

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра Инженерной гидрологии

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИКА ВОД СУШИ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Прикладная гидрология**

Уровень:  
**Бакалавриат**

Форма обучения  
**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП



Сакович В.М.

Председатель УМС

 И.И. Палкин

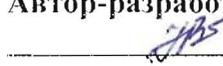
Рекомендована решением  
Учебно-методического совета РГГМУ

19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры  
12 04 2021 г., протокол № 20/21-9

Зав. кафедрой  Хаустов В.А.

Автор-разработчик:

 Викторова Н.В.

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель дисциплины** – формирование у студентов комплекса научных знаний о физических свойствах воды, льда, снега, а также о физике процессов, протекающих в них.

**Основные задачи** дисциплины связаны с освоением студентами:

- основных физических свойств воды, льда, снега и почвогрунтов;
- сущности физических процессов, протекающих в этих средах;
- уравнений, описывающих физические процессы, и методов решения этих уравнений при различных граничных условиях.

## 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Физика вод суши» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули).

Дисциплина читается в третьем семестре для очной формы обучения и на третьем курсе для заочной формы обучения

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: «Математика», «Физика».

Параллельно с дисциплиной «Физика вод суши» изучаются: «Философия», «Иностранный язык», «Математика», «Физика», «Физика атмосферы», «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Теоретическая механика», «Экономика», а также дисциплина части, формируемой участниками образовательных отношений: «Электротехника и электроника».

Навыки, полученные в ходе изучения дисциплины, могут быть использованы в ходе преддипломной практики, а также в процессе подготовки выпускной квалификационной работы.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:  
ОПК-2, ОПК-3

Таблица 1

### Общепрофессиональные компетенции

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-2. Способен применять знания физико-динамических принципов явлений и процессов, происходящих в природной среде, давать их качественную оценку и выделять антропогенную составляющую	ОПК-2.1. Выявляет и анализирует физико-динамические факторы, приводящие к возникновению явлений и процессов, происходящих в природной среде, и определяет механизмы их взаимодействия.	<i>Знать:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• закономерности формирования вод суши, образования и эволюции водных объектов, распределение их по территории с учетом климатических и физико-географических условий, и их участие в круговороте воды в природе;</li><li>• физические свойства воды во всех ее агрегатных состояниях;</li><li>• аномальные свойства воды;</li><li>• гипотезы о молекулярной структуре воды;</li></ul> <i>Уметь:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• выявить и проанализировать физико-динамические факторы, приводящие к воз-</li></ul>

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
		<p>никновению явлений и процессов, происходящих в водной среде, и определять механизмы ее взаимодействия с другими средами</p> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основными методами анализа для оценки эволюции физических процессов в водных объектах.</li> </ul>
	<p><b>ОПК-2.2.</b> Дает качественную оценку механизмов взаимодействия явлений и (или) процессов природной среды</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• физическую сущность процессов, протекающих в водах суши, методы их математического описания и экспериментальной проверки;</li> <li>• распределение и круговорот воды на земном шаре;</li> <li>• особенности водного и ледового режима рек.</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбрать метод изучения объекта и подобрать материал на основе натуральных наблюдений или баз данных;</li> <li>• провести анализ взаимодействия явлений и процессов природной среды.</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• терминологией;</li> <li>• основными методами анализа для оценки эволюции физических процессов в водных объектах.</li> </ul>
<p><b>ОПК-3.</b> Способен использовать базовые знания в области гидрометеорологии при решении задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-3.1.</b> Выбирает методы решения профессиональной задачи, используя базовые знания в области гидрометеорологии</p>	<p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• уравнения теплового баланса поверхности суши и водоема,</li> <li>• уравнения водного баланса речного бассейна и различных водных объектов;</li> <li>• аналитические и численные методы решения уравнения теплопроводности;</li> <li>• методы гидротермических расчетов водоемов и водотоков;</li> <li>• методы ледотермических расчетов водоемов и водотоков;</li> <li>• методы расчета испарения с поверхности суши и водной поверхности</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выполнять исследования в соответствии с требованиями методов измерений и анализа гидрометеорологических характеристик;</li> <li>• использовать полученные знания для решения практических гидрологических задач;</li> <li>• выполнять инженерные расчеты с привлечением современных вычислительных средств;</li> </ul>

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции	Результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать результаты наблюдений и расчетов;</li> <li>• на основе полученных результатов сделать выводы об особенностях природы гидрологического процесса.</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками использования компьютерных средств обработки и графического представления результатов измерений;</li> <li>• аналитическими, численными и графическими методами решения задач, связанных с физическими процессами, протекающими в водотоках и водоемах;</li> <li>• навыками составления водного баланса и расчета его составляющих;</li> <li>• навыками проведения гидротермических расчетов;</li> <li>• навыками проведения ледотермических расчетов.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 академических часа.

