

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра ЮНЕСКО-МОК ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И

МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОКЕАНОГРАФИИ

Рабочая программа по дисциплине

**ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**03.03.02 «Физика»**

Направленность (профиль) физика

Квалификация: **Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Физика»

  
\_\_\_\_\_ **А.П. Бобровский**

Утверждаю  
Председатель УМС  **И.И. Палкин**

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета

19 июня **2018 г.**, протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

22 марта **2018 г.**, протокол № 7

Зав. кафедрой  **Еремнина Т.Р.**

Автор-разработчик:

  
\_\_\_\_\_ **Аверкиев А.С.**

Санкт-Петербург 2018

УДК 551.509.3

Программа дисциплины “*Физика атмосферы и гидросферы*” Направление подготовки 03.03.02 Физика.. Квалификация (степень) – Бакалавр. Для высших учебных заведений. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2018 – 18 с.

*Составитель:* А.С. Аверкиев, доцент., д.г.н., доцент кафедры Юнеско-Мок дистанционного зондирования и моделирования в океанографии

*Ответственный редактор:* В.Н. Малинин, проф. кафедры кафедры Юнеско-Мок дистанционного зондирования и моделирования в океанографии

*Рецензент* В.А. Рябченко, д.ф.-м.н., проф., зав. лаб. С-Петербургского отделения Института Океанологии РАН.

© А.С. Аверкиев 2018

© Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2018.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина "Физика атмосферы и гидросферы" является профессиональной дисциплиной, в которой излагаются сведения о физических свойствах атмосферных газов, вод Мирового океана и вод суши и процессах, протекающих в природных средах.

Целью дисциплины является изложение основ знаний об атмосфере, океане и водах суши, свойствах газов атмосферы и компонентов вод океанов, морей и пресноводных бассейнов, знаний о физике процессов протекающих в газообразной и водной оболочках Земли.

Задача дисциплины – подготовить студентов к изучению других профессиональных дисциплин, касающихся экологии природных сред контроля за их состоянием.

### Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина "Физика атмосферы и гидросферы" (Б1.В.08) для направления подготовки 03.03.02 – «Физика» по профилю подготовки «Физика» относится к вариативным дисциплинам блока дисциплин Б1.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин «Математический анализ», «Общая физика», «Химия».

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

### ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными адаптированной рабочей программы с использованием специальных возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе 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.

## 2. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины «Физика атмосферы и гидросферы» студент должен получить знания о составе и общих свойствах атмосферы и гидросферы, глубокое понимание природы основных физических процессов, протекающих в атмосфере и водах морей и океанов. В соответствии со стандартом в результате изучения дисциплины формируются следующие компетенции: **ОПК-1** - способность использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук ;

**ОПК-3** - способность использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач;

**ПК-1** - способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин.

**Бакалавр должен знать:**

– строение, состав, свойства атмосферы, океана и вод суши, термодинамику природных сред, закономерности распространения лучистой энергии и тепла, основные явления и процессы в этих средах (ОПК-1, ОПК-3);

– порядок выполнения наблюдений и измерений основных гидрометеорологических величин: температуры воды и воздуха, давления, влажности, солености и т. д. (ПК-1);

**Бакалавр должен уметь:**

–рассчитывать распределения гидрометеорологических величин (ОПК-1, ПК-1);

–анализировать метеорологические и океанологические наблюдения, выполнять инженерные расчеты по основным разделам курса с привлечением современных вычислительных средств (ОПК-1, ОПК-3, ПК-1).

**Должен иметь представление** о зональности природных сред, о динамических процессах и турбулентности в природных средах (ОПК-1, ПК-1).

### **3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ** **По всем годам набора 2015,2016, 2017, 2018**

Таблица 1

Вид учебной дисциплины	Всего часов	Семестр
		5
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия	86	86
Лекции	34	34
Практические занятия	52	52
Процент лекционных часов от общего числа часов аудиторных занятий	40 %	40 %
Самостоятельная работа	94	94
Вид итогового контроля – зачет		
Вид итогового контроля – экзамен	+	+

