

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра гидрологии и охраны водных ресурсов**

**Авторы-составители: Шайдулина Аделия Александровна  
Двинских Светлана Александровна**

Рабочая программа дисциплины

**ГИДРОФИЗИКА**

Код УМК 34809

Утверждено  
Протокол №10  
от «16» июня 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Гидрофизика

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **05.03.04** Гидрометеорология  
направленность Гидрология

### **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

В результате освоения дисциплины **Гидрофизика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**05.03.04** Гидрометеорология (направленность : Гидрология)

**ПК.7** владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	05.03.04 Гидрометеорология (направленность: Гидрология)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	10
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	56
<b>Проведение лекционных занятий</b>	28
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	28
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	88
<b>Формы текущего контроля</b>	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (9) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (2)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (10 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Гидрофизика. Первый семестр**

Роль гидрофизики в изучении гидрологических явлений и процессов, проведении инженерно-гидрологических расчетов и решении экологических проблем. Место и роль гидрофизики в системе наук. Классификация гидрофизических процессов. Методы исследований. Этапы развития научных идей в области гидрофизики.

Особенности гидросферы как геофизической системы.

Структура гидросферы. Специфика водных объектов разных типов. Внутренние особенности гидросферы. Внешние (тепловые и динамические) взаимодействия гидросферы и её частей с другими сферами Земли. Тепловой баланс и его виды; теплотокеты, тепловой сток. Применение законов термогидродинамики при анализе гидрофизических мелко- и крупно-масштабных взаимодействий.

### **Введение**

Предмет и объект науки. Гидрофизические процессы и их роль в развитии водных объектов .

### **Структура воды и ее физические свойства**

Особенности воды как физического тела. Виды воды, фазовые состояния воды, аномалии физических свойств. Строение молекулы воды и внутримолекулярные связи. Гипотезы, объясняющие структуру воды и особенности физических свойств. Кристаллическая структура воды. Водородные связи.

Диаграмма состояния воды. Тройная точка. Фазовые переходы, кривые испарения-конденсации, кристаллизации-плавления, сублимации- возгонки.

Механизм ледообразования. Гипотезы структуры льда. Образование внутриводного льда. Влияние минерализации на замерзание воды и таяние льда. Полиморфизм льда. Свойство полиморфных видов льда. Классификации льда и снега.

Испарение и его механизм. Механизм сублимации и возгонки.

Свойства воды и льда, их зависимость от температуры, давления, минерализации. Вязкость воды.

Термодинамические свойства воды и льда. Механические свойства льда.

Акустические, оптические, электрические свойства воды.

### **Физические свойства воды. Общие сведения**

Особенности воды как физического тела. Виды воды, фазовые состояния воды, аномалии физических свойств. Строение молекулы воды и внутримолекулярные связи. Гипотезы, объясняющие структуру воды и особенности физических свойств. Кристаллическая структура воды. Водородные связи.

Диаграмма состояния воды. Тройная точка. Фазовые переходы, кривые испарения-конденсации, кристаллизации-плавления, сублимации- возгонки.

Механизм ледообразования. Гипотезы структуры льда. Образование внутриводного льда. Влияние минерализации на замерзание воды и таяние льда. Полиморфизм льда. Свойства полиморфных видов льда. Классификации льда и снега.

Испарение и его механизм. Механизм сублимации и возгонки.

Свойства воды и льда, их зависимость от температуры, давления, минерализации. Вязкость воды.

Термодинамические свойства воды и льда. Механические свойства льда.

Акустические, оптические, электрические свойства воды.

### **Молекулярное строение. Схема взаимодействия молекул. Структура молекулы воды**

Рассматривается молекулярное строение воды, определяющее вид и свойства воды. Существующая схема взаимодействия молекул и структура молекулы воды

### **Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях. Диаграмма состояний воды.**

#### **Фазовая диаграмма. Аномалии воды**

Особенности воды как физического тела. Виды воды, фазовые состояния воды, аномалии физических

свойств. Строение молекулы воды и внутримолекулярные связи. Гипотезы, объясняющие структуру воды и особенности физических свойств. Кристаллическая структура воды. Водородные связи. Диаграмма состояния воды. Тройная точка. Фазовые переходы, кривые испарения-конденсации, кристаллизации-плавления, сублимации-возгонки.