Таблица 2

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
<b>Объем дисциплины</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:</b>	<b>56</b>	<b>16</b>
в том числе:	-	-
лекции	<b>28</b>	<b>8</b>
занятия семинарского типа:		
практические занятия	<b>14</b>	-
лабораторные занятия	<b>14</b>	<b>8</b>
<b>Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:</b>	<b>88</b>	<b>128</b>
в том числе:	-	-
курсовая работа	<b>30</b>	<b>30</b>
контрольная работа	-	-
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>

## 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	СРС			
1	Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях	3	2	2	–	8	Опрос на лекции, тестирование, доклады на семинарах	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
2	Основные физические свойства воды, льда, снега, водяного пара	3	–	6	2	6	Опрос на лекции, тестирование, доклады на семинарах, расчетные задания	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
3	Основные положения теплообмена	3	4	–		6	Опрос на лекции, тестирование, расчетные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
4	Стационарное температурное поле	3	2	–	2	6	Опрос на лекции, тестирование, расчетные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
5	Нестационарное температурное поле	3	2	–	4	6	Опрос на лекции, тестирование, расчетные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
6	Гидротермический расчет водоемов и водотоков	3	4	2	2	6	Опрос на лекции, тестирование, доклады на семинарах, практико-ориентированные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
7	Таяние снежного покрова	3	2	–	–	8	Опрос на лекции, тестирование	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
8	Ледотехнический расчет водоемов и водотоков	3	2	2	2	10	Опрос на лекции, тестирование, доклады на семинарах, практико-ориентированные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
9	Испарение с поверхности воды, снега, льда и почвы	3	2	2	2	8	Опрос на лекции, тестирование, доклады на семинарах, практико-ориентированные задания	ОПК-3	ОПК-3.1

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	СРС			
10	Вода в почвогрунтах	3		–	–	12	Опрос на лекции, тестирование	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
11	Акустические, оптические и электромагнитные явления в воде	3	2	–	–	12	Опрос на лекции, тестирование	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
1	<b>ИТОГО</b>	-	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>88</b>	-	-	-

Таблица 4

## Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
1	Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях	3		–	12	Опрос на лекции, тестирование	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
2	Основные физические свойства воды, льда, снега, водяного пара	3	2	2	10	Опрос на лекции, тестирование, расчетные задания	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
3	Основные положения теплообмена	3			10	Опрос на лекции, расчетные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
4	Стационарное температурное поле	3	2	2	10	Опрос на лекции, тестирование, расчетные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
5	Нестационарное температурное поле	3		2	10	Опрос на лекции, тестирование, расчетные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
6	Гидротермический расчет водоемов и водотоков	3	2	2	10	Опрос на лекции, тестирование, практико-ориентированные задания	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1

№	Раздел / тема дисциплины	Год	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные занятия	СРС			
7	Таяние снежного покрова	3	–	–	12	Тестирование	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
8	Ледотехнический расчет водоемов и водотоков	3	2	–	14	Опрос на лекции, тестирование	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
9	Испарение с поверхности воды, снега, льда и почвы	3	–	–	12	Тестирование	ОПК-3	ОПК-3.1
10	Вода в почвогрунтах	3	–	–	14	Тестирование	ОПК-2 ОПК-3	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
11	Акустические, оптические и электромагнитные явления в воде	3	–	–	14	Тестирование	ОПК-2	ОПК-2.1 ОПК-2.2
<b>ИТОГО</b>		-	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>128</b>	-	-	-

#### 4.3. Содержание разделов/тем дисциплины

##### 1. Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях

Определение дисциплины «Физика атмосферы, океана и вод суши» как научной дисциплины, ее задачи и место среди наук о Земле и связь с другими науками. Научное и прикладное значение вопросов, освещаемых ею, в отраслях хозяйственной деятельности страны: тепло- и гидроэнергетике, водоснабжении, сельскохозяйственном производстве, воздушном и водном транспорте и др. Перспективы ее развития. Связь между процессами и явлениями, наблюдаемыми в водах суши. Широкое использование законов физики (механики, термодинамики и др.) для описания этих процессов.

