

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и комплексного  
управления прибрежными зонами

Рабочая программа дисциплины  
**ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования по направлению подготовки

**03.03.02 «Физика»**

Направленность (профиль)

**Геофизика**

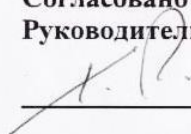
Уровень:

**Бакалавриат**

Форма обучения

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_ Бобровский А.П.

Председатель УМС

  
\_\_\_\_\_ И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета РГГМУ

19 мая 2021 г., протокол № 8

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

12 мая 2021 г., протокол № 10

/ Зав. кафедрой  Хаймина О.В.

Автор-разработчик:

  
\_\_\_\_\_ Аверкиев А.С.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
учебный год без изменений\*

**Протокол заседания кафедры \_\_\_\_\_ от \_\_.\_\_.20\_\_ №\_\_**

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на  
\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_ учебный год с изменениями (см. лист изменений)\*\*

**Протокол заседания кафедры \_\_\_\_\_ от \_\_.\_\_.20\_\_ №\_\_**

\*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё не внесены изменения

\*\*Заполняется при ежегодном пересмотре программы, если в неё внесены изменения

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

**Цель** освоения дисциплины «Физика атмосферы и гидросферы» - получение основ знаний об атмосфере, океане и водах суши, о свойствах газов атмосферы и компонентов вод океанов и морей, о физике процессов и преобразованиях энергии в газообразной и водной оболочках Земли.

**Задачи** дисциплины:

- изучение строения, состава, свойств атмосферы, океана и вод суши;
- изучение основных термодинамических процессов в атмосфере и гидросфере;
- изучение закономерностей распространения лучистой энергии и тепла в этих средах;
- формирование представления об акустических и оптических свойствах атмосферы и гидросферы.

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

Дисциплина «Физика атмосферы и гидросферы» Б1.В.04 направления подготовки 03.03.02 – «Физика» относится к вариативной части учебного плана.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплины раздела учебного плана «Общая физика», а также дисциплину «Математический анализ».

Дисциплина является базовой для изучения таких профессиональных дисциплин направления как «Фотохимические процессы в атмосфере», «Физические проблемы экологии», «Математическое моделирование антропогенных воздействий на водные экосистемы».

## 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

ПК-1, индикаторы ПК-1.1, ПК-1.2

Таблица 1.

### Профессиональные компетенции *(для ФГОС 3++)*

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен использовать специализированные знания в области физики для решения профессиональных задач отдельных этапов работ	ПК-1.1. Анализирует физическую сущность процессов, происходящих в экосфере Земли, и применяет физические законы к решению задач в области гидрометеорологии, экологии. ПК-1.2. Использует специальные знания математики при решении физических задач гидрометеорологии и экологии, производит оценочные расче-	<b>знать:</b> – строение, состав, свойства атмосферы, океана и вод суши, термодинамику природных сред, закономерности распространения лучистой энергии и тепла, основные явления и процессы в этих средах; – способы наблюдений и измерений основных гидрометеорологических величин: температуры воздуха, давления, влажности, температуры, солености морской воды и других параметров атмосферы и гидросферы; <b>уметь:</b>

	ты, строит математические модели процессов и понимает границы их применимости.	–анализировать метеорологические и океанологические наблюдения, выполнять инженерные расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств; <b>владеть:</b> – методами первичной обработки данных, – методами анализа распределения гидрометеорологических величин.
--	--	---

#### 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  
По всем годам набора начиная с 2021

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Объем дисциплины	<b>144</b>
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	<b>70</b>
в том числе:	-
лекции	<b>42</b>
практические занятия	<b>28</b>
лабораторные занятия	
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	<b>74</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>

