

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ»  
(ФГБУ «ААНИИ»)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор

\_\_\_\_\_/А.С. Макаров

\_\_\_\_\_  
2024 г.

Протокол УС №

\_\_\_\_\_  
от 22.11.2024 г.

Рабочая программа дисциплины  
**Физика вод суши**

образовательная программа по направлению подготовки  
**05.04.04 Гидрометеорология**

направленность (профиль)  
**«Метеорология»**  
программа подготовки – магистратура

язык обучения – русский  
форма обучения – очная

квалификация выпускника  
**Магистр**

Рабочая программа дисциплины «**Физика вод суши**», входящая в состав основной образовательной программы высшего образования — программы магистратуры «Метеорология» направление подготовки 05.04.04 Гидрометеорология, утверждена на Ученом совете ФГБУ «ААНИИ».

Протокол заседания № 12 от 22.11.2024 года.

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «Физика вод суши»

Дисциплина «Физика вод суши» является дисциплиной обязательной части образовательной программы, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы «Метеорология» по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология.

Целью дисциплины «Физика вод суши» подготовка магистрантов, владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания физики явлений и процессов, протекающих в гидросфере.

В рамках дисциплины рассматриваются наиболее важные аспекты молекулярной физики воды в трех ее агрегатных состояниях, основные физические свойства воды, льда, снега, основные положения тепло обмена применительно к задачам гидрологии, а также различные физические процессы и явления, протекающие в воде, льде, снеге и почвогрунте.

Изучение дисциплины «Физика вод суши» позволяет давать оценку и делать прогноз состояния и рационального использования материковых водных ресурсов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточный контроль в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

## Содержание

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	6
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
5.1 Содержание дисциплины .....	6
5.2 Структура дисциплины .....	8
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	8
6.1 Общие положения .....	8
6.2 Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины .....	9
6.3 Перечень основных вопросов по изучаемым темам для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	9
6.4 Перечень литературы для самостоятельной работы .....	9
6.5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы .....	9
7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	10
7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации .....	10
7.2 Контрольные задания для текущей аттестации .....	11
7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации .....	11
7.4 Типовые задания к промежуточной аттестации .....	15
7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций .....	15
8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	13
8.1 Основная литература .....	16
8.2 Дополнительная литература .....	16
9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА .....	16
9.1 Программное обеспечение .....	16
9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины: .....	16
9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки .....	16
9.4 Электронная информационно-образовательная среда .....	18
10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА .....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 .....	20

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** освоения дисциплины «Физика вод суши» подготовка магистрантов, владеющих знаниями в объеме, необходимом для понимания физики явлений и процессов, протекающих в гидросфере.

Основные задачи решаемые в процессе обучения:

- изучение физических свойств воды в трех ее агрегатных состояниях;
- изучение процессов влагооборота и испарения;
- изучение процессов формирования и разрушения снежного покрова;
- изучение процессов формирования и разрушения ледового покрова на реках и водоемах;
- изучение процессов формирования подземных вод;
- изучение процессов формирования речного стока, речных наносов и селевых потоков;
- освоение методов решения задач на применение закона теплосодержания;
- приобретение навыков в решении задач по расчету толщины льда на водоемах в зимний период;
- изучение методов расчета температуры на различных глубинах водоемов;
- изучение методов определения испарения с поверхности суши за многолетний период и отдельные периоды конкретных лет;
- обучение методам определения испарения с водной поверхности.

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями: профессиональными (ПК). Планируемые результаты формирования компетенций и индикаторы их достижения в результате освоения дисциплины представлены в Таблице 1.

Таблица 1

**Планируемые результаты освоения дисциплины, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций обучающихся**

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть)
<b>ПК-6</b> Способен выбирать и применять на практике методы расчёта гидрологических характеристик, проводить анализ полученных результатов, выявлять принципы физического взаимодействия гидросферы и атмосферы	ПК-6.1 Теоретически и экспериментально анализирует феноменологию и физику процессов, происходящих в гидросфере и атмосфере, их взаимосвязь ПК-6.2 Ведет расчёты специальных гидрологических характеристик и критически оценивает результаты расчётов	Знать: феноменологию и физику процессов, происходящих в гидросфере и атмосфере, их взаимосвязь З (ПК-6)
		Уметь: вести расчёты специальных гидрологических характеристик У (ПК-6)
		Владеть: навыками критически оценивает результаты расчётов гидрологических характеристик В (ПК-6)

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

### **ЗНАТЬ:**

- методы прогнозирования основных параметров вод суши на основе проведенного анализа имеющейся информации;
- методики расчета специальных гидрологических характеристик.

### **УМЕТЬ:**

- грамотно оценивать качество того или иного вида гидрометеорологической информации;

- выявлять разномасштабные явления и процессы, включая стихийные бедствия и крупномасштабные катастрофы;
- осуществлять расчеты специальных гидрологических характеристик и проводить анализ и оценку результата расчетов.

#### **ВЛАДЕТЬ:**

- навыками комплексного анализа форм водной циркуляции;
- методикой интерпретации данных о состоянии вод суши;
- навыками критической оценки результатов расчета специальных гидрологических характеристик.

### **3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина «Физика вод суши» является дисциплиной обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана основной профессиональной образовательной программы высшего образования — программы магистратуры «Метеорология» по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология. Курс читается в третьем семестре, форма промежуточной аттестации — зачет.

Для успешного освоения материала данной дисциплины требуются знания, умения и навыки, полученные в ходе обучения на предыдущих уровнях образования бакалавриат/специалитет.

Знания, умения и навыки, полученные при освоении данной дисциплины, применяются магистрантами в процессе изучения дисциплин «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Динамическая метеорология».

### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 2

**Объем дисциплины**

Типы учебных занятий и самостоятельная работа	Объем дисциплины					
	Всего	Семестр				
		1	2	3	4	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП:</b>	<b>36</b>	-	-	<b>36</b>	-	
Лекции (Л)	18	-	-	18	-	
Семинарские занятия (СЗ)	18	-	-	18	-	
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>72</b>	-	-	<b>72</b>	-	
Промежуточная аттестация	форма	Зачет	-	-	Зачет	-
	час.	-	-	-	-	-
<b>Общая трудоемкость дисциплины (час./з.е.)</b>	<b>108/3</b>	-	-	<b>108/3</b>	-	

### **5. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

Содержание дисциплины соотносится с планируемыми результатами обучения по дисциплине: через задачи, формируемые компетенции и их компоненты (знания, умения, навыки – далее ЗУВ) по средствам индикаторов достижения компетенций в соответствии с Таблицей 3.

#### **5.1 Содержание дисциплины**

Таблица 3

#### **Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соотв. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)
1	Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях	Диаграмма состояний воды. Уравнение Клайперона-Клаузиса. Строение молекулы воды. Общие сведения о молекулярно-кинетической теории вещества. Гипотезы о структуре воды в трех ее агрегатных состояниях.	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
2	Тепловой и водный балансы водных объектов	Составляющие уравнения теплового баланса водоема. Уравнение водного баланса речного бассейна и водоема. Методы определения составляющих водного и теплового балансов.	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
3	Подземные воды	Виды воды в почво-грунтах. Механизмы проникновения воды в почво-грунты и движение ее в них. Виды гравитационных вод по характеру их залегания. Гипотезы происхождения подземных вод.	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
4	Реки. Физика речных вод	Речная система. Исток, устье, виды устьев. Речной бассейн. Поверхностный и подземный водосборы. Водораздел. Площадь водосбора. Единицы измерения стока. Понятие о ламинарном и турбулентном движениях. Движение паводочной волны. Основные уравнения речной гидравлики. Кривая расходов. Циркуляционные движения в потоке. Центробежная сила и сила Кориолиса. Понятие о гидрологическом режиме. Водный режим и его фазы на реках России. Ледовый режим рек. Зажоры и заторы. Формулы для расчета толщины льда. Речные наносы, их виды, факторы, определяющие их формирование. Мутность воды, сток наносов. Механизм взвешивания речных наносов, транспортирующая способность потока. Влекомые наносы, закон Эри. Процессы эрозии и аккумуляции в речном русле. Селевые паводки. Факторы, благоприятствующие их возникновению. Виды селей, характер их движения, их география.	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)
5	Озера и водохранилища,	Происхождение, типы и морфология озерных котловин. Типы озер по характеру	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соотв. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)
	процессы, в них происходящие	котловин, морфометрические характеристики. Водный баланс и уровень озер, уровенный режим озер. Динамические явления в озерах. Химический состав озерных вод, биологические процессы. Основные особенности гидрологического режима водохранилищ.			

## 5.2 Структура дисциплины

Таблица 4

Структура дисциплины						
№ п/п	Наименование тем (разделов)	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости*, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по типам учебных занятий в соответствии с УП		СР	
			Л	СЗ		
<i>Очная форма обучения</i>						
1	Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях		3	3	14	О, ПЗ
2	Тепловой и водный балансы водных объектов		3	3	16	О, ПЗ
3	Подземные воды		4	4	14	О, ПЗ
4	Реки. Физика речных вод		4	4	14	О, ПЗ
5	Озера и водохранилища, процессы, в них происходящие		4	4	14	О, ПЗ
<b>Промежуточная аттестация</b>		-	-	-	-	<b>Зачет</b>
<b>Итого:</b>		<b>108/3</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>72</b>	<b>-</b>

\*Примечание: формы текущего контроля успеваемости: опросе (О), практическое задание (ПЗ).

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1 Общие положения

Знания и навыки, полученные в результате лекций и семинарских занятий, закрепляются и развиваются в результате повторения материала, усвоенного в аудитории, путем чтения текстов и исследовательской литературы (из списков основной и дополнительной литературы) и их анализа.

Самостоятельная работа является важнейшей частью процесса высшего образования. Ее следует осознанно организовать, выделив для этого необходимое время и соответственным образом организовав рабочее пространство. Важнейшим элементом самостоятельной работы является проработка материалов прошедших занятий (анализ конспектов, чтение рекомендованной литературы) и подготовка к следующим лекциям/семинарам. Литературу, рекомендованную в программе курса, следует, по возможности, читать в течение всего семестра, концентрируясь на обусловленных программой курса темах.

Существенную часть самостоятельной работы магистранта представляет самостоятельное изучение учебно-методических изданий, лекционных конспектов, интернет-ресурсов и пр. Подготовка к семинарским занятиям, опросам также является



важной формой работы магистранта. Самостоятельная работа может вестись как индивидуально, так и при содействии преподавателя.

## **6.2 Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины**

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

1.1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 7 часов.

1.2. Подготовка к практическим занятиям по предложенным темам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 7 часов. Итого: 14 часов.

### **Тема 2. Тепловой и водный балансы водных объектов**

2.1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 8 часов.

2.2. Подготовка к практическим занятиям по предложенным темам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 8 часов. Итого: 16 часов.

### **Тема 3. Подземные воды**

3.1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 7 часов.

3.2. Подготовка к практическим занятиям по предложенным темам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 7 часов. Итого: 14 часов.

### **Тема 4. Реки. Физика речных вод**

4.1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 7 часов.

4.2. Подготовка к практическим занятиям по предложенным темам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 7 часов. Итого: 14 часов.

### **Тема 5. Озера и водохранилища, процессы, в них происходящие**

5.1. Изучение вопросов, представленных в списке тем лекций. Повторение изученного на предыдущих лекциях материала при подготовке к последующим лекциям – 7 часов.

