составления биогеохимических карт. Биогеохимические провинции и эндемии.

Семинар

Установить и объяснить регионально-секторные отличия продуктивности однотипных ландшафтов и их отражение на биогеохимических картах.

Тема 8. Биогеохимическая трансформация природно-антропогенных ландшафтов.

Биогеохимическая структура ландшафтов и их устойчивость. Трансформация структурно-функциональных параметров в разных типах природно-антропогенных ландшафтов: лесохозяйственных, сельскохозяйственных, пастбищных, гидромелиорированных, промышленных, городских. Деструкционная активность элементов техногенеза. Биогеохимические аномалии и биологические реакции живых организмов на загрязнение. Биоиндикаторы современного состояния естественных и антропогенно-измененных ландшафтов. Выбор биоиндикаторов при оценке экологической ситуации в городах. Использование эколого-геохимических карт при ландшафтном планировании.

Семинар

Знакомство с подходами к созданию эколого-геохимических карт для разных категорий природно-антропогенных ландшафтов.

Раздел 2. Биогеофизика ландшафта

Тема 9. Основные положения и понятия биоэнергетики

Биологическая продуктивность, ее размерность, способы определения. Схемы пищевых цепей – пастбищная и детритная подсистемы. Автотрофное и гетеротрофное дыхание. Структура продуктивности и географические закономерности ее распределения. Дендрохронологический метод в определении временной изменчивости биопродукционного процесса и климатических, геофизических и астрофизических факторов ее определяющих.

Семинар

Способы определения биологической продуктивности

Тема 10. Солнечная радиация, спектральный состав и процессы переноса в атмосфере

Основы теории излучения, отражения и поглощения солнечной радиации – законы Планка, Киркгофа, Стефана-Больцмана, Рэлея, и др. Влияние атмосферы – молекулярные и атомарные спектры поглощения атмосферных ингредиентов, «атмосферные окна», спектры рассеяния Рэлея, Ми. Геометрия лучей на плоской поверхности Земли – мгновенная и накопленная доза прямой солнечной радиации. Орбитальная теория палеоклимата. Методы измерения и географические закономерности составляющих радиационного баланса. Солнечно-земные связи.

Семинар

Трансформации спектрального состава инсоляции газовым и аэрозольным составом атмосферы Земли

Тема 11. Взаимодействие растительного покрова и листьев с солнечной радиацией

Спектральные свойства листьев - коэффициенты отражения, поглощения и пропускания. Коэффициенты спектральной яркости, альбедо. Сезонная и географическая изменчивость спектральных свойств растений. Основы теории переноса радиации в растительном покрове, геометрические и диффузионные законы; модель переноса Кубелки-Мунка. Многоспектральные сканеры для измерения отраженного солнечного излучения. Дистанционное зондирование состояния растительного покрова.

Семинар

Перенос радиации в растительном покрове

Тема 12. Физико-географические факторы фотосинтеза

Фотосинтетически активная радиация (ФАР). Световые кривые фотосинтеза. Понятие о геометрии растительного покрова; его оптическая плотность. Листовой индекс. Фитометрические измерения. Функции пропускания, поглощения и отражения солнечной радиации слоем растительного покрова. Закон Бугера-Ламберта. Удельное водопотребление растений (транспирационные коэффициенты) и их зависимость от возраста растений. Роль факторов запасов продуктивной влаги в почве, ее температуры, относительной влажности и температуры воздуха в интенсивности процесса фотосинтеза.

Тема 13. Общие принципы моделирования продукционного процесса

Поглощение радиации и процессы фотосинтеза. Простейшие модели фотосинтеза и корневого питания - «зеленая машина» с учетом поглощения воды из почвы растением и регулирования транспирации и дыхания устьичными механизмами. Тепловой баланс листа. Фотосинтез и дыхание. Современные биофизические модели фотосинтеза

Семинар

Замкнутая модель переноса тепла, влаги и углерода в лесной экосистеме

Тема 14. Закономерности распределения КПД фотосинтеза на глобальном, региональном и локальном уровнях.