Общие сведения. Фазовые состояния воды. Их взаимосвязь при изменении температуры и давления. Гипотезы строения молекул воды. Гипотезы структуры воды в трех ее фазовых состояниях. Виды льда.

##### 2. Основные физические свойства воды, льда, снега, водяного пара

Вода. Плотность. Зависимость ее от температуры, солености и давления. Тяжелая вода. Вязкость. Поверхностное натяжение. Испарение воды и конденсация водяного пара. Кристаллизация воды. Характерные температуры: наибольшей плотности, замерзания (дистиллированной и соленой воды), переохлажденной воды. Тепловые характеристики: теплота кристаллизации, теплота испарения, теплоемкость, теплопроводность. Электропроводность. Аномальные свойства воды,

Лед. Плотность, возгонка льда и снега. Сублимация водяного пара. Тепловые характеристики: теплота плавления, теплота возгонки, теплоемкость, температуропроводность. Механические характеристики: сжимаемость, модуль упругости, сдвига, коэффи-

циент Пуассона, прочность, предел прочности. Пластичность. Электропроводность.

Снег. Классификация снега и снежного покрова. Его формирование и плотность. Водные, тепловые, механические, электрические и акустические свойства снега. Физико-механические процессы, происходящие в снежном покрове, его таяние. Роль термического режима снежного покрова в образовании лавин.

Водяной пар. Плотность. Тепловые характеристики. Парциальное давление и давление водяного пара в воздухе.

### **3. Основные положения теплообмена**

Теплота. Температурное поле. Градиент температуры. Тепловой поток. Коэффициент теплопроводности воды, льда, снега, почвы. Теплопередача и теплоотдача: теплопроводностью, конвекцией, лучистым теплообменом, изменением агрегатного состояния вещества. Количественная оценка конвективной теплоотдачи, лучистого теплообмена (излучение, отражение, поглощение и пропускание лучистой энергии), передачи теплоты при изменении агрегатного состояния вещества (испарения и замерзания воды, таяния льда). Количественная оценка теплопередачи.

Дифференциальное уравнение теплопроводности в декартовых и цилиндрических координатах и с источником теплоты. Уравнение Лапласа. Условия однозначности.

Методы определения коэффициентов тепло- и температуропроводности твердых тел (льда, снега) и жидкости.

### **4. Стационарное температурное поле**

Теплопроводность плоского тела. Однослойное плоское тело. Многослойное плоское тело. Теплопроводность плоского тела с внутренним источником теплоты. Теплопроводность цилиндрической стенки. Теплопередача при цилиндрической стенке. Двумерное температурное поле. Методы решения уравнения теплопроводности для этого поля: аналитический, графический, метод релаксаций, метод электротепловой аналогии.

### **5. Нестационарное температурное поле**

Методы решения уравнения теплопроводности для одномерного температурного поля: аналитический, численный (графическая и табличная формы решения уравнения в конечных разностях). Метод решения уравнения теплопроводности для двумерного температурного поля (метод конечных разностей).

Изучение температурных полей на моделях. Моделирование температурных полей в средах без источников теплоты и средах, меняющих агрегатное состояние. Критерий подобия Фурье, Био и др.

### **6. Гидротермический расчет водоемов и водотоков**

Дифференциальное уравнение температурного поля турбулентного потока. Тепловой баланс водоема. Анализ составляющих теплового баланса: суммарная солнечная радиация, эффективное излучение, конвективный теплообмен, теплоотдача излучением, теплоотдача при испарении, теплообмен с дном, приход тепла с промышленными водами, с осадками, с грунтовыми водами и др. Оценка средней температуры водоема (метод изоэклинов). Применение метода суперпозиции для оценки температуры воды по глубине водоема. Оценка средней температуры воды водотока. Физическая сущность конвективных течений в водоемах, уравнения их описывающие. Гидротермический расчет водохранилищ-охладителей. Молекулярный и конвективный перенос растворенного вещества.