5.2. Подготовка к практическим занятиям по предложенным темам, самостоятельное изучение рекомендованной литературы, повторение материала лекций – 7 часов. Итого: 14 часов.

## **6.3 Перечень литературы для самостоятельной работы**

1. Винников С.Д., Викторова Н.В.. Физика вод суши. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 430 с. – Электронный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-504191603.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504191603.pdf)

2. Богословский Б.Б. и др. Общая гидрология (гидрология суши). – Л.: Гидрометеиздат, 1984.

## 6.5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

Для обеспечения самостоятельной работы магистрантов по дисциплине «Физика вод суши» разработано учебно-методическое обеспечение в составе:

1. Контрольные задания для подготовки к процедурам текущего контроля (п. 7.2 Рабочей программы).
2. Типовые задания для подготовки к промежуточной аттестации (п. 7.4 Рабочей программы).
3. Рекомендуемые основная, дополнительная литература, Интернет-ресурсы и справочные системы (п. 8, 9 Рабочей программы).
4. Рабочая программа практики размещена в электронной информационно-образовательной среде организации.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 7.1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками ФГБУ «ААНИИ» до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку магистрантов к каждому занятию, выполнение практических заданий, а также активное слушание на лекциях. Магистрант должен присутствовать на семинарских занятиях, отвечать на поставленные вопросы, показывая, что прочитал разбираемую литературу, представлять содержательные реплики по темам обсуждения.

Текущий контроль проводится в форме оценивания практических заданий, демонстрирующих степень знакомства магистрантов с дополнительной литературой.

Таблица 5

### Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Наименование темы (раздела)	Код компетенции	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соотв. с табл. 1)	Формы текущего контроля	Результаты текущего контроля
Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 1 Практическое задание 1	зачтено/ не зачтено
Тепловой и водный балансы водных объектов	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 2 Практическое задание 2	зачтено/ не зачтено
Подземные воды	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 3 Практическое задание 3	зачтено/ не зачтено
Реки. Физика речных вод	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 4 Практическое задание 4	зачтено/ не зачтено
Озера и водохранилища, процессы, в них происходящие	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 5 Практическое задание 5	зачтено/ не зачтено

**Критерии оценивания**

Формы текущего контроля успеваемости	Критерии оценивания
Опрос	ответ отсутствует или является односложным – не зачтено развернутый ответ с доказательствами или обоснованием — зачтено
Практическое задание	магистрант выполняет задание частично или с существенными недочетами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено; полное и правильное выполнение задания в соответствии с требованиями к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) – зачтено

**7.2. Контрольные задания для текущей аттестации****Примерный материал для проведения опросов:**

Фазовые состояния воды. Их взаимосвязь при изменении температуры и давления

1. Каким уравнением описываются кривые перехода вещества из одной фазы в другую?
2. Как называется фазовый переход водяного пара в лед?
3. Как называется фазовый переход льда в газообразную форму минуя жидкую фазу?

Гипотезы строения молекул воды

1. Известно 6 изотопов кислорода:  $^{14}\text{O}$ ,  $^{15}\text{O}$ , ...  $^{19}\text{O}$  и 3 изотопа водорода:  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ . Какая из молекул является наиболее распространенной?
2. Чему равен угол при вершине равнобедренного треугольника, представляющего структуру молекулы воды?
3. Какие молекулы образуют тяжелую воду?

Гипотезы структуры воды в трех ее фазовых состояниях

1. Что происходит с водородными связями между атомами водорода одной молекулы и атомом кислорода соседней молекулы при повышении температуры?
2. Что является основной строительной единицей воды, согласно теории Уайтинга?
3. Что является основной строительной единицей воды, согласно гипотезе о водородных связях?

Основные физические свойства воды и водяного пара

1. Какова температура наибольшей плотности дистиллированной воды при нормальном давлении?
2. Удельное сопротивление дистиллированной воды ( $\rho_1$ ), а соленой ( $\rho_2$ ). Какое соотношение между этими величинами?
3. Некоторое количество воды нагревают от  $t_1 = 2^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 3,5^\circ\text{C}$ . Что будет происходить с ее объемом?

Силы поверхностного натяжения

1. Что происходит с поверхностью жидкости под действием сил поверхностного натяжения?
2. Перед нами три сосуда. В первом поверхность жидкости выпуклая, во втором – плоская, в третьем – вогнутая. Давление под поверхностями жидкостей соответственно равно  $P_1, P_2, P_3$ . Атмосферное давление равно  $P_a$ . Укажите правильные соотношения между этими величинами

3. Вспомним формулу Лапласа  $\Delta P = \pm \sigma \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ , где  $\Delta P$  – дополнительное давление жидкости под поверхностью жидкости. Какой поверхности соответствует знак «+».

Основные физические свойства снега

1. Какие значения имеет плотность снега?
2. Что происходит с плотностью снега в течение зимы?
3. Где, в среднем, больше плотность снега в конце зимы (поле, лесу)?

Теплота. Температурное поле. Градиент температуры

1. По какой формуле определяется теплосодержание для однородного тела?
2. Кто автор закона для расчета плотности теплового потока  $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$ ?
3. В формуле  $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$ , что понимается под  $n$ ?

Количественная оценка теплоты при изменении агрегатного состояния

1. Какое количество теплоты затратится при испарении 1 кг воды?
2. Чему равна удельная теплота плавления льда?
3. Обозначим  $L_1$  – удельную теплоту парообразования (испарения),  $L_2$  – удельную теплоту плавления. Каково соотношение между ними?

Речной сток

1. Как называется часть суши, с которой реки несут воды в моря, соединенные с океаном?
2. Как называется часть суши, с которой реки несут воды в водоемы, несоединенные с океаном?
3. Какие реки относятся к области внутреннего стока?