Энергетические эквиваленты фотосинтеза и теплотворная способность органического вещества. КПД фотосинтеза по ФАР и радиационному балансу. Зависимость КПД фотосинтеза растений и транспирационных коэффициентов от возраста растений. Энергетическая эффективность отдельных блоков экосистемы (трофической пирамиды). Правило Л. Линдемана и его практическое значение. Детритная подсистемы. Причины накопления детрита. Детритогенез и механизмы разложения мертвого органического вещества. Показатели интенсивности биологического круговорота вещества – опадоподстильный коэффициент, окислительно-восстановительный потенциал почв (Eh).

Тема 15. Динамика пространственной и возрастной структуры растительности

Понятия и модели популяционной динамики и простейшие взаимодействия в сообществах (экосистемах). Кинетические модели трофических цепей, длина трофической пирамиды, малый биогеохимический круговорот в лесной экосистеме.

Семинар

Практическое значение моделей популяционной динамики и трофических цепей

Тема 16. Имитационные модели продуктивности лесных экосистем

Применение теории размерности в построении модели развития древостоя. Модели пространственной динамики древостоя диффузионного типа. Модели на основе уравнения неразрывности - независимые переменные, вывод модели, доопределение функциональных взаимосвязей, идентификация модели.

Семинар

Анализ устойчивости и распространения лесных пород на основе моделирования их продуктивности (*NPP*)

Тема 17. Перехват и трансформация дождевых осадков пологом леса

Механизмы задержания и перераспределения осадков пологом растительности. Независимые переменные, математическая постановка задачи, иллюстрация типичных результатов расчета для полога леса, входные данные. Трансформация химического состава дождевых осадков, экспериментальные исследования динамика концентрации примесей в осадках под пологом леса. Модель трансформации химического состава дождевых осадков.

Семинар

Эксперимент и моделирование трансформации атмосферных осадков пологом леса

Тема 18. Моделирование продуктивности древостоя и оптимизация лесопользования

Модели пространственной динамики многопородного разновозрастного древостоя; модели сценариев антропогенного воздействия – главное лесопользование, побочные пользования, лесохозяйственные мероприятия. Постановка задачи оптимизации лесопользования: функции цели, ограничения на переменные. Формализация задач ландшафтного планирования.

Семинар

Имитационное моделирование динамики древостоя и формализация задачи ландшафтного планирования

Тема 19. Структура и функционирование болотных ландшафтов

Общие свойства болотообразования, гидродинамические характеристики болотных массивов. Связь гидрологических и климатических характеристик с морфологией и строением болота. Основное уравнение гидроморфологических связей болотного массива (Иванов К.Е., 1957).

Семинар

Моделирование торфообразования и его связи с гидроклиматическими параметрами. Модель формы вертикального профиля верхового болота

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Задания для самостоятельной работы Тема 10.

- 1) Выписать уравнения основных законов теории излучения и проанализировать входящие в них переменные и физические константы
- 2) Сравнить стандартный спектр Солнца и спектры солнечного излучения на верхней границе атмосферы и на поверхности Земли
- 3) Проанализировать газовый и аэрозольный состав атмосферы Земли с точки зрения трансформации спектрального состава инсоляции поступающей на дневную поверхность
- 4) Выписать основные уравнения процессов переноса радиации в атмосфере и проанализировать входящие в него переменные и физические константы
- 5) Дать определения и сравнить понятия: солнечная постоянная, мгновенная инсоляция, суточная инсоляция, сезонная, годовая инсоляция, радиационный баланс
- 6) Объяснить с физических позиций географические закономерности распределения составляющих радиационного баланса.

Задания для самостоятельной работы Тема 11.