## 4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Введение	5	2		2	Практическая работа №1	ПК-1	ПК-1.1
2	Строение, состав, свойства атмосферы	5	4	4	8	Практическая работа №2	ПК-1	ПК-1.1 ПК1.2
3	Статика атмосферы	5	2	4	6	Практическая работа №3	ПК-1	ПК-1.1 ПК1.2
4	Термодинамика атмосферы	5	4	4	8	Практическая работа №4	ПК-1	ПК-1.1 ПК1.2
5	Лучистая энергия в атмосфере	5	4		4	Практическая работа №4	ПК-1	ПК-1.1 ПК1.2
6	Тепловое состояние атмосферы	5	2		4	Практическая работа №4	ПК-1	ПК-1.1
7	Предмет и задачи физики гидросферы.	5	2		4	Практическая работа №5	ПК-1	ПК-1.1
8	Состав и основные физические характеристики воды	5	2	4	6	Практическая работа №5	ПК-1	ПК-1.1 ПК1.2
9	Термодинамические свойства морской воды	5	2	4	6	Практическая работа №6	ПК-1	ПК-1.1 ПК1.2
10	Перемешивание вод в океане	5	4	4	8	Практическая работа №7	ПК-1	ПК-1.1 ПК1.2
11	Основные уравнения гидрофизики	5	4	4	8	Практическая работа №8	ПК-1	ПК-1.1
12	Турбулентность и уравнения для турбулентной жидкости	5	4		4	Практическая работа №9	ПК-1	ПК-1.1
13	Оптические и акустические свойства воды и морской среды	5	4		4	Практическая работа №10	ПК-1	ПК-1.1
14	Физика вод суши	5	2		2	тест	ПК-1	ПК-1.1
	<b>ИТОГО</b>	-	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>74</b>	-	-	-

### 4.3. Содержание разделов дисциплины

#### **1. Введение.**

Предмет и метод дисциплины, ее место среди других дисциплин, в которых изучается природная среда. Геофизика – комплекс наук, которые изучают физические и химические процессы в твердой, жидкой и газообразной оболочках Земли. Метеорология или физика атмосферы – наука о физических процессах и явлениях в атмосфере в их взаимодействии с земной поверхностью и космической средой. Краткий исторический очерк развития метеорологии. Предмет и метод метеорологии, ее место среди других наук и связь между ними Гидросфера – вода во всех трех фазовых состояниях: пар, собственно вода и лед. Физика гидросферы – наука о физических процессах и явлениях в гидросфере. 90 % воды на Земле приходится на океаны и моря, поэтому гидросфера – в первую очередь Мировой океан.

#### **2. Физика атмосферы. Строение, состав, свойства атмосферы.**

Метеорологические величины и атмосферные явления. Градиент метеорологической величины. Понятие о барических системах. Состав атмосферного воздуха. Переменные составные части атмосферного воздуха. Антропогенное загрязнение атмосферы. Изменение состава воздуха с высотой. Вертикальное строение атмосферы. Принципы деления атмосферы на слои. Краткая характеристика тропосферы, стратосферы, мезосферы, термосферы, экзосферы. Облака. Гомо- и гетеросфера. Озоносфера и атмосферный озон. Понятие о воздушных массах и фронтах. Уравнение состояния сухого воздуха. Уравнение состояния влажного воздуха. Виртуальная температура. Характеристики влажного воздуха и связь между ними.

#### **3. Статика атмосферы**

Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Основное уравнение статики, его следствие. Барический градиент и барическая ступень. Барометрические формулы для различных моделей атмосферы: однородной, изотермической и политропной. Вертикальный масштаб атмосферы. Формула Лапласа. Практическое использование барометрических формул. Изменение плотности воздуха с высотой. Стандартная атмосфера.

#### **4. Термодинамика атмосферы**

Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатические процессы. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура и ее свойства. Первое начало термодинамики при влажноадиабатическом процессе. Влажноадиабатический градиент, его зависимость от температуры и давления. Понятие о неадиабатических процессах. Изменение температуры и влажности при вертикальных перемещениях воздушной частицы. Кривая состояния. Уровень конденсации. Уровень конвекции. Энергия неустойчивости. Аэрологическая диаграмма. Принципы построения термодинамических графиков, их использование. Стратификация атмосферы. Оценка вертикальной, термической устойчивости атмосферы. Метод частицы.