### **Примерные практические задания:**

Раздел. Основные физические свойства воды, водяного пара, льда и снега

Задание 1. Решение задачи о расчете потока тепла через снего-ледовой слой на поверхности водоема

Цель задания: научить определять потери тепловой энергии водоема за определенный интервал времени, распределение температуры внутри снежно-ледовой толщи

Исходные данные: температура воздуха, толщина льда и высота снега, удельная теплопроводность льда и снега, скорость ветра

Раздел. Тепловой и водный балансы водных объектов

Задание 1. Расчет толщины льда на водоеме

Цель задания: научить определять толщину льда на водном объекте на заданную дату в естественных условиях

Исходные данные: среднесуточная температура воздуха, толщина льда на начало расчетного периода, высота и плотность снега, скорость ветра.

Задание. Рассчитать испарение с водной поверхности с помощью эмпирических формул

Цель задания: научить рассчитывать испарение с поверхности воды как за отдельные месяцы безледоставного периода, так и за весь период в целом по трем – четырем эмпирическим формулам.

Исходные данные: температура поверхности воды и воздуха, скорость ветра, повторяемость ветров различных направлений, парциальное давление водяного пара в

воздухе на высоте 2 м от подстилающей поверхности.

**Задание.** Рассчитать испарение с поверхности суши

Цель задания: научить определять средние многолетние значения годового испарения с данной территории по карте испарения методом А.Р. Константинова, с помощью уравнений связи.

Исходные данные: нормы годовой температуры воздуха, осадков, парциальное давление водяного пара в воздухе, радиационный баланс увлажненной поверхности суши.

Раздел. Реки. Физика речных вод

**Задание 1.** Расчет длины полыньи в нижнем бьефе ГЭС

Цель задания: Научить рассчитывать длину полыньи по данным метеонаблюдений и температуре воды с тем, чтобы иметь возможность определять расходы внутриводного льда (шуги), способствующих образованию зажоров ниже по течению от плотины ГЭС.

Исходные данные: географическая широта объекта, дата, облачность, температура и влажность воздуха, скорость ветра, температура воды.

Раздел 7. Озера и водохранилища, процессы в них происходящие

**Задание 1.** Расчет температуры по глубине водоема

Цель задания: Научить рассчитывать температуру воды на различных глубинах с заданным шагом по времени, используя граничные условия I рода на поверхности и граничные условия II рода на дне водоема.

Исходные данные: температура поверхности воды, значение потока тепла на границе вода – дно; начальное распределение температуры по глубине, а также распределение температуры по глубине еще за один момент времени, необходимая доля определения значения коэффициента температуропроводности.

### **7.3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации**

**Форма промежуточной аттестации** — зачет, выставляемый на основе устного опроса.

На зачете магистрант должен ответить на один вопрос, предложенный ему из списка, который формируется преподавателем и сообщается заранее. В процессе ответа магистрант должен показать знание проблематики вопроса, источников и научной литературы, основных позиций научных дискуссий, связанных с заданным вопросом. По завершению ответа студента на вопрос билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы по материалам прослушанного курса.

Ответ магистранта на зачете позволяет продемонстрировать уровень освоения знаний, полученных магистрантом в процессе изучения дисциплины, и сформированность умений и навыков

Перед зачетом проводится консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы магистрантов.

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают оценку по дисциплине.

Таблица 7

#### **Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации**

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соотв. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка
Зачет /	ПК-6	ПК-6.1.	3 (ПК-6)	Магистрант дает ответы на	Зачтено

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соотв. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка
Устный опрос		ПК-6.2.	У (ПК-6) В (ПК-6)	вопросы билета, для которых характерно: <ul style="list-style-type: none"> <li>– глубокое усвоение программного материала,</li> <li>– изложение его исчерпывающе, последовательно, четко,</li> <li>– умение делать обоснованные выводы,</li> <li>– соблюдение норм устной литературной речи.</li> </ul>	Не зачтено
				Магистрант представляет ответ на вопрос билета, свидетельствующий о некомпетентности магистранта, при следующих параметрах ответа: <ul style="list-style-type: none"> <li>– незнание значительной части программного материала,</li> <li>– наличие существенных ошибок в определениях, формулировках, понимании теоретических положений;</li> <li>– бессистемность при ответе на поставленный вопрос,</li> <li>– отсутствие в ответе логически корректного анализа, аргументации, классификации,</li> <li>– наличие нарушений норм устной литературной речи.</li> </ul>	

Результаты сдачи промежуточной аттестации по направлениям подготовки уровня магистратуры оцениваются по пятибалльной системе оценки согласно таблице 7а, основные критерии оценки знаний в пятибалльной (стандартной) системе для программ магистратуры представлены в таблице 7б.

Таблица 7а

#### Система оценки знаний обучающихся

Пятибалльная (стандартная) система	Бинарная система оценки
5 (отлично)	зачтено
4 (хорошо)	
3 (удовлетворительно)	
2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Таблица 7б

#### Система оценки знаний обучающихся

Пятибалльная (стандартная) система	Критерии оценивания
5 (отлично)	ставится в том случае, когда обучающийся усвоил весь программный материал, излагает изученный материал логично, способен применять теорию при решении практических задач, не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы экзаменатора, демонстрирует самостоятельность мышления. Уровень сформированности компетенций — повышенный (продвинутый)

4 (хорошо)	ставится, если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей при ответе на дополнительные вопросы, способен выполнять практические задания, демонстрирует достаточно высокий уровень сформированности компетенций, однако затрудняется дать собственную оценку раскрываемому вопросу. Уровень сформированности компетенций – высокий
3 (удовлетворительно)	ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий. Уровень сформированности компетенций — пороговый
2 (неудовлетворительно)	ставится, если обучающийся не знает отдельных разделов программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи. Уровень сформированности компетенций — критический

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в бинарной системе «зачтено» показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций основной профессиональной образовательной программы высшего образования — программы магистратуры «Метеорология» по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология.