## **7. Таяние снежного покрова**

Водоудерживающая способность снежного покрова и его водопроницаемость. Таяние снега – процесс нагревания и собственно таяния. Уравнение теплового баланса снежного покрова для этих периодов и его составляющие. Расчет запаса воды в снежном покрове к началу снеготаяния, с момента начала снеготаяния, слоя воды в процессе таяния и времени схода снега на участке. Впитывание талой воды почвой и стекание по ее поверхности.

## **8. Ледотехнический расчет водоемов и водотоков**

Формирование ледяного покрова и расчет его толщины. Факторы, определяющие площадь полыньи нижнего бьефа ГЭС и ее шугопродуцирующей части. Зажорные явления на реках и расчет расхода шуги. Оценка количества льда в зажоре.

Несущая способность ледяного покрова. Разрушение и таяние ледяного покрова. Затонные явления на реках. Механизм образования затора. Типы заторов. Расчет напряженного состояния затора, толщины и количества льда в нем. Методы борьбы с заторами и зажорами льда на реках.

Статическое давление ледяного покрова на гидротехнические сооружения. Навалы льда. Динамические нагрузки льда на гидротехнические сооружения, их расчет. Вредные последствия от зажорных, затонных и других явлений на реках. Определение временного сопротивления льда в лабораторных условиях: на сжатие, изгиб, растяжение. Наледи, физическая сущность их формирования и разрушения. Методы борьбы с наледными явлениями и использование наледей в хозяйственной деятельности.

## **9. Испарение с поверхности воды, снега, льда и почвы**

Физика процесса испарения с водной поверхности, с почвы и снежного покрова. Факторы, его определяющие: температура поверхности, с которой происходит испарение, влажность и температура воздуха, скорость ветра и др. Измерение испарения с помощью приборов. Методы расчета испарения с поверхности воды: метод водного, теплового баланса, турбулентной диффузии, эмпирических формул. Методы расчета испарения с поверхности снега и льда. Методы расчета испарения почвенной влаги. Транспирация.

## **11. Вода в почвогрунтах**

Основные понятия. Виды почвенной влаги. Силы, действующие на почвенную влагу. Передвижение влаги в почве. Уравнение неразрывности влагопереноса. Дифференциальное уравнение передвижения влаги в зоне аэрации. Методы решения этого уравнения. Впитывание влаги в почву и ее фильтрация. Определение коэффициента влагопроводности.

Промерзание и оттаивание влажного почвогрунта. Процесс инфильтрации воды в мерзлые почвы. Дифференциальные уравнения тепло- и влагообмена в почве при инфильтрации талой воды в мерзлую почву. Мерзлотное пучение некоторых почв и грунтов. Термический и химический осмос.

## **12. Акустические, оптические и электромагнитные явления в воде**

Общие сведения о звуке. Волновое уравнение распространения звука. Скорость распространения звука. Отражение, преломление и поглощение звуковой волны водой. Ультразвук и его применение. Примеры применения ультразвука в гидрологии: эхолотирование, измерение скорости течения и др.

Оптические свойства воды. Отражение, преломление, поглощение и рассеяние видимых лучей водой. Прозрачность и цвет воды.

Оптические методы исследования жидкости. Поляризованный свет и двойное лучепреломление. Закон упругости. Понятие о методе поляризационного моделирования. Оптически активные жидкости. Устройство для изучения водных потоков. Примеры изучения движения потока поляризационно-оптическим методом.

Свойства воды после магнитной обработки. Электрические явления в жидкостях: электроосмос, электрофорез, электрический потенциал протекания и седиментации, двойной электрический слой.

Примеры использования человеком электрических явлений в воде.

#### 4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 5

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2, 3	Решение задач, связанных с законом теплосодержания. Решение задач, предусматривающих применение законов теплообмена: Фурье, Ньютона и др.	2	–
4	Решение задач с использованием уравнения Фурье. Расчет температуры по глубине снеговой толщи	2	–
5	Расчет одномерного нестационарного уравнения теплопроводности. Граничные условия I рода. Тепловое моделирование	2	–
5	Расчет одномерного нестационарного уравнения теплопроводности. Граничные условия II рода	2	–
6	Расчет температуры воды по длине водотока. Расчет длины льдины	2	–
6	Расчет нарастания толщины ледяного покрова без и при наличии снежного покрова	2	–
9	Расчет испарения с поверхности водоема	2	–