#### **5. Лучистая энергия в атмосфере**

Определение понятий и величин, характеризующих лучистую энергию. Радиационный режим атмосферы. Солнечная радиация. Основные законы излучения. Солнце и солнечная постоянная. Поглощение солнечной радиации в атмосфере Земли. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Законы ослабления солнечной радиации в земной атмосфере. Прямая, рассеянная и суммарная радиация. Коэффициенты отражения (альбедо) и поглощения. Альбедо различных поверхностей, облаков и Земли как планеты. Особенности радиационных процессов в загрязненной атмосфере.

Оптические явления, связанные с рассеянием света в атмосфере. Цвет неба. Яркость, поляризация и форма небесного свода. Освещенность земной поверхности. Видимость в атмосфере. Оптические явления в облаках и осадках. Рефракция света в атмосфере. Загрязнение атмосферы, видимость, дымки, смоги и туманы в городах

Излучение земной поверхности и атмосферы. Полуэмпирические формулы для излучения атмосферы и эффективного излучения земной поверхности. Радиационные свойства естественных поверхностей. Поглощение земного излучения в атмосфере. Уходящее и встречное излучение атмосферы. Эффективное излучение, факторы, его определяющие.

Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и Земли как планеты. Факторы, определяющие радиационный баланс, его суточный и годовой ход.

## ***6. Тепловое состояние атмосферы***

Ламинарное и турбулентное состояния атмосферы. Простейшие характеристики турбулентности. Приземный слой. Конвективный и турбулентный потоки тепла в атмосфере. Приток тепла. Лучистый поток и приток тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере. Определение и высота приземного слоя. Пограничный слой. Распределение температуры по высоте в приземном и пограничном слоях. Суточный и годовой ход температуры. Взаимодействие атмосферы с подстилающей поверхностью (сушей и водой). Изменение температуры воздуха с высотой. Термический режим тропосферы, стратосферы и мезосферы. Периодические и непериодические изменения температуры в тропосфере. Высота и температура тропопаузы. Уравнение теплового баланса земной поверхности.

## ***7. Предмет и задачи физики гидросферы.***

Физика гидросферы включает разделы океанологии, науки о физических процессах в океанах и морях. Исторические этапы изучения Мирового океана и развития океанологии. Региональная классификация океанов, районов океанов и морей. Рельеф дна Мирового океана. Гипсографическая и батиметрическая кривые. Формы рельефа дна океана, их распределение и глубина. Зональность вод океана: зональная, вертикальная и циркумконтинентальная. Понятие о циркуляции вод океана, основные системы течений в Мировом океане.

## ***8. Состав и основные физические характеристики воды***

Состав и молекулярное строение воды. Агрегатные состояния воды и фазовые переходы. Основные физические характеристики морской воды. Температура, соленость, гидростатическое давление. Плотность морской воды. Уравнение состояния морской воды.

Количество льда на Земле. Лед в океанах, морях и озерах, на суше. Свойства пресного и морского льда. Особенности ледообразования в морских и пресноводных бассейнах. Механические свойства льда. Дрейф морского льда. Ледники суши.

## ***9. Термодинамические свойства морской воды***

Первое и второе начало термодинамики. Основное уравнение термодинамики для морской воды. Обратимые и необратимые процессы. Адиабатический процесс. Потенциальная температура. Теплофизические характеристики морской воды. Теплоемкость. Теплопроводность и температуропроводность. Теплота плавления (кристаллизации). Теплота испарения (конденсации). Температура замерзания и наибольшей плотности. Пресные, солоноватые и морские воды. Другие физические свойства воды: сжимаемость, поверхностное натяжение, вязкость, диффузия, электропроводность, радиоактивность. Аномалии физических свойств морской воды.

## ***10. Перемешивание вод в океане***

Перемешивание вод в океане: молекулярное, турбулентное, конвективное. Плотностная стратификация и вертикальная устойчивость в океане. Частота Вайсяля-Брента, критерий Хессельберга-Свердрупа. Конвективное перемешивание, способ расчета конвективного перемешивания по методу Н.Н.Зубова. Понятие о тонкой структуре океана. Типизация термохалинных условий стратификации.