### **Письменное контрольное мероприятие по разделу "структура воды и ее физические свойства"**

Контроль за усвоением материала по разделу 2

#### **Процессы теплообмена и гидротермики**

Температурное поле. Тепловой поток, теплосодержание, градиент температуры. Способы передачи тепла - молекулярная теплопроводность, турбулентный теплообмен, излучение (солнечная радиация). Закономерности передачи тепла. Закон Фурье. Закон Ньютона. Закон Стефана Больцмана. Уравнение теплового баланса водоёма, его составляющие и методы их определения. Дифференциальные уравнения теплопроводности Фурье-Лапласа. Применение дифуравнения Фурье-Лапласа для определения составляющих. Условия однозначности. Виды граничных условий. Критерии подобия тепловых процессов.

Методы расчета температуры воды в водных объектах разных типов для стационарного и нестационарного температурного поля. Гидротермические исследования и расчеты при проектировании гидротехнических сооружений. Математическое и тепловое моделирование.

Ледотермический режим водоёмов в периоды охлаждения, замерзания водоёмов и ледостава. Тепловые процессы через лёд и снег на поверхности водоёма и суши. Расчет толщины льда и другие ледотермические расчеты.

#### **Основные положения теплообмена**

Температурное поле. Тепловой поток, теплосодержание, градиент температуры. Способы передачи тепла - молекулярная теплопроводность, турбулентный теплообмен, излучение (солнечная радиация). Закономерности передачи тепла. Закон Фурье. Закон Ньютона. Закон Стефана Больцмана. Уравнение теплового баланса водоёма, его составляющие и методы их определения. Дифференциальные уравнения теплопроводности Фурье-Лапласа. Применение дифуравнения Фурье-Лапласа для определения составляющих. Условия однозначности. Виды граничных условий. Критерии подобия тепловых процессов.

Методы расчета температуры воды в водных объектах разных типов для стационарного и нестационарного температурного поля. Гидротермические исследования и расчеты при проектировании гидротехнических сооружений. Математическое и тепловое моделирование.

Ледотермический режим водоёмов в периоды охлаждения, замерзания водоёмов и ледостава. Тепловые процессы через лёд и снег на поверхности водоёма и суши. Расчет толщины льда и другие ледотермические расчеты.

#### **Гидротермика**

Методы расчета температуры воды в водных объектах разных типов для стационарного и нестационарного температурного поля. Гидротермические исследования и расчеты при проектировании гидротехнических сооружений. Математическое и тепловое моделирование.

### **Письменное контрольное мероприятие по разделу "основные положения теплообмена"**

Контроль за усвоением материала по разделу 3

#### **Практическая работа №1**

Расчет теплосодержания

## **Практическая работа №2**

Расчет испарения с поверхности водоема

## **Практическая работа №3**

Расчет теплообмена между водной поверхностью и атмосферой

### **Ледотермические процессы**

Механизм ледообразования. Гипотезы структуры льда. Образование внутриводного льда. Влияние минерализации на замерзание воды и таяние льда. Полиморфизм льда. Свойство полиморфных видов льда. Классификации льда и снега. Свойства воды и льда, их зависимость от температуры, давления, минерализации. Вязкость воды. Термодинамические свойства воды и льда. Механические свойства льда.

Ледотермический режим водоёмов в периоды охлаждения, замерзания водоёмов и ледостава. Тепловые процессы через лёд и снег на поверхности водоёма и суши. Расчет толщины льда и другие ледотермические расчеты

### **Ледотермические процессы**

Механизм ледообразования. Гипотезы структуры льда. Образование внутриводного льда. Влияние минерализации на замерзание воды и таяние льда. Полиморфизм льда. Свойство полиморфных видов льда. Классификации льда и снега. Свойства воды и льда, их зависимость от температуры, давления, минерализации. Вязкость воды. Термодинамические свойства воды и льда. Механические свойства льда.