- 1) Сравнить спектры солнечного излучения на дневной поверхности Земли и под пологом растительного покрова
- 2) Сравнить спектральные характеристики листьев разных видов растений
- 3) Проанализировать изменения спектральных характеристик листьев в жизненном цикле
- 4) Проанализировать модель переноса радиации в растительном покрове
- 5) Изучить возможности спектрально-дистанционного зондирования состояния растительного покрова

Задания для самостоятельной работы Тема 12.

1) Охарактеризовать способы фитометрических измерений.

Задания для самостоятельной работы Тема 13.

- 1) Выписать обобщенную модель внешнего (экологического) и внутреннего (организменного) влагомассопереноса в пологе растительности и объяснить их взаимодействие в ландшафтах с учетом материалов темы 12
- 2) Вывести двухфундтовую модель Торнли переноса ассимилятов в растении
- 3) Построить замкнутую модель переноса влаги и тепла в растительном пологе, используя материалы темы 12
- 4) Сравнить простые феноменологические модели фотосинтеза и оценить границы их применимости
- 5) Изучить современные биофизические модели первичных процессов фотосинтеза

Задания для самостоятельной работы. Тема 14

- 1) Объяснить правило Линдемана

Задания для самостоятельной работы Тема 15.

- 1) Вывести простые математические модели: свободно размножающейся популяции - популяции с самоингибированием – популяции с запаздыванием самоингибирования.
- 2) Проанализировать полученные модели на полноту описания и возможности практического применения
- 3) Вывести модели трофических взаимодействий популяций типа хищник – жертва и проанализировать устойчивость таких сообществ
- 4) Построить модель трофических пирамид с открытым и замкнутым циклами
- 5) Проанализировать на основе теоретического подхода длину трофической пирамиды модельного сообщества (на конкретном примере)
- 6) Вывести модель малого биогеохимического круговорота в лесном биогеоценозе

Задания для самостоятельной работы Тема 16.

- 1) Применение теории размерности для вывода модели развития древостоя при поглощении солнечной энергии и ее обобщения на любые ресурсы природной среды
- 2) Показать возможность применения моделей диффузионного типа для описания пространственной динамики древостоя
- 3) Изучить строгий вывод математической модели развития древостоя на основе уравнения неразрывности
- 4) Составить структуру блоков обобщенной модели гидрологического функционирования лесной водосборной геосистемы
- 5) Проанализировать на конкретном примере связь распределенных параметров моделей гидрологического стока и имитационных моделей продуктивности разнопородного древостоя с параметрами модели структуры геосистем

Задания для самостоятельной работы Тема 17.

- 1) Проанализировать ландшафтные и физико-географические особенности механизмов перераспределения осадков пологом леса и выделить независимые переменные этих механизмов
- 2) Вывести уравнения трансформации дождевых осадкой пологом леса и проанализировать ограничения и возможности применения результатов численного моделирования

Задания для самостоятельной работы Тема 18.

- 1) Изучить биологические, биогеофизические, ландшафтные и лесохозяйственные принципы построения модели функционирования природно-антропогенного лесохозяйственного ландшафта
- 2) Разработать несколько сценариев длительного лесопользования на примере одного из лесорастительных районов
- 3) Изучить постановку задач оптимизации древостоев и оптимизации лесопользования

4) Проанализировать возможности и ограничения формализованного ландшафтного планирования на основе моделирования структуры ландшафтов и динамики древостоев

Задания для самостоятельной работы Тема 19

- 1) Проанализировать физическую сущность болотообразовательных процессов
- 2) Вывести на основе уравнения Дарси обобщенные показатели связи структуры и функционирования простого болотного массива
- 3) Проанализировать географические следствия уравнения функционирования простого болотного массива
- 4) Проанализировать основное уравнение гидроморфологических связей болотного массива

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерный список рефератов (один реферат в семестр по одной из тем по выбору студента)