### **4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **4.1 Разделы дисциплины и виды занятий**

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	Практические или семинарские занятия	Самостоятельная работа	Из них часов занятий в активной или интерактивной форме	Формируемые компетенции
1	Введение	1	0	0	6	0	ОПК-1
2	<i>Строение, состав, свойства атмосферы</i>	2	0	6	6	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
3	<i>Статика и термодинамика атмосферы</i>	2	0	6	6	4	ОПК-1 ПК-1
4	<i>Лучистая энергия в атмосфере</i>	2	0	0	6	1	ПК-1
5	<i>Тепловое состояние атмосферы и фазовые переходы воды</i>	2	0	2	6	1	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
6	<i>Оптические и электрические явления в атмосфере. Акустика атмосферы</i>	2	0	0	6	0	ОПК-1 ПК-1
7	<i>Основы динамики атмосферы</i>	1	0	4	6	0	ОПК-3
8	<i>Предмет и задачи физики гидросферы. Исторические этапы изучения Мирового океана и развития океанологии.</i>	1	0	0	6	2	ОПК-1
9	<i>Состав и основные физические характеристики воды</i>	3	0	6	6	2	ПК-1
10	<i>Термодинамические свойства морской воды</i>	2	0	4	6	2	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
11	<i>Перемешивание вод в океане</i>	4	0	8	6	4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
12	<i>Основные уравнения гидрофизики</i>	2	0	4	6	0	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
13	<i>Турбулентность и уравнения для турбулентной жидкости в океане</i>	2	0	6	6	2	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1

14	<i>Морской и пресноводный лед на Земле</i>	2	0	0	6	2	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
15	<i>Оптические и акустические свойства воды и морской среды</i>	4	0	6	6	0	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
16	<i>Физика вод суши</i>	2	0	0	4	0	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
	Итого часов	34	0	52	94	24	

## 4.2. 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. Гидросфера включает воду 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 под гидросферой понимается в первую очередь Мировой океан, в этой дисциплине основу физики гидросферы будут составлять разделы океанологии, науки о физических процессах в океанах и морях.

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

Краткий исторический очерк развития метеорологии. Предмет и метод метеорологии, ее место среди других наук и связь между ними. 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. 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 и термодинамика 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.

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.

#### ***4 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.

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.

#### ***5 Тепловое состояние атмосферы и фазовые переходы воды***

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. Инверсии температуры. Высота и температура тропопаузы.

Уравнение теплового баланса земной поверхности.

Фазовые переходы воды в атмосфере. Влажность воздуха. Переохлаждение и замерзание воды в атмосфере. Туманы. Облака. Осадки. Понятие о физическом механизме воздействия на облака, туманы, осадки. Представление о способах активного воздействия и их эффективности.

#### ***6 Оптические и электрические явления в атмосфере. Акустика атмосферы***

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. Гало, венцы, радуга и другие оптические явления.

Атмосферное электричество. Ионизация атмосферы. Электрическое поле тропосферы. Электрическое поле и условия возникновения молний в грозовых облаках. Структура грозового облака. Рост града. Электрическое поле верхних слоев атмосферы.

Общие понятия акустики атмосферы. Скорость звука. Условия распространения звуковых волн в атмосфере.

### ***7 Основы динамики атмосферы***

Уравнения движения атмосферы. Основные уравнения метеорологии. Силы, действующие в атмосфере. Уравнения движения турбулентной атмосферы.

Движение свободной атмосферы. Геострофический ветер. Градиентный ветер в циклонах и антициклонах. Особенности глобального распределения скорости ветра в атмосфере. Струйные течения. Длинные волны. Тропические циклоны. Крупномасштабные вертикальные движения и конвекция в атмосфере.

Ветер в пограничном слое. Вертикальные токи в пограничном слое атмосферы. Местные ветры. Смерчи и пыльные бури.

### ***8 Предмет и задачи физики гидросферы. Исторические этапы изучения Мирового океана и развития океанологии.***

#### ***9 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.

#### ***10 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.

#### ***11 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.

#### ***12 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 термодинамики, ее применение для моделирования процессов в гидросфере..

#### ***13 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.

#### ***14 Морской и пресноводный лед на Земле***

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.

#### ***15 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.

#### ***16 Физика вод суши***

Место физики вод суши среди наук о Земле. 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.

Гидрографические характеристики реки. Речная система. Характеристики водосбора. Гидрологические характеристики водных объектов. Расход воды. Способы измерения расхода воды. Гидрологический пост. Гидрометрическая сеть. Факторы формирования стока. Многолетние колебания годового стока рек. Основные элементы гидрологического режима. Типизация рек по водному балансу и внутригодовому распределению стока

Измерение интенсивности испарения. Способы оценки испаряемости. Расчет испарения с водной поверхности. Оценка испарения с поверхности суши. Оценка составляющих теплового баланса водной поверхности по метеорологическим данным. Температурный режим водных объектов.

