

Программа дисциплины «Геофизика ландшафта»

Автор: член-корреспондент РАН, проф., д.г.н. Дьяконов Кирилл Николаевич

Цель освоения дисциплины: получение базовых знаний о физических процессах в ландшафте, их энергетике и физической стороне пространственно-временной организации геосистем.

Задачи:

- формирование у студентов физического мышления;
- усвоение метода балансов;
- овладеть основами биоэнергетики ландшафтов.

Место в структуре ООП:

Дисциплина относится к блоку общих профессиональных дисциплин вариативной части основной образовательной программы высшего профессионального образования по направлениям «География» (профили «Физическая география и ландшафтоведение», «Гляциология и криолитология», «Геоморфология и палеогеография») и «Экология и природопользование».

Дисциплина изучается на 3 курсе уровня подготовки высшего профессионального образования «интегрированный магистр» с присвоением квалификации (степени) «бакалавр» в 6 семестре.

Курс «Геофизика ландшафта» базируется на предварительном усвоении студентами материала дисциплин «Общее землеведение», «Климатология с основами метеорологии», «Гидрология», «Экология с основами биогеографии», «Ландшафтоведение», «Физика», «Геоморфология с основами геологии», «Методы физико-географических исследований» и «Геохимия ландшафтов».

Усвоение курса создает основу для последующего изучения дисциплин «Геоэкология», «Основы природопользования», «Оценка воздействия на окружающую среду».

В результате освоения дисциплины студент должен:

- **знать:**
 - основные физические свойства ландшафтов, физические законы и закономерности, объясняющие эти свойства.
 - балансовые уравнения геосистем: радиационного, теплового, водного и баланса вещества.
 - макробиоэнергетику ландшафта – закономерности трансформации потока энергии по пищевым цепям.
 - принципы общей теории систем, геокибернетики и теории информации.
- **уметь:** свободно ориентироваться в теоретических и методических вопросах дисциплины.
- **владеть:** способами применения полученных знаний в научно-исследовательской и практической деятельности (при составлении ОВОС, в ландшафтном планировании).

Содержание

Раздел I. Введение.

Тема 1. Объект и предмет геофизики ландшафта. Основные геосистемные постулаты и аксиомы. Геофизика ландшафта – наука о физических свойствах, процессах и пространственно-временной организации геосистем как функционально-целостных

объектов. Направление, изучающее роль физических полей и факторов в формировании локальной и региональной структуры ландшафтной сферы Земли, физическую (энергетическую, вещественную и информационную) сторону взаимодействия отдельных компонентов геосистем; метаболизм со средой; физико-географические факторы фотосинтеза, трансформацию энергии по трофическим цепям.

Место ГЛ среди наук о Земле и соотношение с другими геофизическими направлениями.

Основной методологический принцип, на котором строится дисциплина, заключается в признании существования природных единств топологического уровня – геосистем, для которых рассмотрены балансовые уравнения вещества и энергии. Для систем, образованных движением живого вещества, рассмотрены потоки энергии по цепям питания.

Геофизические поля, переменные, константы. Географическая, геофизическая и физическая размерности. Редукционизм и его роль в познании геосистем. Градиент, скорость, ускорение, напряженность потоков вещества и энергии.

Системный подход – методологическая основа геофизики ландшафта. Работы В.С. Преображенского, В.Б. Сочавы, Э. Неефа, А.Ю. Ретеюма, Ю.Г. Симонова, В.Н. Солнцева и др. Системы с вертикальными и горизонтальными связями. Три понятия целостности в географии. Эмерджентность. Полиструктурность и полисистемность. Принцип дополнительности. Понятие ландшафтного пространства, ландшафтного времени и состояния геосистемы. Иерархия пространства и времени. Эргодичность. Элементы термодинамики обратимых и необратимых процессов.

Тема 2. История становления геофизического направления в географии и в ландшафтоведении. Идеи и работы А. Гумбольдта, А.И. Воейкова, В.М. Дэвиса, В.И. Вернадского, А.Л. Чижевского, А.А. Григорьева, М.И. Будыко, Г.Ф. Хильми, В.Р. Волобуева, Д.Л. Арманда, Ю.Л. Раунера, А.Д. Арманда, Н.Л. Беручашвили, А.Ю. Ретеюма, Н.И. Руднева, Ю.Г. Пузаченко, В.Н. Павлова, В.В. Сысуева, И.А. Шульгина. Современные геофизические и биогеофизические направления.