### **11. Основные уравнения гидрофизики**

Основные силы, действующие в океане. Уравнения движения для морской воды (Навье-Стокса). Уравнение сохранения массы морской воды и диффузии солей. Уравнение изменения энтропии или уравнение теплопроводности. Уравнение гидростатики. Система уравнений термогидродинамики, ее применение для моделирования процессов в гидросфере..

### **12. Турбулентность и уравнения для турбулентной жидкости в океане**

Турбулентность и турбулентный обмен в океане. Основные критерии, механизмы и масштабы турбулентности в океане. Постулаты осреднения для уравнений гидротермодинамики. Осредненное уравнение неразрывности.

Уравнения турбулентного движения (уравнения Рейнольдса). Уравнения турбулентной теплопроводности и диффузии примеси. Полуэмпирические теории турбулентности. Коэффициенты турбулентного обмена (горизонтальные и вертикальные) Масштабы коэффициентов турбулентного обмена импульсом, теплом и примесью, способы определения. Баланс турбулентной энергии в океане. Числа Ричардсона.

### **13. Оптические и акустические свойства воды и морской среды**

Оптические свойства воды. Основные факторы, обуславливающие оптические свойства морской воды. Световой поток, освещенность. Отражение и преломление света на поверхности океана. Понятие об альбедо. Поглощение и рассеяние света в морской воде. Ослабление света в морской воде. Цвет и прозрачность морской воды.

Акустические свойства морской среды. Распространение звука в морской воде. Скорость звука в морской воде. Рефракция звуковых лучей. Подводный звуковой канал. Ослабление звука в океане. Особенности распределения скорости звука в океанах. Шумы океана.

### **14. Физика вод суши**

Физические свойства пресной воды, снега и пресноводного льда. Аномалии в физических свойствах воды. Распределение воды на земном шаре. Круговорот воды. Водный баланс. Типы водных объектов суши.

Гидрологические характеристики водных объектов. Речная система. Характеристики водосбора. Расход воды. Факторы формирования стока. Многолетние колебания годового стока рек. Основные элементы гидрологического режима. Осадки и испарение. Измерение интенсивности испарения и осадков. Расчет испарения с водной поверхности оценка испарения с поверхности суши. Оценка составляющих водного и теплового баланса водной поверхности по метеорологическим данным.

## **4.4. Содержание практических занятий и занятий семинарского типа**

Таблица 4.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

<b>№ №</b>	<b>№ разд</b>	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>Всего часов</b>	<b>В том числе часов практи-</b>
----------------	-------------------	--------------------------------------	------------------------	--------------------------------------

	ела дисц ипл ины			ческой подго- товки
1	1,2	Состав и сроки стандартных метеорологических наблюдений. Устройство метеоплощадки. Приборы для измерения основных метеовеличин.	6	2
2	1,2	Приземные метеонаблюдения. Расчет характеристик влажности и плотности воздуха по стандартным метеонаблюдениям. Суточный ход основных метеовеличин.	6	2
3	3	Приведение давления к уровню моря. Барометрическая формула. Распределение температуры с высотой. Расчет сухоадиабатического градиента.	10	4
4	4	Расчет влажноадиабатического градиента. Оценка стратификации атмосферы. Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.	12	4
5	8	Основные физические характеристики морской воды и анализ их распределения.	10	4
6	9	Сравнение уравнений состояния, используемых для вычисления плотности морской воды.	10	4
7	10	Определение вертикальной устойчивости. Типизация термохалинных условий стратификации в океане.	12	4
8	10	Расчет конвективного перемешивания в осенне-зимний период по методу Н.Н. Зубова.	12	4
9	12	Определение кинематических коэффициентов вертикального турбулентного потока количества движения по данным наблюдений на гидрологической станции.	доп	доп
10	13	Определение поверхностной и подповерхностной освещенности моря.	доп	доп

