

Программа дисциплины «Гидрофизика»

Автор: с.н.с. Е.С.Повалишникова

Цель освоения дисциплины: Раскрыть круг основных гидрофизических процессов, протекающих в водных объектах суши, а также на границе взаимодействия воды в разных агрегатных состояниях с другими средами.

Задачи:

- сформировать знания о физических свойствах воды как вещества в разных агрегатных состояниях.
- создать общие представления о протекающих в водных объектах суши гидрофизических процессах, их взаимодействии и влиянии на режим водных объектов.
- сформировать базовые знания по каждому типу гидрофизических процессов, необходимые для более глубокого понимания и изучения гидрологических процессов, протекающих в разных типах водных объектов.

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Гидрофизика» входит в модуль «Динамика русловых потоков» вариативной части дисциплин профессионального цикла ООП. Дисциплина преподается в 6 семестре 3 курса.

Дисциплина «Гидрофизика» рассматривает не только основные физико-химические свойства воды в разных агрегатных состояниях, но и изучает физические основы процессов, протекающих в природных водах различного генезиса, связывает характер протекания этих процессов с физико-географическими особенностями территории и гидроэкологической безопасностью хозяйственного освоения и использования водных ресурсов и прилегающих к ним территорий. Поэтому для усвоения учебного материала студентам необходимы знания структуры и эволюции географической оболочки, основных черт зональных и региональных особенностей природной среды, закономерностей формирования и изменения климата, рельефа, экзогенных процессов, формирующих и изменяющих рельеф нашей планеты, закономерностей распределения почвенно-растительного покрова и их влияния на сток рек, а также базовые знания по физике, химии и началам интегрального и дифференциального исчисления. При освоении курса «Гидрофизика» студенты получают базовые знания по всем типам гидрофизических процессов, необходимые им для дальнейшего изучения остальных курсов данного модуля.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: физические и химические свойства воды, общие сведения о перемешивании воды в водных объектах, способы распространения теплоты в водных объектах, методы изучения тепловых процессов, особенности охлаждения и нагревания водных объектов, основные сведения о смешении, разбавлении и самоочищении воды, особенности движения наносов в водных потоках, основные аспекты фильтрации влаги в почвогрунтах и снежном покрове.

Уметь: самостоятельно осваивать дополнительную литературу по учебной дисциплине, использовать основные справочные материалы, полно и логично излагать освоенный учебный материал.

Владеть: знаниями о свойствах воды, навыками расчета основных характеристик воды в разных фазах, методами решения дифференциальных уравнений перемешивания, тепловых процессов, фильтрации воды через подстилающую поверхность, движения наносов в водных потоках, навыками самостоятельной работы с литературой.

Содержание

Раздел 1.

Тема 1. Введение

Вода в природе. Предмет, задачи, составные части гидрофизики, ее взаимосвязи с другими науками. История изучения свойств воды.

Тема 2. Химические и физические свойства природных вод

Структура молекулы воды в разных агрегатных состояниях. Структурные группировки молекул воды. Изотопный состав воды.

Физические свойства природных вод. Агрегатные состояния воды: жидкость, водяной пар, лед. Фазовые переходы. Плотность воды. Зависимость плотности воды от температуры, минерализации (солености) и давления. Зависимость температуры замерзания, температуры наибольшей плотности от солености воды. Теплоемкость и теплопроводность воды. Вязкость воды. Поверхностное натяжение. Электропроводность воды. Акустические, радиационные и оптические свойства: альbedo, проникающая, рассеянная и поглощенная радиация, прозрачность, цвет.

«Аномалии» воды. Гидрологическое и экологическое значение физических свойств аномалий воды.

Тема 3. Процессы перемешивания

Общие сведения о перемешивании: диффузия (адвекция, конвекция, дисперсия) вещества. Виды перемешивания: молекулярное, молярное: турбулентное, вынужденное, плотностное.

Турбулентное перемешивание. Энергия турбулентности. Характеристики турбулентности. Статистические характеристики: пульсационная оставляющая скорости течения, интенсивность турбулентности, коэффициент корреляции, спектральная функция. Динамические характеристики: масштаб турбулентности, коэффициент турбулентного обмена. Уравнение турбулентного движения.

Вынужденное перемешивание: внутренние волны, сейши, ветровые течения.

Плотностное перемешивание: свободная и вынужденная конвекция.

Тема 4. Тепловые процессы

Основные понятия: энтальпия, градиент температуры, температурное поле, поток тепла.

Способы распространения теплоты в водных объектах: физическая теплопроводность, конвективный теплообмен, радиационная теплопередача, теплообмен при изменении агрегатного состояния воды, биологические процессы.

Дифференциальное уравнение теплопроводности нестационарной неподвижной среды. Дифференциальное уравнение теплопроводности (уравнение энергии) турбулентного потока.

Методы изучения тепловых процессов: аналитический; численный (метод конечных разностей). Начальные и граничные условия. Метод физического моделирования. Критерии подобия тепловых процессов, метод аналогий. Уравнение теплового баланса водного объекта.

Охлаждение и замерзание водных объектов. Типы формирования ледяного покрова. Формирование ледостава на озерах. Замерзание рек. Структура льда и типы ледяного покрова. Нарастание толщины льда. Расчет толщины льда. Разрушение ледяного покрова. Затопление льда. Особенности формирования и разрушения. Борьба с заторами.

Тема 5. Процессы смешения, разбавления, самоочищения.

Общие положения. Активные пассивные примеси.