- 1) Современные представления о самоорганизации биогенных ландшафтов, их биогеохимической структуре и формирующих ее процессах.
- 2). Методы и ранжирование задач, которые необходимо решать на разных этапах выявления биогеохимической структуры ландшафтов.
- 3). Общее представление о фитогенных полях и их роли в формировании латеральной неоднородности элементарных ландшафтов
- 4). Комплекс биогеохимических показателей биологическую продуктивность ландшафтов разных широтных и высотных зон.
- 5) Изменения в ландшафтах при техногенезе и перечень биогеохимических параметров для оценки современного эколого-геохимического состояния природно-антропогенных ландшафтов разных типов.
- 6) Причины возникновения при загрязнении положительных и отрицательных биогеохимических аномалий и ореолов рассеяния, используя данные о биогеохимической специализации растений и особенностях биологического поглощения.
- 7). Изменение геохимических параметров в городских ландшафтах и индикация загрязнения

Примерный список вопросов к контрольным работам

1. Закономерности распределения КПД фотосинтеза на глобальном, региональном и локальном уровнях. Зависимость КПД фотосинтеза растений и транспирационных коэффициентов от возраста растений.
2. Энергетическая эффективность отдельных блоков экосистемы (трофической пирамиды). Правило Л. Линдемана и его практическое значение.
3. Детритная подсистемы. Причины накопления детрита. Детритогенез и механизмы разложения мертвого органического вещества.
4. Показатели интенсивности биологического круговорота вещества.
5. Неограниченная популяция и динамика популяции с самоингибированием. Логистический закон роста. Стратегии существования популяции.
6. Критическая численность популяции и экологическая емкость среды.
7. Популяция, подверженная промыслу
8. Динамика популяции с запаздыванием. Динамика популяций с точки зрения теории колебаний
9. Нелинейные модели популяционной динамики. Динамика популяций с учетом флуктуации параметров среды
10. Представления о сообществе. Модель Хищник – жертва. Паразитизм
11. Антагонизм, конкуренция. Экологическая ниша
12. Принципы организации сообщества. Вертикальные сообщества, горизонтальные сообщества

13. Кинетические модели трофических цепей, длина пищевой цепочки
14. Модель малого биогеохимического цикла
15. Применение теории размерности в построении модели развития древостоя.
16. Модели пространственной динамики древостоя диффузионного типа.
17. Теоретическая модель пространственной динамики древостоя на основе уравнения неразрывности
18. Задержание, перераспределение и трансформация химического состава дождевых осадков пологом леса. Математическая модель задержания и перераспределения осадков полога леса.
19. Имитационная модель пространственной динамики многопородного разновозрастного древостоя.
20. Гидродинамические характеристики болотных массивов.
21. Связь гидрологических и климатических характеристик с морфологией ландшафтов и строением болота. Географические ограничения на размеры и типы болот.
22. Основное уравнение гидроморфологических связей болотного массива

Примерный список вопросов к устным опросам

1. Биогеохимия ландшафта и ее место в системе естественных наук.
2. Подход В.И. Вернадского к определению роли живого вещества с геохимических позиций проблемы пространства – времени.
3. Общие положения, определяющие формирование химического состава живого вещества.
4. Оценка перспективности использования ответных реакций растений на изменение геохимических параметров среды при характеристике экологической ситуации в ландшафтах.
5. Основные различия в интенсивности биологического поглощения элементов у видов разных систематических групп.
6. Биогеохимия мхов, грибов, лишайников, деревьев и травянистых видов. Их реакции на изменение эколого-геохимических условий в ландшафтах.
7. Биологическая продуктивность, ее размерность, способы определения.
8. Значение дендрохронологического метода в определении временной изменчивости биопродукционного процесса и климатических, геофизических и астрофизических факторов ее определяющих.
9. Структура продуктивности и географические закономерности ее распределения.
10. Автотрофное и гетеротрофное дыхание.
11. Спектральный состав и процессы переноса солнечной радиации в атмосфере, теории излучения, отражения и поглощения солнечной радиации.
12. Геометрия лучей на плоской поверхности Земли – мгновенная и накопленная доза прямой солнечной радиации. Методы измерения и географические закономерности составляющих радиационного баланса
13. Фотосинтез и его физико-географические факторы. Фотосинтетически активная радиация (ФАР). Световые кривые фотосинтеза.
14. Понятие о геометрии растительного покрова; его оптическая плотность. Листовой индекс.
15. Фитометрические измерения. Функции пропускания, поглощения и отражения солнечной радиации слоем растительного покрова. Закон Бугера-Ламберта.
16. Удельное водопотребление растений (транспирационные коэффициенты) и их зависимость от возраста растений.
17. Роль факторов запасов продуктивной влаги в почве, ее температуры, относительной влажности и температуры воздуха в интенсивности процесса фотосинтеза.