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в бинарной системе «не зачтено» показывают несформированность у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций основной профессиональной образовательной программы высшего образования — программы магистратуры «Метеорология» по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология.

#### 7.4 Типовые задания к промежуточной аттестации

##### Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету: ПК-6

1. Строение молекулы воды
2. Диаграмма состояний воды
3. Физические свойства воды
4. Физические свойства льда
5. Снежный покров, его физические свойства
6. Изменение плотности снега в течение зимы, причины ее изменений
7. Аномалии воды
8. Речной бассейн (подробно)
9. Что такое водораздельная линия
10. Характеристики речного стока (в каких единицах измеряется речной сток)
11. У какой из рек (Волга и Нева) больше: расход воды, слой стока, модуль стока, объем стока. Объяснить почему
12. Основные уравнения речной гидравлики (написать, объяснить смысл составляющих, сказать, когда они применяются)
13. Возникновение паводочных волн и их смещение вниз по речному потоку
14. Объяснить, почему возникает отклоняющая сила (сила Кориолиса), действующая на речные потоки
15. Что такое затор? Почему заторы бывают на Северной Двине и не бывает на Волге?

#### 7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Таблица 8

##### Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соотв. с Таблицей 1)	Средства оценки (в соотв. с Таблицами 5, 7)
ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	Опрос, практическое задание

**Описание средств оценки индикаторов достижения компетенций**

Средства оценки (в соотв. с Таблицами 5, 7)	Рекомендованный план выполнения работы
Опрос	ответ отсутствует или является односложным – не зачтено развернутый ответ с доказательствами или обоснованием — зачтено
Практическое задание	магистрант выполняет задание частично или с существенными недочетами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено; полное и правильное выполнение задания в соответствии с требованиями к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) – зачтено
Устный опрос по билету	Магистрант дает ответы на вопросы билета, для которых характерно: – глубокое усвоение программного материала, – изложение его исчерпывающе, последовательно, четко, – умение делать обоснованные выводы, – соблюдение норм устной литературной речи.

**8. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА****8.1 Основная литература**

1. Винников С.Д., Викторова Н.В.. Физика вод суши. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 430 с. – Электронный ресурс: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-504191603.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-504191603.pdf)
2. Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши). – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 544 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-090510.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090510.pdf)

**8.2 Дополнительная литература**

1. Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г. Общая гидрология. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 463 с.: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-216094822.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-216094822.pdf)
2. Мишон В.М. Практическая гидрофизика. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 176 с.
3. Одрова Т.В. Гидрофизика водоемов суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1975 – 312 с. [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-228165655.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-228165655.pdf)

**9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА****9.1 Программное обеспечение**

При осуществлении образовательного процесса магистрантами и профессорско-преподавательским составом используется следующее лицензионное программное обеспечение:

1. Р7-Офис Профессиональный для учебных заведений
2. OS Microsoft Windows
3. Яндекс Браузер
4. ГИС «Панорама»

**9.2 Перечень информационно-справочных систем и профессиональных баз данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

**Информационно-справочные системы**

1. Открытое образование. Ассоциация «Национальная платформа открытого образования»: <https://npoed.ru/>



2. Официальная Россия. Сервер органов государственной власти Российской Федерации: <http://www.gov.ru/> \_
3. Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации: <http://pravo.gov.ru/>
4. Правовой сайт КонсультантПлюс: <https://www.consultant.ru/sys/>
5. Российское образование. Федеральный портал: <http://www.edu.ru/> \_

#### **Профессиональные базы данных информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:**

1. Национальная электронная библиотека НЭБ: <https://rusneb.ru/> \_
2. Президентская библиотека: <https://www.prilib.ru/?ysclid=m2v1mr7tar995952664> \_
3. Российская государственная библиотека: <https://www.rsl.ru/?ysclid=m2vlo35cir499595384>
4. Российская национальная библиотека: [https://nlr.ru/nlr\\_visit/RA1812/elektronnyie-katalogi-rnb?ysclid=m2vlov5wpc285541408](https://nlr.ru/nlr_visit/RA1812/elektronnyie-katalogi-rnb?ysclid=m2vlov5wpc285541408) \_
5. Электронный ресурс Новости и информация по наукам о Земле. Режим доступа: <https://geology.com/>
6. Электронный ресурс National Centers for Environmental Information. Режим доступа: <https://www.ncdc.noaa.gov>
7. Электронный ресурс Мировая программа по изменению. Режим доступа: <https://www.wcrp-climate.org>
8. Электронный ресурс NOAA National Centers For Environmental Information. Режим доступа: [http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast\\_02.jsp](http://web.kma.go.kr/eng/biz/forecast_02.jsp)
9. Анализ критериев неустойчивости атмосферы <http://www.weather.uwyo.edu>

### **9.3 Лицензионные электронные ресурсы библиотеки**

#### **Профессиональные базы данных:**

- **Электронная версия журнала «Математический сборник»:**
  - База данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных выпусков журнала. Доступ осуществляется на платформе РЦИИ: <https://journals.rcsi.science/>
  - Доступ осуществляется на платформе Общероссийского портала Math-Net.Ru <https://www.mathnet.ru/>
- **Электронная версия журнала «Известия Российской академии наук. Серия математическая»**
  - База данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных выпусков журнала. Доступ осуществляется на платформе РЦИИ: <https://journals.rcsi.science/>
  - База данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных выпусков журнала. Доступ осуществляется на платформе Общероссийского портала Math-Net.Ru <https://www.mathnet.ru/>
- **Электронная версия журнала «Успехи математических наук»**  
База данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных выпусков журнала.
  - Доступ осуществляется на платформе РЦИИ: <https://journals.rcsi.science/>
  - База данных, содержащая полнотекстовую коллекцию электронных выпусков журнала. Доступ осуществляется на платформе Общероссийского портала Math-Net.Ru (<https://www.mathnet.ru/>).
- **Springer Journals.** База данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer на платформе: <https://link.springer.com/>
- **Nature Journals.** База данных, содержащая полнотекстовые журналы Nature Publishing Group на платформе: <https://www.nature.com/>
- **Adis Journals.** База данных, содержащая полнотекстовые журналы издательства Springer Nature, а именно журналы Adis на платформе: <https://link.springer.com/>