Таблица 6

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2, 3	Решение задач, связанных с законом теплосодержания. Решение задач, предусматривающих применение законов теплообмена: Фурье, Ньютона и др.	2	–
4	Решение задач с использованием уравнения Фурье. Расчет температуры по глубине снеговой толщи	2	–

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
5	Расчет одномерного нестационарного уравнения теплопроводности. Граничные условия I рода. Тепловое моделирование	2	–
6	Расчет нарастания толщины ледяного покрова без и при наличии снежного покрова	2	–

Таблица 7

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Молекулярная физика в трех ее агрегатных состояниях	2	–
2	Физические свойства воды и их роль в термических, динамических и других процессах, протекающих в реках и водоемах	2	–
2	Физические свойства льда и их роль в термических, механических и других процессах, протекающих в ледяном покрове рек и водоемов, ледниках, наледях	2	–
2	Физико-механические и тепловые процессы, протекающие в снежном покрове и их роль в образовании лавин	2	–
6	Проблемы, возникающие в связи с воздвижением гидротехнических сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений. Выездное занятие на КЗС	2	–
8	Проблемы, возникающие в связи с воздвижением ГЭС на реке (на примере Красноярской ГЭС)	2	–
9	Измерение испарения с поверхности воды, снега и почвы	2	–

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

Методические материалы, включая тесты, размещены на образовательной площадке РГГМУ moodle.rshu.ru.

#### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 6;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации – 30.

### **6.1. Текущий контроль**

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

### **6.2. Промежуточная аттестация**

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен/курсовая работа.**

Форма проведения **экзамена**: устно по билетам, тестирование (при дистанционной форме обучения).

**Перечень вопросов для подготовки к экзамену:**

#### **ОПК-2**

1. Физические свойства воды и диаграмма ее агрегатных состояний.
2. Аномальные свойства воды
3. Молекулярно-кинетическая теория вещества в применении к воде. Структура воды в трех ее агрегатных состояниях
4. Основные физические свойства льда
5. Плотность, водные и тепловые свойства снега. Электрические, акустические и механические свойства снега
6. Физико-механические и тепловые процессы, протекающие в снежном покрове, и их роль в образовании лавин.
7. Основные положения теплообмена. Теплота, температурное поле. Градиент температуры
8. Основные положения теплообмена. Коэффициент теплопроводности. Теплопередача и теплоотдача
9. Стационарные и нестационарные температурные поля. Графическое изображение температурных полей (одномерного и плоского).
10. Проблемы, возникающие в связи с воздвижением гидротехнических сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений (режимы Невской губы и Финского залива)
11. Формирование, рост и разрушение ледяного покрова.
12. Наледи, физическая сущность их формирования и разрушения
13. Затонные и зажорные явления на реках. Методы борьбы с ними.
14. Физика испарения с поверхности воды и факторы, его определяющие
15. Акустические явления в воде. Ультразвук и его применение в гидрологии.
16. Электрические (магнитные) явления в почво-грунтах и воде, примеры их использования в практике.
17. Оптические свойства и явления в воде.

#### **ОПК-3**

18. Теплопередача и теплоотдача теплопроводностью, конвекцией, испарением, лучистым теплообменом, изменением агрегатного состояния вещества. Их количественная оценка.
19. Дифференциальное уравнение теплопроводности (вывод уравнения)
20. Условия однозначности при решении уравнения теплопроводности. Методы решения задач
21. Стационарное температурное поле. Теплопроводность однослойного плоского тела

22. Стационарное температурное поле. Теплопроводность многослойного плоского тела
23. Стационарное температурное поле. Одномерное стационарное температурное поле с внутренним источником теплоты
24. Нестационарное температурное поле. Численный метод решения уравнения теплопроводности для одномерного температурного поля.
25. Нестационарное температурное поле. Численный метод решения уравнения теплопроводности для двумерного температурного поля.
26. Расчет скорости промерзания и оттаивания почвогрунтов
27. Метод теплового моделирования, его преимущества и недостатки. Вывод критерия Фурье.
28. Вывод дифференциального уравнения теплопроводности турбулентного потока
29. Уравнение теплопроводности непроточного водоема. Тепловой баланс. Расчет тепловых потоков
30. Расчет температуры воды открытого водотока
31. Гидротермический расчет водохранилища-охладителя
32. Конвективные течения в водоемах. Необходимость их учета в гидротермических расчетах.
33. Молекулярный и конвективный перенос вещества в потоке
34. Ледяной покров рек, озер и водохранилищ и расчет его толщины
35. Расчет полыньи и количества шуги, образующейся в ней.
36. Зажорообразование и расчет количества льда в зажоре.
37. Методы расчета испарения с поверхности воды
38. Методы расчета испарения с поверхности почвы
39. Измерение испарения с поверхности воды
40. Измерение испарения с поверхности почвы