18. Энергетические эквиваленты фотосинтеза и теплотворная способность органического вещества. КПД фотосинтеза по ФАР и радиационному балансу.

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Устный экзамен

Примерный перечень вопросов к устному экзамену

1. Основные биогеохимические принципы, законы и правила
2. Динамика окислительно-восстановительных условий в процессе эволюции ландшафтов и их роль при формировании биогеохимических барьеров
3. Фазы и пространственная приуроченность ландшафтно-геохимических процессов. Их роль при формировании биогеохимической структуры
4. Фракционная структура фито- и мортмасс, типы химизма биологического круговорота и изменение биогенного поведения элементов в различных типах зональных ландшафтов
5. Биогеохимическая неоднородность и контрастность катен в разных природных зонах
6. Химический состав растений и основные типы баланса ассимилятов
7. Представление о фитогенных полях и их роль при формировании латеральной неоднородности элементарных ландшафтов
8. Этапы изучения биогеохимической организации ландшафтов
9. Функции биогенеза при формировании внутриландшафтного пространства в катенах ландшафтов разных типов
10. Современное развитие биогеохимических идей В.И. Вернадского
11. Биологическая продуктивность, ее размерность, способы определения. Структура продуктивности и географические закономерности ее распределения.
12. Солнечная радиация, спектральный состав и процессы переноса в атмосфере
13. Методы измерения и географические закономерности составляющих радиационного баланса. Солнечно-земные связи.
14. Взаимодействие растительного покрова и листьев с солнечной радиацией
15. Физико-географические факторы фотосинтеза. Световые кривые фотосинтеза. Понятие о геометрии и оптической плотности растительного покрова
16. Общие принципы моделирования продукционного процесса. «Зеленая машина», двухфундовая модель Торнли
17. Модель фотосинтеза и корневого питания. Связь транспирации и фотосинтеза с микроклиматическими параметрами и гидрофизическими свойствами почв

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (устный опрос)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (реферат, контрольные работы)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиально о характера)	Успешное и систематическое умение

Навыки (владения, опыт деятельности) (реферат, контрольные работы)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач
--	--------------------	---------------------------	--	---

18. Закономерности распределения КПД фотосинтеза на глобальном, региональном и локальном уровнях
19. Детритная подсистема, причины накопления детрита. Показатели интенсивности биологического круговорота вещества.
20. Понятия и модели популяционной динамики и модели взаимодействия популяций. Кинетические модели трофических цепей, длина трофической цепи.
21. Модель малого биогеохимического круговорота
22. Теория размерности в построении модели развития древостоя
23. Модель пространственной динамики древостоя диффузионного типа
24. Перехват дождевых осадков пологом леса. Механизмы и моделирование
25. Связь гидрологических и климатических факторов с морфологией и строением болотных ландшафтов. Механизмы и моделирование

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО)

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная рекомендуемая литература

- Авессаломова И.А. Биогеохимия ландшафта. Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2007.-162с.
- Башкин В.Н., Касимов Н. С. Биогеохимия. М.: Научный мир, 2004.- 648с.
- Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. М.: Географический факультет МГУ, 2007.-350с.
- Дьяконов К.Н. Геофизика ландшафта. Биоэнергетика, модели, проблемы. Учебно-методическое пособие. М.: МГУ, 1991.
- Сысуев В.В. Физико-математические основы ландшафтоведения. Учебное пособие. М.: Географический ф-т МГУ, 2003