– **Springer Materials.** База данных, содержащая коллекции научных материалов в области физических наук и инжиниринга, на платформе: <https://materials.springer.com>

**Электронные библиотечные системы:**

**Электронная библиотека РГГМУ** – <http://elib.rshu.ru/>

#### **9.4 Электронная информационно-образовательная среда**

Образовательный процесс по итоговой аттестации поддерживается средствами электронной информационно-образовательной среды ФГБУ «ААНИИ», которая включает в себя, лицензионные электронные ресурсы библиотеки, официальный сайт ФГБУ «ААНИИ», локальную сеть и корпоративную электронную почту, и обеспечивает:

- доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик и к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах;
- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения основной образовательной программы;
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок за эти работы со стороны любых участников образовательного процесса;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет» (электронной почты и т.д.).

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным ресурсам библиотеки, содержащей издания учебной, учебно-методической и иной литературы по изучаемой дисциплине.

### **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

В ходе реализации образовательного процесса используются специализированные многофункциональные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Проведение занятий лекционного типа обеспечивается демонстрационным оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляется возможность присутствия в аудитории вместе с ними ассистента (помощника). Для слабовидящих предоставляется возможность увеличения текста на экране (ПК). Для самостоятельной работы лиц с ограниченными возможностями здоровья в помещениях для самостоятельной работы организовано по одному месту (ПК) с возможностями бесконтактного ввода информации и управления компьютером (специализированное лицензионное программное обеспечение – Camera Mouse, веб камера). Библиотека организации предоставляет удаленный доступ к ЭБ с возможностями для слабовидящего увеличения текста на экране ПК. Лица с ограниченными возможностями здоровья могут при необходимости воспользоваться имеющимся в организации креслом-коляской. В учебном корпусе имеется адаптированный лифт. На втором этаже оборудован специализированный туалет. У входа в здание организации для инвалидов оборудована

специальная кнопка, входная среда обеспечена информационной доской о режиме работы ФГБУ «АНИИ», выполненной рельефно-точечным тактильным шрифтом (азбука Брайля).

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«Физика вод суши»**

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 1 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Информация о содержании и процедуре текущего контроля успеваемости, методике оценивания знаний, умений и навыков обучающегося в ходе текущего контроля доводятся научно-педагогическими работниками ФГБУ «ААНИИ» до сведения обучающегося на первом занятии по данной дисциплине.

Текущий контроль предусматривает подготовку магистрантов к каждому занятию, выполнение практических заданий, а также активное слушание на лекциях. Магистрант должен присутствовать на семинарских занятиях, отвечать на поставленные вопросы, показывая, что прочитал разбираемую литературу, представлять содержательные реплики по темам обсуждения.

Текущий контроль проводится в форме оценивания практических заданий, демонстрирующих степень знакомства магистрантов с дополнительной литературой.

Таблица 1

#### Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе текущей аттестации

Наименование темы (раздела)	Код компетенции	Индикаторы компетенций	Коды ЗУВ (в соотв. с табл. 1)	Формы текущего контроля	Результаты текущего контроля
Молекулярная физика воды в трех ее агрегатных состояниях	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 1 Практическое задание 1	зачтено/ не зачтено
Тепловой и водный балансы водных объектов	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 2 Практическое задание 2	зачтено/ не зачтено
Подземные воды	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 3 Практическое задание 3	зачтено/ не зачтено
Реки. Физика речных вод	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 4 Практическое задание 4	зачтено/ не зачтено
Озера и водохранилища, процессы, в них происходящие	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Опрос 5 Практическое задание 5	зачтено/ не зачтено

Таблица 2

#### Критерии оценивания

Формы текущего контроля успеваемости	Критерии оценивания
Опрос	ответ отсутствует или является односложным – не зачтено развернутый ответ с доказательствами или обоснованием — зачтено
Практическое задание	магистрант выполняет задание частично или с существенными недочетами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено;

Формы текущего контроля успеваемости	Критерии оценивания
	полное и правильное выполнение задания в соответствии с требованиями к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) – зачтено

## 2. Контрольные задания для текущей аттестации

### Примерный материал для проведения опросов:

Фазовые состояния воды. Их взаимосвязь при изменении температуры и давления

4. Каким уравнением описываются кривые перехода вещества из одной фазы в другую?
5. Как называется фазовый переход водяного пара в лед?
6. Как называется фазовый переход льда в газообразную форму минуя жидкую фазу?

Гипотезы строения молекул воды

4. Известно 6 изотопов кислорода:  $^{14}\text{O}$ ,  $^{15}\text{O}$ , ...  $^{19}\text{O}$  и 3 изотопа водорода:  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ . Какая из молекул является наиболее распространенной?
5. Чему равен угол при вершине равнобедренного треугольника, представляющего структуру молекулы воды?
6. Какие молекулы образуют тяжелую воду?

Гипотезы структуры воды в трех ее фазовых состояниях

4. Что происходит с водородными связями между атомами водорода одной молекулы и атомом кислорода соседней молекулы при повышении температуры?
5. Что является основной строительной единицей воды, согласно теории Уайтинга?
6. Что является основной строительной единицей воды, согласно гипотезе о водородных связях?