Ледотермический режим водоёмов в периоды охлаждения, замерзания водоёмов и ледостава. Тепловые процессы через лёд и снег на поверхности водоёма и суши. Расчет толщины льда и другие ледотермические расчеты

## **Практическая работа №4**

Расчет средней месячной температуры поверхности воды в водоеме за теплый период

## **Практическая работа №5**

Расчет толщины льда

### **Волнение в водоемах**

Элементы волн. Теории волнения. Формальные теории волнения глубокой и мелкой воды. Основные уравнения и методы расчета волновых характеристик. Теория развития волнения. Энергия волнения, уравнение баланса волновой энергии. Спектральная теория волнения. Процессы волнения в природных водоёмах. Стадии волнения. Трансформация волн у побережий. Методы расчета элементов волн. Стоячие волны, сейши. Особенности приливных волн. Внутренние волны.

### **Волнение**

Элементы волн. Теории волнения. Формальные теории волнения глубокой и мелкой воды. Основные уравнения и методы расчета волновых характеристик. Теория развития волнения. Энергия волнения, уравнение баланса волновой энергии. Спектральная теория волнения. Процессы волнения в природных водоёмах. Стадии волнения. Трансформация волн у побережий. Методы расчета элементов волн. Стоячие волны, сейши. Особенности приливных волн. Внутренние волны.

## **Практическая работа №6**

Расчет параметров ветровых волн

### **Течения в водоемах**

Классификация течений. Теории течений, возникновение течений и их развитие. Типы течений в ограниченных водоёмах.

Скорость и направление градиентных и ветровых течений; глубина трения. Плотностные течения.

Суммарные течения. Циркуляционные течения в водоёмах суши. Волновые течения.

Методы расчета характеристик течений. Моделирование течений.

### **Течения**

Классификация течений. Теории течений, возникновение течений и их развитие. Типы течений в ограниченных водоёмах.

Скорость и направление градиентных и ветровых течений; глубина трения. Плотностные течения.

Суммарные течения. Циркуляционные течения в водоёмах суши. Волновые течения.

Методы расчета характеристик течений. Моделирование течений.

### **Практическая работа №7**

Расчет скорости дрейфового течения

### **Перемешивание**

Перемешивание, возникающее под воздействием течений и колебательных движений в водной массе.

Мертвые пространства. Глубина проникновения. Основные факторы, обеспечивающие перемешивание в глубоководных и мелководных водоемах, перемешиваются в результате ветрового волнения до дна. То же, но под влиянием стокового течения происходит в сильно проточных водоемах, особенно в многоводные фазы водного режима рек, впадающих в водоем. Экологическая роль перемешивания в водоемах.

### **Роль современных гидрофизических исследований в рациональном использовании водных ресурсов**

Оценка возможностей гидрофизических методов в решении проблем гидрологии и экологии. Задачи развития гидрофизических исследований. Современные научные проблемы гидрофизики, её прикладное значение и перспективы практического использования.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Решетько, М. В. Основы гидравлики, гидрологии и гидрометрии : учебное пособие / М. В. Решетько. — Томск : Томский политехнический университет, 2015. — 193 с. — ISBN 978-5-4387-0557-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/55201.html>
2. Кистович, А. В. Физика моря : учебное пособие для вузов / А. В. Кистович, К. В. Показеев, Т. О. Чаплина. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 336 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12036-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/446686>

### Дополнительная:

1. Гидрофизика:практикум для студентов 4-го курса географического факультета направлений "Прикладная гидрометеорология" и Гидрометеорология"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь,2015.-47.-Библиогр.: с. 34
2. Алексеевский Н. И. Гидрофизика:учеб. для студентов вузов/Н. И. Алексеевский.-М.:Академия,2006, ISBN 5-7695-2464-2.-176.-Библиогр.: с. 164-168
3. Мишон Виталий Михайлович Гидрофизика:Учеб.пособие/Виталий Михайлович Мишон.- Воронеж:Изд-во Воронеж.ун-та,1979.-308.
4. Винников, С. Д. Физика вод суши : учебник / С. Д. Винников, Н. В. Викторова. — Санкт-Петербург : Российский государственный гидрометеорологический университет, 2009. — 430 с. — ISBN 978-5-86813-242-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/17976>
5. Букреев, В. И. Физическое моделирование водных потоков (введение в способы измерения гидрофизических величин и визуализации движения жидкости) : учебное пособие / В. И. Букреев, В. В. Дегтярев ; под редакцией И. Э Спирина. — Новосибирск : Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2008. — 121 с. — ISBN 978-5-7795-0399-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/68823.html>