## **5. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ**

### **5.1. Практические занятия**

Таблица 3

№ п/п	№ Раздела дисциплины	Наименование практических расчетных работ	Формируемые компетенции
1	2	Состав и сроки стандартных метеорологических наблюдений. Устройство метеоплощадки.	ОПК-1 ОПК-3
2	2	Приборы для измерения основных метеовеличин.	ПК-1

3	2	Приземные метеонаблюдения. Расчет характеристик влажности и плотности воздуха по стандартным метеонаблюдениям.	ПК-1
4	2	Суточный ход основных метеовеличин.	ОПК-1 ПК-1
5	3	Приведение давления к уровню моря. Барометрическая формула.	ОПК-1 ПК-1
6	3	Распределение температуры с высотой. Расчет сухоадиабатического градиента.	ОПК-1 ПК-1
7	3	Расчет влажноадиабатического градиента. Оценка стратификации атмосферы.	ОПК-1 ПК-1
8	5	Аэрологическая диаграмма. Задачи, решаемые с помощью аэрологической диаграммы.	ПК-1
9	9	Основные физические характеристики морской воды и анализ их распределения.	ПК-1
10	10	Сравнение уравнений состояния, используемых для вычисления плотности морской воды.	ОПК-1 ПК-1
11	11	Определение вертикальной устойчивости. Типизация термохалинных условий стратификации в океане.	ОПК-1 ПК-1
12	11	Расчет конвективного перемешивания в осенне-зимний период по методу Н.Н. Зубова.	ОПК-1 ПК-1
13	13	Определение кинематических коэффициентов вертикального турбулентного потока количества движения по данным наблюдений на гидрологической станции.	ОПК-1 ПК-1
14	15	Определение поверхностной и подповерхностной освещенности моря.	ОПК-1 ПК-1
15	5, 16	Расчет скорости испарения с поверхности водоемов и суши	ОПК-1 ПК-1

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Рекомендуемая литература.

а) Основная литература:

1. Абузяров З.К., Думанская И.О., Нестеров Е.С. Оперативное океанографическое обеспечение.- М.-Обнинск, ИГ-СОЦИН, 2009.- 287 с.
2. Винников С.Д., Проскуряков Б.Д. Гидрофизика. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 235 с.
3. Гордеева С.М., Провоторов П.П. Общая океанология. Ч.1. Гидрофизика океана. Практикум. – С-Пб: изд РГГМИ, 1996. – 60 с.
4. Доронин Ю.П. Физика океана. – С-Пб: изд. РГГМУ, 2001. - 340 с.
5. Доронин Ю.П., Лукьянов С.В. Лабораторные работы по физике океана. – С-Пб: изд РГГМИ, 1993. – 87 с.
6. Матвеев Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 750 с.
7. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3, часть I. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 301 с.

8. Психрометрические таблицы. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 270 с.
9. *Малинин В.Н.* Общая океанология. Часть I. Физические процессы. – С-Пб: издательство РГГМУ. – 1998. – 342 с.
10. Океанографические таблицы. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 301 с.

б) 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 с.

### **6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Программные средства ПК в среде "Windows"(EXEL, Word), пакеты стандартных статистических программ.

## **7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки физических законов, процессов, явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.
Практические занятия	Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач, решить задачи заданные на дом (не менее пяти типовых задач). Главным содержанием практических занятий является активная работа каждого студента по применению физических понятий, законов и моделей к конкретным задачам, в том числе прикладного характера. На практическом занятии главное – уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. Для закрепления навыков дома решаются задачи, заданные преподавателем по пройденной теме. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную тетрадь. Для закрепления полученных практических навыков после изучения темы проводится тестирование. Тестовые задания выполняются в виде решения индивидуальных задач во внеаудиторное время и сдаются преподавателю на проверку. Проверенные тесты хранятся у преподавателя до завершения изучения дисциплины. Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего

	прочно усваивается.
Внеаудиторная работа	представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает: –самостоятельное изучение разделов дисциплины; –подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; –выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий.
Подготовка к экзамену	Экзамен имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ. Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий. К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.

## **8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

Лекционный материал рекомендуется сопровождать демонстрационным материалом. Для освоения курса "Физики атмосферы и гидросферы " необходимо регулярное проведение не только лекций и практических занятий, но и обсуждений по основным лекционным темам дисциплины, а также выполнения ряда контрольных мероприятий. Обсуждения и практические работы с отчетами и анализом помогут студентам овладеть специальными понятиями, терминологией и смыслом изучаемого материала.