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

1. Электронная библиотека РГГМУ. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
2. Электронная учебно-методическая платформа SAKAI (сайты «Физика атмосферы и гидросферы», «Морские прогнозы»). Режим доступа: [sakai.rshu.ru:8080](http://sakai.rshu.ru:8080)
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть I. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 301 с. (Разделы 1-2. Работы 1-3.) Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
4. Методические указания по дисциплине «Физика атмосферы, океана и вод суши». Раздел «Физика атмосферы». (Составитель Еремина. Н.С).-Изд. РГГМУ, СПб, 2000.-14с. (Разделы 3-5. Работы 3-4)
5. Гордеева С.М., Провоторов П.П. Общая океанология. Ч.1. Гидрофизика океана. Практикум. – С-Пб: изд РГГМИ, 1996. – 60 с. (Разделы 8 -12. Работы 5, 7, 8.) Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>

6. Доронин Ю.П., Лукьянов С.В. Лабораторные работы по физике океана. – С-Пб: изд РГГМИ, 1993. – 87 с (Разделы 6,9. Работы 6,9,10.) Режим доступа: <http://elib.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 - 40 (*не более 75*);
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 0 (*не более 10*);
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30 (*не более 30*);
- максимальное количество дополнительных баллов - 15 (*не более 15*).

### **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**.

Форма проведения экзамена: **тестирование (год набора 2021) или устно по билетам**

### **Образцы вопросов к экзамену при тестировании (год набора 2021):**

#### ПК-1

1. Сухоадиабатический градиент в атмосфере равен: а) 1,0 град/100м, б) 0,65 град/100м, в) 1,25 град/100м
2. Высота тропосферы в средних широтах составляет: а) 5 км, б) 10 км, в) 15 км, д) 20 км.
3. Максимальная глубина конвективного перемешивания в океане наблюдается а) в высоких широтах, б) в средних широтах, в) в тропиках, г) на экваторе.
4. У какой из форм облаков альbedo больше: а) верхнего яруса-Сi, б) среднего яруса Ас, в) верхнего яруса-Сс
5. Скорость звука в морской воде составляет: а) 300 м/с, б) 500 м/с, в) 1000м/с, г) 1500м/с

### **Перечень вопросов для подготовки экзамену при устном ответе по билетам:**

#### ПК-1

Вопросы билетов к экзамену по дисциплине «Физика атмосферы и гидросферы»

1. Связь метеорологии с другими науками. Деление на дисциплины.
2. Метеорологические величины и атм. явления. Градиент метеовеличины.
3. Давление и температура – основные метеовеличины.
4. Понятие о барических системах.
5. Состав атмосферного воздуха вблизи Земли и в верхних слоях.
6. Уравнение состояния сухого воздуха.
7. Уравнение состояния влажного воздуха.
8. Характеристики влажности воздуха.