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.maikonline.com/> Водные ресурсы

<http://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web> [ncdc.noaa.gov/](http://ncdc.noaa.gov/)

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Гидрофизика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета. Офисный пакет приложений «LibreOffice». Дисциплина не предусматривает использование специального программного обеспечения.

ПО на ноутбук: ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020).

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Лекционные и практические занятия - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской. Текущий контроль и групповые (индивидуальные) консультации - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа - аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим

программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Гидрофизика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ПК.7**

**владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин**

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
<p><b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин</p>	<p>Знать основные определения гидрофизики. Владеть методами базовых теоретических разделов гидрофизики. Уметь определять основные характеристики ветрового волнения, рассчитывать тепловой баланс и его составляющие, толщину льда, скорость и направление течения.</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает основные определения гидрофизики, структуру молекулы воды, гипотезы строения молекулы воды, особенности молекулярной структуры воды в разных агрегатных состояниях; процессы теплообмена и гидротермики, тепло- и влагообмена; тепловой и радиационный баланс разных водных объектов (моря, водотоки и водоемы), а также классификации и условия возникновения течений и ветрового волнения в водоемах. Не имеет представление о происходящих процессах в гидросфере, их физической причине;</p> <p>Не умеет определять основные характеристики ветрового волнения, рассчитывать тепловой баланс и его составляющие, толщину льда, скорость и направление течения.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основные определения гидрофизики, структуру молекулы воды, гипотезы строения молекулы воды. Знает особенности молекулярной структуры воды в разных агрегатных состояниях. Затрудняется в описании процессов теплообмена и гидротермики, тепло- и влагообмена. Не совсем уверенно знает тепловой и радиационный баланс разных водных объектов (моря, водотоки и водоемы), а также классификации и условия возникновения течений и ветрового волнения в водоемах. Имеет представление о происходящих процессах в гидросфере, их физической</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>причине; Умеет определять основные характеристики ветрового волнения, рассчитывать тепловой баланс и его составляющие, толщину льда, скорость и направление течения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основные определения гидрофизики, структуру молекулы воды, гипотезы строения молекулы воды. Знает особенности молекулярной структуры воды в разных агрегатных состояниях. Затрудняется в описании процессов теплообмена и гидротермики, тепло- и влагообмена. Не совсем уверенно знает тепловой и радиационный баланс разных водных объектов (моря, водотоки и водоемы), а также классификации и условия возникновения течений и ветрового волнения в водоемах. Имеет представление о происходящих процессах в гидросфере, их физической причине; Затрудняется определять основные характеристики ветрового волнения, рассчитывать тепловой баланс и его составляющие, толщину льда, скорость и направление течения.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает основные определения гидрофизики, структуру молекулы воды, гипотезы строения молекулы воды. Знает особенности молекулярной структуры воды в разных агрегатных состояниях. Знает процессы теплообмена и гидротермики, тепло- и влагообмена. Знает тепловой и радиационный баланс разных водных объектов (моря, водотоки и водоемы), а также классификации и условия возникновения течений и ветрового волнения в водоемах. Имеет представление о происходящих процессах в гидросфере, их физической причине; Умеет определять основные характеристики</p>

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> ветрового волнения, рассчитывать тепловой баланс и его составляющие, толщину льда, скорость и направление течения.