Таблица 4

№ п/п	Раздел дисциплины	Образовательные технологии	Оценочные средства	Число часов в тематическом формировании	Формируемые компетенции	
1	Введение	Лекция	Опрос и оценка знаний темы	3	3	ОПК-1
2	Строение, состав, свойства атмосферы	Лекция, практические работы, самостоятельная работа	отчеты студентов с обсуждением и анализом	12	2 2 8	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1

3	Статика и термодинамика атмосферы	Лекция практические работы, самост. работа	отчеты студентов с обсуждением и анализом	13	5 8	ОПК-1 ПК-1
4	Лучистая энергия в атмосфере	Лекция и самост. работа	Опрос и оценка знаний темы	6	6	ПК-1
5	Тепловое состояние атмосферы и фазовые переходы воды	Лекция практическая работа, самост работа и письменный контроль	отчеты студентов с обсуждением и анализом	6	1 1 4	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
6	Оптические и электрические явления в атмосфере. Акустика атмосферы	Лекция и тестовый контроль	Вопросы и ответы в баллах	3	1 2	ОПК-1 ПК-1
7	Основы динамики атмосферы	Лекция, тестовый контроль, самост работа	Опрос и оценка знаний темы	9	9	ОПК-3
8	Предмет и задачи физики гидросферы. Исторические этапы изучения Мирового океана и развития океанологии.	Лекция, самост. работа	Вопросы и ответы в баллах	3	3	ОПК-1
9	Состав и основные физические характеристики воды	Лекция, практические работы, самост работа	отчеты студентов с обсуждением и анализом	15	15	ПК-1
10	Термодинамические свойства морской воды	Лекция, практическая работа, самост работа	отчеты студентов с обсуждением и анализом	16	5 5 6	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
11	Перемешивание вод в океане	Лекция, практические	отчеты студентов	16	3 4	ОПК-1

		ская работа, самостоятельная работа	с обсуждением и анализом		9	ОПК-3 ПК-1
12	Основные уравнения гидрофизики	Лекция, самостоятельная работа, тестовый контроль	Вопросы и ответы в баллах	9	3 3 3	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
13	Турбулентность и уравнения для турбулентной жидкости в океане	Лекция, практическая работа, самостоятельная работа	отчеты студентов с обсуждением и анализом	11	2 3 6	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
14	Морской и пресноводный лед на Земле	Лекция, тестовый контроль, самостоятельная работа	Вопросы и ответы в баллах	4	1 1 2	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
15	Оптические и акустические свойства воды и морской среды	Лекция, практическая работа, самостоятельная работа	отчеты студентов с обсуждением и анализом	14	3 4 7	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
16	Физика вод суши	Лекция, тестовый контроль, самостоятельная работа	Опрос и оценка знаний темы	4	1 1 2	ОПК-1 ОПК-3 ПК-1
	Итого часов			144	144	

***Примеры из фонда оценочных средств.***

Вопросы для контроля освоения разделов.

Раздел. 2

Стандартные сроки передачи сведений с метеостанции.

Состав сведений, передаваемых в стандартные сроки.

Оборудование метеоплощадки.

Перечислить основные метеозлементы

Признаки прохождения холодного фронта по данным стандартных наблюдений.

Деление атмосферы на слои по распределению температуры с высотой.

Среднее распределение температуры с высотой в тропосфере (стратосфере).

Раздел 3.

Распределение давления с высотой в атмосфере.

Что такое барометрические формулы?

Что такое сухоадиабатический градиент ?

Что такое потенциальная температура?

#### Раздел 4

Что такое солнечная постоянная ?

Как определяются числа Вольфа?

Что такое альбедо? Альбедо облаков, подстилающей поверхности, поверхности моря.

#### Раздел 9

Основные ионы в морской воде.

Что такое закон постоянства состава морской воды?

Назовите важнейшие аномалии свойств морской воды.

#### Раздел 11.

Чем отличаются молекулярное и турбулентное перемешивание?

Что такое конвекция в море?

Глубина конвективного перемешивания в море, в океане, в высоких широтах, в средних широтах, в тропиках.

#### Раздел 14

Особенности замерзания и образования льда в пресноводных бассейнах и соленых морях.

Профиль температуры в толще льда зимой и весной.

#### Раздел 15.

Что такое подводный звуковой канал?

#### Вопросы к экзамену.

Вопросы к экзамену по дисциплине «Физика атмосферы и гидросферы» (разд. 1-7).

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).

Радиационный режим атмосферы

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. Альbedo.

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. 8-16).

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 (t-ра, 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-Свердрупса.

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

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

- Учебный класс, оборудованный проектором и компьютерами
- Учебный вычислительный класс
- Карты Мирового океана, дна Мирового океана
- Атлас океанов
- Мультимедийная техника и презентации.
- Электронно-библиотечная система РГГМУ <https://bibliotech.esstu.ru>