Раздел II. Физические факторы и процессы функционирования геосистем

Тема 3. Физические факторы функционирования и эволюции ландшафта. «Энергетический потенциал» ландшафта – схема внешних и внутренних потоков вещества и энергии. Гелиотермическая и геотермическая зоны. Три принципа Фурье. Земля в солнечной системе. Теплоемкость и теплопроводность вещества. Солнце, солнечный ветер, солнечная постоянная. Барический центр солнечной системы. Роль движения планет на скорость вращения Земли. Колебания солнечной активности, числа Вольфа. Спектральный состав солнечной радиации.

Магнитосфера и магнитное поле Земли. Электромагнитные свойства оболочек Земли. Гравитация. Энергия силы тяжести. Приливообразующие силы и их геофизическая роль. Внутреннее строение Земли. Сейсмические волны: объемные (продольные и поперечные) и поверхностные. Волновой характер процессов в ландшафтной оболочке Земли.

Элементарные и интегральные физико-географические процессы. Классификация элементарных процессов в почвоведении. И.П. Герасимова. Классификация процессов по формам движения материи А.Г. Исаченко. «Единый физико-географический процесс» по А.А.Григорьеву. Типология интегральных физико-географических процессов.

Раздел III. Балансовые уравнения энергии и вещества.

Тема 4. Метод балансов. Радиационный и тепловой баланс геосистем. Метод балансов, его достоинства и ограничения. Радиационный баланс Земли и геосистем. Альbedo. Роль экспозиции и крутизны склонов в приходе суммарной солнечной радиации. Расчет прихода прямой и рассеянной солнечной радиации на склоны разной экспозиции и крутизны. Сущность отношения радиационного баланса к суммарной солнечной радиации

(R/Q). Методы определения составляющих радиационного баланса. Прикладное значение (изменения альбедо для увеличения или снижения потока поглощенной радиации; способы влияния на эффективное излучение).

Тепловой баланс геосистемы. Понятие деятельного слоя ландшафта. Уравнение теплового баланса. Показатели структуры теплового баланса и их зональные закономерности. Структура теплового баланса в летний полдень, в весенний и осенний периоды. Методы расчета составляющих теплового баланса. Градиентный теплораспределительный метод. Методы расчета испарения. Испаряемость. Энергетический баланс почвы (по В.Р. Волобуеву). Расчет потока энергии в почву. Изменение структуры теплового баланса при орошении и осушении земель.

Тема 5. Водный баланс и баланс вещества геосистем. Влагообороты в природе. Водный баланс геосистем. Показатели структуры водного баланса основных типов и подтипов ландшафтов. Бассейновая организация ландшафта. Принципы формализации речной сети. Взаимосвязь характеристик речных бассейнов различных иерархических уровней: длины водотока, площади бассейна, расхода воды и модуля стока, зон выноса, транзита и аккумуляции вещества, морфологической структуры ландшафта.

Водно-физические свойства почв и грунтов. Приход атмосферных осадков и закономерности их перераспределения в холодный и теплый период года. Факторы перераспределения жидких осадков в элементарной геосистеме (фации). Типы водного питания и водного режима и их зональные и региональные закономерности. Методы определения составляющих водного баланса.

Уравнение связи теплового и водного балансов (по М.И. Будыко). Изменения в структуре радиационного, теплового и водного балансов на вырубках северо- и среднетаежных лесов (причины заболачивания). Использование показателей радиационного, теплового и водного балансов для оценки воздействия хозяйственной деятельности человека на природную среду (ОВОС).

Баланс вещества геосистем. Обобщенное балансовое уравнение вещества в геосистемах (по Л.Г. Бондареву) и уравнения для локальных геосистем с различными системообразующими потоками – водными, селевыми, лавинными, ледниковыми, песчаными. Физика склоновых и русловых процессов. Зональные закономерности в приходной и расходной части баланса. Методы определения прихода и расхода вещества в геосистемах.

Раздел IV. Биоэнергетика ландшафта. Элементы геокибернетики и теории информации.

Тема 6. Биоэнергетика ландшафта. Основные положения и понятия биоэнергетики. Схемы пищевых цепей – пастбищная и детритная подсистемы. Биологическая продуктивность, ее размерность, способы определения. Значение дендрохронологического метода в определении временной изменчивости биопродукционного процесса и климатических, геофизических и астрофизических факторов ее определяющих. Структура продуктивности и географические закономерности ее распределения. Автотрофное и гетеротрофное дыхание. Фотосинтез и его физико-географические факторы. 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 стелющегося 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.