9. Принципы деления атмосферы на слои. Тропосфера, стратосфера и мезосфера.
10. Облака. Классификация облаков.
11. Понятие о воздушных массах и фронтах.
12. Атмосферный озон.
- Статика атмосферы*
13. Силы, действующие в атмосфере в состоянии равновесия. Основное уравнение статики атмосферы.
14. Барометрические формулы. Однородная и изотермическая атмосфера.
15. Барометрические формулы, политропная атмосфера. Полная барометрическая формула.
16. Вертикальный масштаб атмосферы.
17. Геопотенциал. Абсолютная и относительная высота изобарических поверхностей. Карты абсолютной и относительной топографии.
- Термодинамика атмосферы.*
18. Первое начало термодинамики применительно к атмосфере. Адиабатический процесс.
19. Сухоадиабатический градиент. Потенциальная температура. Критерии устойчивости атмосферы на основе метода частиц.
20. Влажноадиабатические процессы. Уравнение первого начала термодинамики для влажноадиабатического процесса.
21. Термодинамические графики. Аэрологическая диаграмма.
22. Состав и сроки стандартных метеонаблюдений. Приборы для измерения основных метеовеличин на метеорологической станции (площадке).
- Лучистая энергия в атмосфере*
23. Основные понятия и законы излучения. Законы Кирхгофа, Вина, Стефана-Больцмана.
24. Солнце и солнечная постоянная. Спектр излучения Солнца. Инсоляция.
25. Поглощение солнечной радиации в атмосфере Земли. Рассеяние солнечной радиации в атмосфере. Законы ослабления солнечной радиации в земной атмосфере. Общий поток солнечной радиации
26. Прямая, рассеянная и суммарная радиация. Альбедо.
27. Излучение Земли и атмосферы. Полуэмпирические формулы для излучения атмосферы и эффективного излучения земной поверхности.
28. Радиационный баланс земной поверхности, атмосферы и системы земная поверхность-атмосфера.
- Тепловое состояние атмосферы.*
29. Ламинарное и турбулентное состояния атмосферы. Простейшие характеристики турбулентности: турбулентные вихри, путь смешения, коэффициенты турбулентного обмена. Приземный слой.
30. Конвективный и турбулентный потоки тепла. Уравнение притока тепла в турбулентной атмосфере.
31. Уравнение притока тепла в атмосфере и его частные случаи.
32. Определение и высота приземного слоя. Суточный ход температуры в приземном и пограничном слоях. Распределение температуры по высоте.
33. Теория суточного хода температуры воздуха в пограничном слое атмосферы.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика атмосферы и гидросферы» (разд. 8-14).

1. Предмет и задачи физики гидросферы.
2. Исторические этапы изучения Мирового океана и развития океанологии.
3. Региональная классификация океанов, районов океанов и морей.
4. Рельеф дна Мирового океана. Гипсографическая и батиметрическая кривые. Формы рельефа дна океана, их распределение и глубина.

5. Зональность вод океана: зональная, вертикальная и циркумконтинентальная. Понятие о циркуляции вод океана, основные системы течений в Мировом океане.
6. Состав и молекулярное строение морской воды.
7. Агрегатные состояния воды и фазовые переходы.
8. Основные физические характеристики морской воды (температура, соленость, гидростатическое давление).
9. Плотность морской воды. Уравнение состояния.
10. Первое и второе начало термодинамики. Основное уравнение термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
11. Теплофизические характеристики морской воды.
12. Температура замерзания и наибольшей плотности.
13. Сжимаемость. Поверхностное натяжение. Вязкость. Диффузия. Электропроводность. Радиоактивность.
14. Аномалии физических свойств морской воды.
15. Перемешивание вод в океане (молекулярное, турбулентное, конвективное).
16. Плотностная стратификация и вертикальная устойчивость в океане. Частота Вайсяля-Брента, критерий Хессельберга-Свердрупа.
17. Конвективное перемешивание, способ расчета по методу Н.Н.Зубова.
18. Понятие о тонкой структуре океана. Типизация термохалинных условий стратификации.
19. Уравнения движения для морской воды (Навье-Стокса).
20. Уравнение сохранения массы морской воды и диффузии солей.
21. Уравнение изменения энтропии или уравнение теплопроводности.
22. Уравнение гидростатики.
23. Основные критерии, механизмы и масштабы турбулентности в океане.
24. Постулаты осреднения для уравнений гидротермодинамики. Осредненное ур-е неразрывности.
25. Уравнения турбулентного движения (Рейнольдса).
26. Уравнения турбулентной теплопроводности и диффузии примеси.
27. Полуэмпирические теории турбулентности.
28. Коэффициенты турбулентного обмена (масштабы, способы определения).
29. Баланс турбулентной энергии в океане. Числа Ричардсона.
30. Основные факторы, обуславливающие оптические свойства морской воды. Световой поток, освещенность.
31. Отражение и преломление света на поверхности океана. Понятие об альбедо.
32. Поглощение и рассеяние света в морской воде.
33. Ослабление света в морской воде. Цвет и прозрачность морской воды.
34. Распространение звука в морской воде. Скорость звука в морской воде.
35. Рефракция звуковых лучей. Подводный звуковой канал.
36. Ослабление звука в океане. Особенности распределения скорости звука в океанах. Шумы океана