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : СУОС

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 50 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 50 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>Входной контроль</b>	Введение <b>Входное тестирование</b>	Студент демонстрирует знания базовых разделов физики и гидрологии суши
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Физические свойства воды. Общие сведения <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	студент способен четко и логично излагать и представлять информацию, связанную с тематикой курса в виде устного доклада и письменного реферата.
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Письменное контрольное мероприятие по разделу "структура воды и ее физические свойства" <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает структуру воды и ее физические свойства
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Письменное контрольное мероприятие по разделу "основные положения теплообмена" <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знает процессы теплообмена и гидротермику
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Практическая работа №1 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент способен рассчитать теплосодержание водоема

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Практическая работа №2 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент способен рассчитать испарение с поверхности водоема
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Практическая работа №3 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умеет рассчитать теплообмен между водной поверхностью и атмосферой
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Практическая работа №4 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умеет рассчитывать среднюю месячную температуру поверхности воды в водоеме за теплый период
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Практическая работа №5 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Знает методы расчета толщины льда
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Практическая работа №6 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умеет рассчитать параметры ветровых волн
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Практическая работа №7 <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умеет рассчитать скорости дрейфового течения
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Роль современных гидрофизических исследований в рациональном использовании водных ресурсов <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Студент способен четко и логично излагать информацию, связанную с тематикой курса в виде эссе

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ПК.7</b> владеть теоретическими основами профильных гидрометеорологических дисциплин	Итоговый контроль <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	Знает основные определения гидрофизики, структуру молекулы воды, гипотезы строения молекулы воды. Знает особенности молекулярной структуры воды в разных агрегатных состояниях. Знает процессы теплообмена и гидротермики, тепло- и влагообмена. Знает тепловой и радиационный баланс разных водных объектов (моря, водотоки и водоемы), а также классификации и условия возникновения течений и ветрового волнения в водоемах.

### Спецификация мероприятий текущего контроля

#### Введение

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Знает 2 аномалии воды	6
Знает 4 аномалии воды	3

#### Физические свойства воды. Общие сведения

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

Показатели оценивания	Баллы
I. Реферат 1. Структура реферата соответствует требованиям (присутствуют титульный лист, фамилия автора, объект исследования, рисунки, основная текстовая часть). 2. Отсутствуют орфографические ошибки. 3. Рисунки четкие, хорошего качества. II. Доклад 1. Четкий, логически выстроенный доклад без чтения с бумажного материала. 2. Правильные ответы на дополнительные вопросы. 3. В конце доклада четко сформулированы выводы.	10
I. Реферат 1. Структура реферата соответствует требованиям (присутствуют титульный лист, фамилия автора, объект исследования, рисунки, основная текстовая часть). 2. Отсутствуют	7

орфографические ошибки. 3.Рисунки четкие, хорошего качества. II. Доклад1.Четкий, логически выстроенный доклад без чтения с бумажного материала. 2.Правильные ответы на дополнительные вопросы. 3.В конце доклада нет четко сформулированных выводов.	
I. Реферат1.Структура реферата соответствует требованиям (присутствуют титульный лист, фамилия автора, объект исследования, рисунки, основная текстовая часть). II. Доклад 1. Четкий, логически выстроенный доклад без чтения с бумажного материала. 2.Правильные ответы на дополнительные вопросы.	5
I. Реферат и его защита не отвечают предъявляемым требованиям	1

### **Письменное контрольное мероприятие по разделу "структура воды и ее физические свойства"**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **12**

Проходной балл: **7**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
1.Знает аномалии воды. 2.Знает молекулярную физику воды в трех ее агрегатных состояниях. 3.Знает структуру воды и ее физические свойства. 4.Способен построить диаграмму состояний воды.	12
Знает: аномалии воды. 2.Знает молекулярную физику воды в трех ее агрегатных состояниях. 3.Знает структуру воды и ее физические свойства. 4.Не может построить диаграмму состояний воды.	9
1.Знает аномалии воды. 2.Знает молекулярную физику воды в трех ее агрегатных состояниях. 3. Не знает структуру воды и ее физические свойства. 4. Не может построить диаграмму состояний воды.	6
1.Не знает аномалии воды. 2.Не знает молекулярную физику воды в трех ее агрегатных состояниях. 3.Не знает структуру воды и ее физические свойства. 4.Не способен построить диаграмму состояний воды.	3

### **Письменное контрольное мероприятие по разделу "основные положения теплообмена"**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **20**

Проходной балл: **9**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает: 1.Температурное поле. Тепловой поток, теплосодержание, градиент температуры. Способы передачи тепла - молекулярная теплопроводность, турбулентный теплообмен,	20

