

Министерство образования и науки Российской Федерации

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

Кафедра Океанологии

Рабочая программа по дисциплине

ФИЗИКА ОКЕАНА

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению
подготовки

05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная метеорология

Квалификация:
Бакалавр

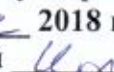
Форма обучения
Очная/Заочная

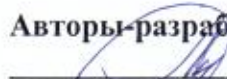
Согласовано
Руководитель ОПОП
«Прикладная метеорология»

 Фокичева А.А.

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
17 июля 2018 г., протокол № 11
Зав. кафедрой  Царев В.А.

Авторы-разработчики:
 Лукьянов С.В.

Санкт-Петербург 2018

Составил:
Лукиянов Сергей Васильевич, доцент кафедры Океанологии.

© Лукьянов С.В., 2018.
© РГГМУ, 2018.

1. Цели освоения дисциплины

Главной целью дисциплины «Физика океана» является формирование у студентов комплекса научных знаний об основных физических процессах в океане и их взаимодействием с процессами в атмосфере на базе результатов современных теоретических и экспериментальных исследований.

Основные задачи дисциплины состоят в изучении важнейших физических процессов в океане, в их взаимодействии с атмосферными процессами на основе современных теоретических исследований, натуральных данных и результатов лабораторных экспериментов. Изложение материала осуществляется на физико-математической основе в тесной связи с изученными общеобразовательными и специальными дисциплинами: математикой, физикой, гидромеханикой и общей метеорологией. В свою очередь на материале данного предмета базируется большинство специальных дисциплин, изучаемых на старших курсах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика океана» для направления подготовки 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Прикладная метеорология» относится к базовой части.

Параллельно с дисциплиной «Физика океана» изучаются «Методы и средства гидрометеорологических измерений», «Физика вод суши» и др.

Дисциплина «Физика океана» является базовой для большинства профессиональных дисциплин, таких как: «Метеорологическое обеспечение народного хозяйства», «Синоптическая метеорология», «Дополнительные главы климатологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате изучения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	Способность к логическому мышлению, обобщению, анализу, систематизации профессиональных знаний и умений, а также закономерностей исторического, экономического и общественно-политического развития
ОК-2	Способность решать стандартные профессиональные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом требований информационной безопасности.
ОПК-2	Способность к проведению измерений и наблюдений, составлению описания проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, составлению отчета по выполненному заданию, участию по внедрению результатов исследований и разработок.
ОПК-3	Способность анализировать и интерпретировать данные натуральных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования.

ПК-1 (частично)	Способность понимать разномасштабные явления и процессы в атмосфере, океане и водах суши и способность выделять в них антропогенную составляющую
ПК-2	Способность анализировать явления и процессы, происходящие в природной среде, на основе экспериментальных данных и массивов гидрометеорологической информации, выявлять в них закономерности и отклонения

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Физика океана» обучающийся должен:

Знать:

- физическую сущность процессов, протекающих в океане, о методы их математического описания и экспериментальной проверки.

Уметь

- провести наблюдение физического процесса, рассчитать его характеристики и параметры, проанализировать и критически оценить полученные результаты, использовать их в оперативной и в научной работе, применительно к задачам как теоретического, так и прикладного характера.

Владеть:

- методами анализа и интерпретации данных натурных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования;
- навыками работы в коллективе над решением научных проблем.

Иметь представление

- о направлениях развития океанологии, о практических требованиях к океанологическим исследованиям.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Физика океана» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения				
		2	3	4	5	
Второй этап (уровень) ОК-1	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - о направлениях развития океанологии; 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - о направлениях развития океанологии; 	<p>Слабо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников <p>Затрудняется:</p> <ul style="list-style-type: none"> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию <p>Плохо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - о направлениях развития океанологии; 	<p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников <p>Хорошо умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию <p>Хорошо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - о направлениях развития океанологии; 	<p>Свободно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками самостоятельной работы с источниками и литературой; - навыками обобщения и сравнительного анализа литературных источников <p>Отлично умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> критически воспринимать, анализировать и оценивать полученную информацию <p>Отлично знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - о направлениях развития океанологии; 	5 продвинутый
Второй этап (уровень) ОК-2	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить построение графиков плотностной стратификации океана с помощью ПЭВМ; <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета уравнений состояния морской воды с использованием информационно- 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить построение графиков плотностной стратификации океана с помощью ПЭВМ; <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета уравнений состояния морской воды с использованием информационно- 	<p>Слабо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; <p>Затрудняется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить построение графиков плотностной стратификации океана с помощью ПЭВМ; <p>Плохо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета уравнений состояния морской воды с использованием информационно- 	<p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; <p>Хорошо умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить построение графиков плотностной стратификации океана с помощью ПЭВМ; <p>Хорошо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета уравнений состояния морской воды с использованием информационно- 	<p>Уверенно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками использования стандартных пакетов прикладных программ для решения профессиональных задач; <p>Отлично умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить построение графиков плотностной стратификации океана с помощью ПЭВМ; <p>Отлично знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы расчета уравнений состояния морской воды с использованием информационно- 	5