Основные физические свойства воды и водяного пара

4. Какова температура наибольшей плотности дистиллированной воды при нормальном давлении?
5. Удельное сопротивление дистиллированной воды ( $\rho_1$ ), а соленой ( $\rho_2$ ). Какое соотношение между этими величинами?
6. Некоторое количество воды нагревают от  $t_1 = 2^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 3,5^\circ\text{C}$ . Что будет происходить с ее объемом?

Силы поверхностного натяжения

4. Что происходит с поверхностью жидкости под действием сил поверхностного натяжения?
5. Перед нами три сосуда. В первом поверхность жидкости выпуклая, во втором – плоская, в третьем – вогнутая. Давление под поверхностями жидкостей соответственно равно  $P_1, P_2, P_3$ . Атмосферное давление равно  $P_a$ . Укажите правильные соотношения между этими величинами
6. Вспомним формулу Лапласа  $\Delta P = \pm \sigma \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ , где  $\Delta P$  – дополнительное давление жидкости под поверхностью жидкости. Какой поверхности соответствует знак «+».

Основные физические свойства снега

4. Какие значения имеет плотность снега?

5. Что происходит с плотностью снега в течение зимы?
6. Где, в среднем, больше плотность снега в конце зимы (поле, лесу)?

Теплота. Температурное поле. Градиент температуры

4. По какой формуле определяется теплосодержание для однородного тела?
5. Кто автор закона для расчета плотности теплового потока  $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$ ?
6. В формуле  $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$ , что понимается под  $n$ ?

Количественная оценка теплоты при изменении агрегатного состояния

4. Какое количество теплоты затратится при испарении 1 кг воды?
5. Чему равна удельная теплота плавления льда?
6. Обозначим  $L_1$  – удельную теплоту парообразования (испарения),  $L_2$  – удельную теплоту плавления. Каково соотношение между ними?

Речной сток

4. Как называется часть суши, с которой реки несут воды в моря, соединенные с океаном?
5. Как называется часть суши, с которой реки несут воды в водоемы, несоединенные с океаном?
6. Какие реки относятся к области внутреннего стока?

### **Примерные практические задания:**

Раздел. Основные физические свойства воды, водяного пара, льда и снега

Задание 1. Решение задачи о расчете потока тепла через снего-ледовой слой на поверхности водоема

Цель задания: научить определять потери тепловой энергии водоема за определенный интервал времени, распределение температуры внутри снежно-ледовой толщи

Исходные данные: температура воздуха, толщина льда и высота снега, удельная теплопроводность льда и снега, скорость ветра

Раздел. Тепловой и водный балансы водных объектов

Задание 1. Расчет толщины льда на водоеме

Цель задания: научить определять толщину льда на водном объекте на заданную дату в естественных условиях

Исходные данные: среднесуточная температура воздуха, толщина льда на начало расчетного периода, высота и плотность снега, скорость ветра.

Задание. Рассчитать испарение с водной поверхности с помощью эмпирических формул

Цель задания: научить рассчитывать испарение с поверхности воды как за отдельные месяцы безледоставного периода, так и за весь период в целом по трем – четырем эмпирическим формулам.

Исходные данные: температура поверхности воды и воздуха, скорость ветра, повторяемость ветров различных направлений, парциальное давление водяного пара в воздухе на высоте 2 м от подстилающей поверхности.

Задание. Рассчитать испарение с поверхности суши

Цель задания: научить определять средние многолетние значения годового испарения с данной территории по карте испарения методом А.Р. Константинова, с помощью уравнений связи.

Исходные данные: нормы годовой температуры воздуха, осадков, парциальное давление водяного пара в воздухе, радиационный баланс увлажненной поверхности суши.

Раздел. Реки. Физика речных вод

Задание 1. Расчет длины полыньи в нижнем бьефе ГЭС

Цель задания: Научить рассчитывать длину полыньи по данным метеонаблюдений и температуре воды с тем, чтобы иметь возможность определять расходы внутриводного льда (шуги), способствующих образованию зажоров ниже по течению от плотины ГЭС.

Исходные данные: географическая широта объекта, дата, облачность, температура и влажность воздуха, скорость ветра, температура воды.

Раздел 7. Озера и водохранилища, процессы в них происходящие

Задание 1. Расчет температуры по глубине водоема

Цель задания: Научить рассчитывать температуру воды на различных глубинах с заданным шагом по времени, используя граничные условия I рода на поверхности и граничные условия II рода на дне водоема.

Исходные данные: температура поверхности воды, значение потока тепла на границе вода – дно; начальное распределение температуры по глубине, а также распределение температуры по глубине еще за один момент времени, необходимое для определения значения коэффициента температуропроводности.

### 3 Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

**Форма промежуточной аттестации** — зачет, выставляемый на основе устного опроса.

На зачете магистрант должен ответить на один вопрос, предложенный ему из списка, который формируется преподавателем и сообщается заранее. В процессе ответа магистрант должен показать знание проблематики вопроса, источников и научной литературы, основных позиций научных дискуссий, связанных с заданным вопросом. По завершению ответа студента на вопрос билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы по материалам прослушанного курса.

Ответ магистранта на зачете позволяет продемонстрировать уровень освоения знаний, полученных магистрантом в процессе изучения дисциплины, и сформированность умений и навыков

Перед зачетом проводится консультация, на которой преподаватель отвечает на вопросы магистрантов.

В результате промежуточного контроля знаний студенты получают оценку по дисциплине.