### 6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 5.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	4... <i>(не более 10)</i>
Практическая работа №1	4-5
Практическая работа №2	4-7

Практическая работа №3	4-7
Практическая работа №4	4-8
Практическая работа №5	4-8
Практическая работа №6	4-7
Практическая работа №7	4-7
Практическая работа №8	4-8
Промежуточная аттестация	30 <i>..(не более 30)</i>
<b>ИТОГО</b>	<b>66-91 (0-100)</b>

Таблица 6.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Активность на учебных занятиях*	<b>10</b>
Участие в НИРС	0
Участие в Олимпиаде	0
<b>ИТОГО</b>	<b>10...<i>(не более 15)</i></b>

\*Активность на учебных занятиях - посещение не менее 60% лекций и сдача работ до начала сессии

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 7.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

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 атмосферы и гидросферы».

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### Основная литература

1. Гордеева С.М., Провоторов П.П. Общая океанология. Ч.1. Гидрофизика океана. Практикум. – С-Пб: изд РГГМИ, 1996. – 60 с.
2. Доронин Ю.П. Физика океана. – С-Пб: изд. РГГМУ, 2001. - 340 с.
3. Доронин Ю.П., Лукьянов С.В. Лабораторные работы по физике океана. – С-Пб: изд РГГМИ, 1993. – 87 с.

4. *Матвеев Л.Т.* Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 750 с.
5. *Абузяров З.К., Думанская И.О., Нестеров Е.С.* Оперативное океанографическое обеспечение.- М.-Обнинск, ИГ-СОЦИН, 2009.- 287 с.
6. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть I. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 301 с.
7. Психрометрические таблицы. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 270 с.
8. *Малинин В.Н.* Общая океанология. Часть I. Физические процессы. – С-Пб: издательство РГГМУ. – 1998. – 342 с.
9. *Океанографические таблицы.* – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 301 с.

#### **Дополнительная литература**

1. *Доронин Ю. П., Хейсин Д. Е.* Морской лед. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 318 с.
2. *Зубов Н.Н., Сиротов К.М.* Альбом океанографических графиков. – Л.: Гидрометеиздат, 1941. – 110 с.
3. Физика океана. Под ред. Ю.П. Доронина. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 295
4. *Винников С.Д., Проскураков Б.Д.* Гидрофизика. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 235 с.

#### **8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

1. Электронная библиотека РГГМУ. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru/>
2. Электронная учебно-методическая платформа SAKAI (сайты «Физика атмосферы и гидросферы», «Морские прогнозы»). Режим доступа: [sakai.rshu.ru:8080](http://sakai.rshu.ru:8080)
3. Сайт Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ (Росгиромет). Режим доступа: [www.meteorf.ru](http://www.meteorf.ru)
4. Сайт Гидрометцентра России <http://www.meteoinfo.ru>

#### **8.3. Перечень программного обеспечения**

1. Программные средства ПК в среде "Windows"(EXEL, Word), пакеты стандартных статистических программ.
2. Программный комплекс АСАП. Автоматизированная система автопрогноза временных рядов. Автор Д.В. Густоев
3. Программный комплекс ПРИЗМА. Методы сверхдолгосрочного прогноза гидрометеорологических элементов (МСПГЭ). Автор Д.В. Густоев

#### **8.4. Перечень информационных справочных систем**

1. СПС Консультант Плюс;

8.5. Перечень профессиональных баз данных (заполняется при необходимости. Указывается только то, что есть в наличии университете и что действительно используется в рамках дисциплины)

1. Электронно-библиотечная система elibrary;
2. База данных издательства Springer Nature;

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответ-

ствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей). Ауд 401, 311, 325 учебный корпус. 2, пр. Металлистов, д.3

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации (проектор). Ауд 401, 311, 325 учебный корпус. 2, пр. Металлистов, д.3

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, в том числе необходимым количеством компьютеров. Ауд, 311, учебный корпус. 2, пр. Металлистов, д.3

#### **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.