б) дополнительная литература:

- Авессаломова И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1987.
- Авессаломова И. А. Экологическая оценка ландшафта. М.: Изд-во МГУ, 1992.
3. Базилевич Н. И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993.
- Базилевич Н.И., Титлянова А.А. Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008 г., 381 с.
- Баргальи Р. Биогеохимия наземных растений. М.: ГЕОС, 2005.-457с.
- Бихеле З.Н., Молдау Х.А. и Росс Ю.К. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги. Л., Гидрометеоиздат, 1980
- Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и её окружения. М.: Наука, 1965.
- Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990.

Глебов Ф.З., Корзухин М.Д. Экологические модели в болотной динамике. //Эксперимент и мат. моделирование в изучении биогеоценозов лесов и болот. М., Наука, 1990

Дьяконов К.Н. Геофизика ландшафта. Метод балансов. Учебно-методическое пособие. М., МГУ, 1988,

Иванов В. В. Экологическая геохимия элементов. Книги 1, 2. М.: Недра, 1994; Книга 3. М.: Недра, 1996.

Иванов К. Е. Основы гидрологии болот. //Общая гидрология, Л.: Гидрометеиздат, 1984.

Ивлев А. М. Биогеохимия. М.: Высшая школа, 1986.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439с.

Кист А. А. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии. Ташкент: ФАН, 1987.

Ковалевский А. Л. Биогеохимия растений. Новосибирск: Наука, Сиб.отд., 1991.

Ковальский В. В. Геохимическая экология. М.: Наука, 1974.

Москаленко А.И. Методы нелинейных отображений в оптимальном управлении. Теория и приложение к моделям природных систем. Новосибирск, Наука, 1983

Перельман А. И. Геохимия биосферы. М.: Наука, 1973.

Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрей-2000, 1999. 768 с.

Пузаченко Ю.Г. Основы экологии. М., МГУ, 1996

Пьявченко Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение. М., Наука, 1985.

Рубин А.Б., Пытьева Н.Ф., Ризниченко Г.Ю. Кинетика биологических процессов. М., МГУ, 1977

Свиричев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. М.: Наука, 1978

Сиротенко О.Д. Математическое моделирование вводно-теплового режима и продуктивности агроэкосистем. Л., Гидрометеиздат, 1981

Сысуев В.В. Ландшафтно-геохимические черты верхового болота. //Вестник МГУ, сер. 5, геогр. 1972, № 2, с 57-61

Сысуев В.В.. Моделирование процессов в ландшафтно-геохимических системах. М., Наука, 1986

Сысуев В.В. Математические модели процессов водной миграции химических веществ на водосборе //Эксперимент и мат. моделирование в изучении лесов и болот. М., Наука, 1990

Фортескью Дж. Геохимия окружающей среды. М.: Мир, 1985.

Хильми Г.Ф. Теоретическая биогеофизика леса. М., АН СССР, 1957

Эбелинг В., Энгель А., Файстель Р. Физика процессов эволюции. М.: Изд-во УРСС, 2001.

Экогеохимия городских ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1995.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с мультимедиа-проектором,

Программа одобрена на заседании кафедры физической географии и ландшафтоведения

Зав. кафедрой _____ К.Н. Дьяконов

Разработчики:

Дьяконов Кирилл Николаевич, профессор, д.г.н., член-корр. РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, географический ф-т, кафедра физической географии и ландшафтоведения

Сысуев Владислав Васильевич, профессор, д. г. н.

МГУ им. М.В.

Ломоносова, географический ф-т, кафедра физической географии и ландшафтоведения

Авессаломова Ирина Анатольевна, доцент, к.г.н.

МГУ им. М.В.

Ломоносова, географический ф-т, кафедра физической географии и ландшафтоведения

Эксперт:

А.Ю. Ретеюм, профессор, д.г.н.

МГУ им. М.В.

Ломоносова, географический ф-т, кафедра физической географии и ландшафтоведения