Таблица 3

#### Показатели, критерии и оценивание компетенций и индикаторов их достижения в процессе промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соотв. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соответствии и с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка
Зачет / Устный опрос	ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	З (ПК-6) У (ПК-6) В (ПК-6)	Магистрант дает ответы на вопросы билета, для которых характерно: – глубокое усвоение программного материала, – изложение его исчерпывающе, последовательно, четко, – умение делать обоснованные выводы,	Зачтено



Форма промежуточной аттестации/вид промежуточной аттестации	Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соотв. с Таблицей 1)	Коды ЗУВ (в соответствии с Таблицей 1)	Критерии оценивания	Оценка
				– соблюдение норм устной литературной речи.	
				Магистрант представляет ответ на вопрос билета, свидетельствующий о некомпетентности магистранта, при следующих параметрах ответа: <ul style="list-style-type: none"> <li>– незнание значительной части программного материала,</li> <li>– наличие существенных ошибок в определениях, формулировках, понимании теоретических положений;</li> <li>– бессистемность при ответе на поставленный вопрос,</li> <li>– отсутствие в ответе логически корректного анализа, аргументации, классификации,</li> <li>– наличие нарушений норм устной литературной речи.</li> </ul>	Не зачтено

Результаты сдачи промежуточной аттестации по направлениям подготовки уровня магистратуры оцениваются по пятибалльной системе оценки согласно таблице 3а, основные критерии оценки знаний в пятибалльной (стандартной) системе для программ магистратуры представлены в таблице 3б.

Таблица 3а

#### Система оценки знаний обучающихся

Пятибалльная (стандартная) система	Бинарная система оценки
5 (отлично)	зачтено
4 (хорошо)	
3 (удовлетворительно)	
2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Таблица 3б

#### Система оценки знаний обучающихся

Пятибалльная (стандартная) система	Критерии оценивания
5 (отлично)	ставится в том случае, когда обучающийся усвоил весь программный материал, излагает изученный материал логично, способен применять теорию при решении практических задач, не испытывает затруднений при ответе на дополнительные вопросы экзаменатора, демонстрирует самостоятельность мышления. Уровень сформированности компетенций — повышенный (продвинутый)
4 (хорошо)	ставится, если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей при ответе на дополнительные вопросы, способен выполнять практические задания, демонстрирует достаточно высокий уровень сформированности компетенций, однако затрудняется дать собственную оценку раскрываемому вопросу. Уровень сформированности компетенций – высокий
3 (удовлетворительно)	ставится, если обучающийся освоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, нарушает последовательность в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических заданий. Уровень сформированности компетенций — пороговый

2 (неудовлетворительно)	ставится, если обучающийся не знает отдельных разделов программного материала, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет практические задания, задачи. Уровень сформированности компетенций — критический
-------------------------	---

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в бинарной системе «зачтено» показывают уровень сформированности у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций основной профессиональной образовательной программы высшего образования — программы магистратуры «Метеорология» по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология.

Результаты промежуточного контроля по дисциплине, выраженные в бинарной системе «не зачтено» показывают несформированность у обучающегося компетенций по дисциплине в соответствии с картами компетенций основной профессиональной образовательной программы высшего образования — программы магистратуры «Метеорология» по направлению подготовки 05.04.04 Гидрометеорология.

#### 4. Перечень вопросов для подготовки к зачету:

##### Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету: ПК-6

1. Строение молекулы воды
2. Диаграмма состояний воды
3. Физические свойства воды
4. Физические свойства льда
5. Снежный покров, его физические свойства
6. Изменение плотности снега в течение зимы, причины ее изменений
7. Аномалии воды
8. Речной бассейн (подробно)
9. Что такое водораздельная линия
10. Характеристики речного стока (в каких единицах измеряется речной сток)
11. У какой из рек (Волга и Нева) больше: расход воды, слой стока, модуль стока, объем стока. Объяснить почему
12. Основные уравнения речной гидравлики (написать, объяснить смысл составляющих, сказать, когда они применяются)
13. Возникновение паводочных волн и их смещение вниз по речному потоку
14. Объяснить, почему возникает отклоняющая сила (сила Кориолиса), действующая на речные потоки
15. Что такое затор? Почему заторы бывают на Северной Двине и не бывает на Волге?
16. Расход воды. Кривая расходов, ее назначение
17. Речные наносы, их разновидность
18. Транспортирующая способность потока и русловые процессы
19. Селевые паводки, факторы их определяющие, характер их движения, их виды
20. Минерализация речных вод на территории России

#### 7.5 Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Таблица 4

##### Средства оценки индикаторов достижения компетенций

Коды компетенций	Индикаторы компетенций (в соотв. с Таблицей 1)	Средства оценки (в соотв. с Таблицами 5, 7)
ПК-6	ПК-6.1. ПК-6.2.	Опрос, практическое задание, устный опрос

**Описание средств оценки индикаторов достижения компетенций**

<b>Средства оценки</b> <i>(в соотв. с Таблицами 5, 7)</i>	<b>Рекомендованный план выполнения работы</b>
Опрос	ответ отсутствует или является односложным – не зачтено развернутый ответ с доказательствами или обоснованием — зачтено
Практическое задание	магистрант выполняет задание частично или с существенными недочетами (некорректно сформулирован исследовательский вопрос, не определены основные агенты, некорректно выбраны методы исследования, требования к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению не выполнены) – не зачтено; полное и правильное выполнение задания в соответствии с требованиями к содержанию, структуре, логике, аргументации, оформлению с возможным небольшим количеством погрешностей (например, плохо выдержанная структура текста, недостаточная аргументация отдельных тезисов) – зачтено
Устный опрос по билету	Магистрант дает ответы на вопросы билета, для которых характерно: <ul style="list-style-type: none"> <li>– глубокое усвоение программного материала,</li> <li>– изложение его исчерпывающе, последовательно, четко,</li> <li>– умение делать обоснованные выводы,</li> <li>– соблюдение норм устной литературной речи.</li> </ul>