### Курсовая работа

Перечень тем и критерии оценивания курсовой работы представлены в Фонде оценочных средств.

Методика выполнения курсовой работы представлена в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Физика вод суши».

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 8

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-6
Устный опрос	0-8
Тестирование	0-8
Лабораторные работы (7 работ по 2 балла каждая)	0-14
Семинарские занятия (7 семинаров по 2 балла каждый)	0-14
Подготовка доклада к семинару	0-20
Промежуточная аттестация (экзамен)	0-30
<b>ИТОГО</b>	<b>0-100</b>

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 70 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

## Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

## Курсовая работа

## Балльная шкала итоговой оценки курсовой работы

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

**7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Физика вод суши».

**8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины****8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы****Основная литература**

1. Винников С.Д., Викторова Н.В.. Физика вод суши. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 430 с. – Электронный библиотечный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-504191603.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504191603.pdf).
2. Мишон В.М. Практическая гидрофизика. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 176 с.

**Дополнительная литература**

1. Пехович А.И. Основы гидроледотермики. – Л.: Энергоатомиздат, 1983. – 199 с.
2. Одрова Т.Е. Гидрофизика водоемов суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 311 с. – Электронный библиотечный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-228165655.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-228165655.pdf)
3. Донченко Р.В. Ледовый режим рек СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 247 с.
4. Синюков В.В. Вода известная и неизвестная. – М.: Изд. «Знание», 1987. – 175 с.

**8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Молекулярная физика воды. Режим доступа: [http://www.o8ode.ru/article/water/molekularnaa\\_fizika\\_vody.htm](http://www.o8ode.ru/article/water/molekularnaa_fizika_vody.htm)
2. Тяжелая вода. Режим доступа: <http://www.o8ode.ru/article/oleg/>
3. Физические свойства воды, льда и снега. Режим доступа: <http://www.o8ode.ru/article/krie/>

### 8.3. Перечень программного обеспечения

1. Microsoft Windows (48130165 21.02.2011)
2. Microsoft Office (49671955 01.02.2012)

### 8.4. Перечень информационных справочных систем

1. СПС Консультант Плюс;
2. ЭБС «ГидроМетеоОнлайн». Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ). Режим доступа: <https://нэб.рф>
4. ЭБС «Znanium». Режим доступа: <http://znanium.com/>
5. ЭБС «Перспектив Науки». Режим доступа: <http://www.prospektnauki.ru/>
6. Электронно-библиотечная система elibrary. Режим доступа: <https://elibrary.ru/>
7. Российская государственная библиотека. Режим доступа: <http://www.rsl.ru/>

### 8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства SpringerNature;
3. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных. Режим доступа: <http://meteo.ru/>
4. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) <https://gmvo.skniivh.ru/>
5. National Climate Data Center. Режим доступа: <http://www.ncdc.noaa.gov>
6. National Geophysic Data Center. Режим доступа: <http://www.ngdc.noaa.gov>
7. Publishing Network for Geoscientific & Environmental Data. Режим доступа: <http://www.pangaea.de>
8. База данных Web of Science
9. База данных Scopus

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

**Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации: портативным компьютером (ноутбуком), переносным экраном, мультимедиа-проектором.

**Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

**Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации. Самостоятельная работа проводится в читальном зале библиотеки, а

также в Бюро гидрологических прогнозов, укомплектованного: компьютерами, копировально-множительной техникой, мультимедиа оборудованием (переносные проектор, экран).

**Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования** – укомплектовано специализированной мебелью, предназначенной для хранения и обслуживания оборудования.

#### **10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

#### **11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий**

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры инженерной гидрологии от 21.06.2022 № 11