<p>излучение (солнечная радиация).2.Закономерности передачи тепла. Закон Фурье. Закон Ньютона. Закон Стефана Больцмана. Уравнение теплового баланса водоёма, его составляющие и методы их определения. 3.Дифференциальные уравнения теплопроводности Фурье-Лапласа. Применение дифуравнения Фурье-Лапласа для определения составляющих. 4.Методы расчета температуры воды в водных объектов разных типов для стационарного и нестационарного температурного поля. Гидротермические исследования и расчеты при проектировании гидротехнических сооружений.</p>	
<p>Температурное поле. Тепловой поток, теплосодержание, градиент температуры. Способы передачи тепла - молекулярная теплопроводность, турбулентный теплообмен, излучение (солнечная радиация).2.Закономерности передачи тепла. Закон Фурье. Закон Ньютона. Закон Стефана Больцмана. Уравнение теплового баланса водоёма, его составляющие и методы их определения. 3.Дифференциальные уравнения теплопроводности Фурье-Лапласа. Применение дифуравнения Фурье-Лапласа для определения составляющих. Не знает .Методы расчета температуры воды в водных объектов разных типов для стационарного и нестационарного температурного поля. Гидротермические исследования и расчеты при проектировании гидротехнических сооружений.</p>	15
<p>Температурное поле. Тепловой поток, теплосодержание, градиент температуры. Способы передачи тепла - молекулярная теплопроводность, турбулентный теплообмен, излучение (солнечная радиация).2.Закономерности передачи тепла. Закон Фурье. Закон Ньютона. Закон Стефана Больцмана. Уравнение теплового баланса водоёма, его составляющие и методы их определения. 3 Не знает дДифференциальные уравнения теплопроводности Фурье-Лапласа. Применение дифуравнения Фурье-Лапласа для определения составляющих. 4 Не знает методы расчета температуры воды в водных объектов разных типов для стационарного и нестационарного температурного поля. Гидротермические исследования и расчеты при проектировании гидротехнических сооружений.</p>	9
<p>Не знает: 1.Температурное поле. Тепловой поток, теплосодержание, градиент температуры. Способы передачи тепла - молекулярная теплопроводность, турбулентный теплообмен, излучение (солнечная радиация).2.Закономерности передачи тепла. Закон Фурье. Закон Ньютона. Закон Стефана Больцмана. Уравнение теплового баланса водоёма, его составляющие и методы их определения. 3.Дифференциальные уравнения теплопроводности Фурье-Лапласа. Применение дифуравнения Фурье-Лапласа для определения составляющих. 4.Методы расчета температуры воды в водных объектов разных типов для стационарного и нестационарного температурного поля. Гидротермические исследования и расчеты при проектировании гидротехнических сооружений.</p>	1

### Практическая работа №1

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **2**

Проходной балл: **1**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Задание выполнено в полном объеме и вовремя, рассчитана поверхностная плотность теплового потока и теплосодержание водной массы в водохранилище, построены графики изменения рассчитанных параметров за исследуемый период	2
Рассчитана поверхностная плотность теплового потока и теплосодержание водной массы в водохранилище, но не построены графики изменения рассчитанных параметров за исследуемый период, приведен подробный анализ полученных результатов	1

### **Практическая работа №2**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **2**

Проходной балл: **1**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Задание выполнено в полном объеме и вовремя, т.е. рассчитано испарение с поверхности водоема за исследуемый период, приведен подробный анализ полученных результатов	2
Рассчитано испарение с поверхности водоема, но не приведен подробный анализ полученных результатов, задание выполнено не вовремя	1

### **Практическая работа №3**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **2**

Проходной балл: **1**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Работа сдана в срок, оформлена аккуратно, задание выполнено в полном объеме. Определены все компоненты уравнения теплового баланса	2
Определены все компоненты уравнения теплового баланса	1

### **Практическая работа №4**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **2**

Проходной балл: **1**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Выполнен расчет средней месячной температуры поверхности воды в водоеме за теплый период (упрощенный метод), построен график хода температуры воды и воздуха, работа сдана в срок, оформлена аккуратно	2
Выполнен расчет средней месячной температуры поверхности воды в водоеме за теплый период (упрощенный метод), построен график хода температуры воды и воздуха	1