Смешение, разбавление и самоочищение в водотоках. Определения. Коэффициент разбавления. Коэффициент смешения. Створ достаточного перемешивания.

Смешение консервативных веществ с природными водами. Уравнение турбулентной диффузии. Характерные периоды смешения.

Смешение неконсервативных веществ с природными водами.

Смешение, разбавление и самоочищение в устьях рек.

Тема 6. Движение речных наносов.

Происхождение, характеристики и классификация речных наносов. Уравнение баланса наносов в бассейне реки. Наиболее важные характеристики наносов: геометрическая крупность, плотность частицы, плотность отложений, мутность, начальная скорость влечения частицы, средняя скорость влечения частицы; гидравлическая крупность.

Режимы осаждения (ламинарный, переходный, турбулентный). Поведение частицы в потоке. Движение и взвешивание частиц: начальная скорость влечения частиц (ф-лы Гончарова, Шамова, Леви). Критерий перехода частицы из взвешенного состояния во влекомое. Транзитные и русловые наносы, критерий транзита. Метод Крессера.

Взвешенные наносы. Теория турбулентного перемешивания. Диффузионная теория взвешенных наносов Маккавеева: эпюра мутности Караушева, эпюра мутности Маккавеева, эпюра мутности Великанова-Рауза. Гравитационная теория Великанова. Транспортирующая способность потока. Расчет расхода взвешенных наносов для разных фаз водного режима.

Влекомые наносы. Концепция бесструктурного движения частиц. Грядовое движение наносов. Расчет расхода влекомых наносов.

Расчет суммарного расхода влекомых и взвешенных наносов.

Тема 7. Фильтрация влаги в грунтах и снежном покрове.

Основные понятия. Пористость и влажность среды.

Фильтрация влаги в грунтах. Передвижение влаги в водонасыщенных грунтах. Передвижение влаги в водоненасыщенных грунтах. Виды почвенной влаги: гравитационная, капиллярная, пленочная. Дифференциальное уравнение влагопереноса.

Фильтрация влаги в снежном покрове. Расчет интенсивности снеготаяния. Водоотдача из снежного покрова.

Заключение. Основные итоги курса.

Рекомендуемая литература

Основная:

- Алексеевский Н.И. Гидрофизика. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 176 с.
Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков. СПб.: РГГМУ, 2007. 314 с.
Винников С.Д., Викторова Н.В. Физика вод суши. Учебник. СПб.: РГГМУ, 2009. 430 с.
Мишон В.М. Гидрофизика. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1979. 308 с.
Одрова Т.В. Гидрофизика водоемов суши. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 311 с.

Дополнительная:

- Бузин В.А. Затопы льда и затопные наводнения на реках. СПб.: Гидрометеиздат, 2004. 203 с.
Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. М.: Изд-во МГУ, 1991. 351 с.
Гончаров В.Н. Динамика русловых потоков. Л.: Гидрометеиздат, 1962. 374 с.
Гришанин К.В. Динамика русловых потоков. Л.: Гидрометеиздат, 1979. 311 с.
Дебольская Е.И. Динамика водных потоков с ледяным покровом. М.: Изд-во МГУП, 2003. 278 с.
Деев Ю.А. Весенние затопы льда в русловых потоках. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 110 с.
Долгов С.В., Коронкевич Н.И. Географо-гидрологическое изучение зоны аэрации. Изв. РАН. Сер. Географическая. 1999. №2. с.17-30.
Донченко Р.В. Ледовый режим водохранилищ СССР. Труды ГГИ, 1971. Вып.187. с.3-108.
Караушев А.В. Речная гидравлика. Л.: Гидрометеиздат, 1969. 416 с.

- Караушев А.В. Теория и методы расчета речных наносов. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 272 с.
- Кириллова Т.В. Радиационный режим озер и водохранилищ. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 253 с.
- Козлов Д.В. Лед пресноводных водоемов и водотоков. М.: Изд-во МГУП, 2000. 263 с.
- Кузьмин П.П. Измерение и расчет испарения с поверхности снежного покрова. В кн.: Изучение и расчет элементов водного баланса. Ч.2. Л., 1979, с.101-121.
- Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1961. 345 с.
- Кузьмин П.П. Физические свойства снежного покрова. Л.: Гидрометеиздат, 1957. 179 с.
- Кузьмин П.П. Формирование снежного покрова и методы определения снегозапасов. Л. 1960.
- Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.-Л.: Изд-во научно-технической машиностроительной литературы, 1962. 456 с.
- Лабзовский Н.А. Турбулентная диффузия в озерах. Изменчивость гидрофизических полей в озерах. Л.: Наука, 1978. с. 117–146.
- Леви И.И. Динамика русловых потоков. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1957. 252 с.
- Пехович А.И. Основы гидроледотермики. Л.: Энергоатомиздат, 1983. 199 с.
- Показеев К.В., Филатов Н.Н. Гидрофизика и экология озер. Т.1. Гидрофизика. М.: Физический факультет МГУ, 2002. 276 с.
- Судольский А.С. Динамические явления в водоемах. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 262 с.
- Тушинский С.Г. Динамика вод озер и водохранилищ. Итоги науки и техники. ВИНТИ. Серия гидрология суши. М., 1987. Т.6. 158 с.
- Шамов Г.И. Речные наносы. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 378 с.
- Винников С.Д., Проскураков Б.В. Гидрофизика. _ Л.: Гидрометеиздат, 1988

Интернет-ресурсы

Тематическая литература в электронном формате, выложенная в сети Интернет.