Энергетические эквиваленты фотосинтеза и теплотворная способность органического вещества. КПД фотосинтеза по ФАР и радиационному балансу. Закономерности распределения КПД фотосинтеза на глобальном, региональном и

локальном уровнях. 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 – подстилочно-опадочный коэффициент, окислительно-восстановительный потенциал почв (Eh).

Стационарные и дистанционные исследования по теплофизике и биоэнергетики ландшафта. Программы и результаты исследований на Курской экспериментальной биосферной станции Института географии РАН, стационарах Института географии СО РАН, Института проблем эволюции и экологии РАН, Института лесоведения РАН и др. Вещественно-энергетические эмпирические модели функционирования геосистем с вертикальными и горизонтальными связями. Использование геофизических показателей для ОВОС.

Тема 7. Физическая география, кибернетика и теория информации. Становление и сущность общей теории систем, кибернетики, теории информации и информатики. Н. Винер, У.Р. Эшби, К. Шеннон, Г.Ф. Хильми, А.Д. Арманд. Информация и ее свойства. Структура информации. Прямые и обратные связи. Саморегуляция и самоорганизация. Принцип Ле-Шателье – Брауна. Устойчивость, чувствительность и надежность геосистем. Четыре класса систем по типу устойчивости на внешние воздействия. Неравновесное состояние. Эксергия. Синергизм. Изменчивость показателей функционирования геосистем.

Заключение. Физическая сущность географических законов и закономерностей. Проблемы геофизики ландшафта.

Рекомендуемая литература

Основная:

- Берущашвили Н.Л. Геофизика ландшафта. – М.: Высшая школа, 1990. 287 с.
Дьяконов К.Н. Геофизика ландшафта. Метод балансов. – М. Изд-во. Моск. ун-та, 1988. 95 с.
Дьяконов К.Н. Геофизика ландшафта: биоэнергетика, модели, проблемы. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. 96 с.

Дополнительная:

- Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. 264 с.
Арманд Д.Л. Наука о ландшафте. М.: Мысль, 1975. 286 с.
Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. М.: Наука, 1973. 370 с.
Будыко М.И. Климат и жизнь. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 472 с.
Герасимов И.П. Элементарные почвенные процессы как основа для генетической диагностики почв // Почвоведение. 1973. № 5.
Дьяконов К.Н., Касимов Н.С., Тикунов В.С. Современные методы географических исследований. М.: Просвещение, 1996. С.126-153.
Дьяконов К.Н., Ретеюм А.Ю. Земной отклик на движение внешних планет по данным дендроиндикации // Изв. РГО. Т. 145. Вып 5. С. 10-19.
Дэвис В.М. Географические очерки. М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. Гл. 1 и 2. С. 7–37.
Павлов А.В. Теплофизика ландшафтов. Новосибирск: Наука, 1979. 285 с.
Павлов А.В. Энергообмен в ландшафтной сфере Земли. Новосибирск: Наука, 1984. 256 с.

- Ретеюм А.Ю. Физико-географические исследования и системный подход // Системные исследования. Ежегодник. М.: Наука, 1972. С. 90-110.
- Ретеюм А.Ю. Земные миры. М.: Мысль, 1988. 268 с.
- Руднев Н.И. Средообразующая роль растительности тропических и умеренных широт Евразии. М.: ИПЭЭ РАН, 2003. 307 с.
- Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. М.: Мысль, 1981. 239 с.
- Сысуев В.В. Моделирование процессов в ландшафтно-геохимических системах. М.: Мысль, 1986. 301 с.
- Сысуев В.В. Физико-математические основы ландшафтоведения. Учебное пособие. М. Географический ф-т МГУ, 2003. 175 с.
- Теплообмен в мерзлотных ландшафтах Восточной Сибири и его факторы. Москва-Тверь. Изд-во «Триада», 2007. 576с.
- Хильми Г.Ф. Основы физики биосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 298 с.
- Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник. Составители: Ю.Г. Пузаченко, А.С. Желтухин, Д.Н. Козлов и др. М.: Деловой мир. 2007. 80 с.
- Чечкин С.А. Основы геофизики. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. 288 с.
- Шульгин И.А. Солнечные лучи в зеленом растении. М., 2009. 213 с.

Интернет-ресурсы:

Методические материалы по лекционному курсу, практическим и семинарским занятиям представлены на сайте www.landscape.edu.ru