### **Практическая работа №5**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **2**  
 Проходной балл: **1**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Задание выполнено в полном объеме и вовремя, рассчитана толщина льда на конец заданных интервалов времени при условии образования кристаллического льда. Рассчитана предельно возможная высота снежного покрова. Построены графики изменения высоты снега и толщины льда по пентадам и приведен их анализ	2
Рассчитана толщина льда на конец заданных интервалов времени при условии образования кристаллического льда. Рассчитана предельно возможная высота снежного покрова. Построены графики изменения высоты снега и толщины льда по пентадам и приведен их анализ	1

### **Практическая работа №6**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **2**  
 Проходной балл: **1**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Задание выполнено аккуратно, в полном объеме и вовремя, определены следующие параметры ветровых волн: средняя высота, средняя длина, средний период, средняя скорость, крутизна	2
Задание выполнено в полном объеме, т.е. определены следующие параметры ветровых волн: средняя высота, средняя длина, средний период, средняя скорость, крутизна	1

### **Практическая работа №7**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**  
 Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**  
 Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **2**  
 Проходной балл: **1**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Задание выполнено аккуратно, в полном объеме и вовремя, рассчитана скорость течения при условии охвата течением всей толщи воды, выполнен расчет скорости при условии развития дрейфового течения одновременно с компенсационным встречного направления, определена абсолютная средняя скорость на вертикали, выполнен расчет общей продолжительности периода развития ветрового течения	2
Задание выполнено в полном объеме: рассчитана скорость течения при условии охвата течением всей толщи воды, выполнен расчет скорости при условии развития дрейфового течения одновременно с компенсационным встречного направления, определена абсолютная средняя скорость на вертикали, выполнен расчет общей продолжительности периода развития ветрового течения	1

### **Роль современных гидрофизических исследований в рациональном использовании водных ресурсов**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **4**

Проходной балл: **2**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Устное представление материала: Четкий, логически выстроенный доклад без чтения с бумажного материала. Правильные ответы на дополнительные вопросы. В конце доклада четко сформулированы выводы. Письменное эссе: Структура эссе соответствует требованиям (наличие заголовка, актуальности, основной части, выводов). Отсутствуют орфографические ошибки.	4
Устное представление материала: Доклад с использованием бумажного материала. Правильные ответы на дополнительные вопросы. В конце доклада выводы сформулированы не четко. Письменное эссе: Структура эссе соответствует требованиям (наличие заголовка, актуальности, основной части, выводов). Присутствуют орфографические ошибки.	2

### **Итоговый контроль**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **20**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
Знает следующие показатели оценивания: 1. Волнение 2. Гидротермика 3. Ледотермические процессы 4. Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях. Диаграмма состояний воды. 5. Фазовая диаграмма. Аномалии воды 6. Молекулярное строение. Схема взаимодействия молекул. Структура молекулы воды 7. Основные положения теплообмена 8. Течения	40
Знает 6 из 8 показателей оценивания: 1. Волнение 2. Гидротермика 3. Ледотермические процессы 4. Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях. Диаграмма состояний воды. 5. Фазовая диаграмма. Аномалии воды 6. Молекулярное строение. Схема взаимодействия молекул. Структура молекулы воды 7. Основные положения теплообмена 8. Течения	30
Знает 4 из 8 показателей оценивания: 1. Волнение 2. Гидротермика 3. Ледотермические процессы 4. Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях. Диаграмма состояний воды. 5. Фазовая диаграмма. Аномалии воды 6. Молекулярное строение. Схема взаимодействия молекул. Структура молекулы воды 7. Основные положения теплообмена 8. Течения	20
Знает 2 из 8 показателей оценивания: 1. Волнение 2. Гидротермика 3. Ледотермические процессы 4. Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях. Диаграмма состояний воды. 5. Фазовая диаграмма. Аномалии воды 6. Молекулярное строение. Схема	10

взаимодействия молекул. Структура молекулы воды 7. Основные положения теплообмена 8. Течения	
---	--