	коммуникационных технологий;	коммуникационных технологий;	коммуникационных технологий;	коммуникационных технологий;	коммуникационных технологий;
Второй этап (уровень) ОПК-2	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой определения теплофизических характеристик морской воды; - методами определения структуры и текстуры морского льда <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - провести наблюдение физического процесса, протекающего в океане; - использовать результаты расчетов в оперативной и в научной работе; <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы проведения наблюдений параметров океана с использованием современной измерительной аппаратуры; 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой определения теплофизических характеристик морской воды; - методами определения структуры и текстуры морского льда <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - провести наблюдение физического процесса, протекающего в океане; - использовать результаты расчетов в оперативной и в научной работе; <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы проведения наблюдений параметров океана с использованием современной измерительной аппаратуры; 	<p>Слабо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой определения теплофизических характеристик морской воды; - методами определения структуры и текстуры морского льда <p>Затрудняется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - провести наблюдение физического процесса, протекающего в океане; - использовать результаты расчетов в оперативной и в научной работе; <p>Плохо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы проведения наблюдений параметров океана с использованием современной измерительной аппаратуры; 	<p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой определения теплофизических характеристик морской воды; - методами определения структуры и текстуры морского льда <p>Хорошо умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - провести наблюдение физического процесса, протекающего в океане; - использовать результаты расчетов в оперативной и в научной работе; <p>Хорошо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы проведения наблюдений параметров океана с использованием современной измерительной аппаратуры; 	<p>Уверенно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой определения теплофизических характеристик морской воды; - методами определения структуры и текстуры морского льда <p>Отлично умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - провести наблюдение физического процесса, протекающего в океане; - использовать результаты расчетов в оперативной и в научной работе; <p>Отлично знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы проведения наблюдений параметров океана с использованием современной измерительной аппаратуры;
Второй этап (уровень) ОПК-3	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой расчета основных физических параметров океана по данным измерений <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии океана; - рассчитывать характеристики и параметры физического процесса; <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строение и состав морской 	<p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой расчета основных физических параметров океана по данным измерений <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии океана; - рассчитывать характеристики и параметры физического процесса; <p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строение и состав морской 	<p>Слабо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой расчета основных физических параметров океана по данным измерений <p>Затрудняется:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии океана; - рассчитывать характеристики и параметры физического процесса; <p>Плохо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строение и состав морской 	<p>Хорошо владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой расчета основных физических параметров океана по данным измерений <p>Хорошо умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии океана; - рассчитывать характеристики и параметры физического процесса; <p>Хорошо знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строение и состав морской 	<p>Уверенно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методикой расчета основных физических параметров океана по данным измерений <p>Отлично умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обрабатывать и интерпретировать получаемую информацию о физическом состоянии океана; - рассчитывать характеристики и параметры физического процесса; <p>Отлично знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - строение и состав морской

	<p>воды; - методы анализа и интерпретации данных натуральных и лабораторных наблюдений;</p>	<p>воды; - методы анализа и интерпретации данных натуральных и лабораторных наблюдений;</p>	<p>воды; - методы анализа и интерпретации данных натуральных и лабораторных наблюдений;</p>	<p>воды; - методы анализа и интерпретации данных натуральных и лабораторных наблюдений;</p>	<p>воды; - методы анализа и интерпретации данных натуральных и лабораторных наблюдений;</p>
<p>Первый этап (уровень) ПК-1 (частично)</p>	<p>Владеть: - профессиональной терминологией; Уметь: - проанализировать и критически оценить результаты расчетов физического процесса в океане;</p>	<p>Не владеет: - профессиональной терминологией; Не умеет: - проанализировать и критически оценить результаты расчетов физического процесса в океане;</p>	<p>Слабо владеет: - профессиональной терминологией; Слабо умеет: - проанализировать и критически оценить результаты расчетов физического процесса в океане;</p>	<p>Хорошо владеет: - профессиональной терминологией; Умеет: - проанализировать и критически оценить результаты расчетов физического процесса в океане;</p>	<p>Уверенно владеет: - профессиональной терминологией; Умеет свободно: - проанализировать и критически оценить результаты расчетов физического процесса в океане;</p>
	<p>Знать: - физическую сущность процессов, протекающих в океане; - практические требования к океанологическим исследованиям</p>	<p>Не знает: - физическую сущность процессов, протекающих в океане; - практические требования к океанологическим исследованиям</p>	<p>Плохо знает: - физическую сущность процессов, протекающих в океане; - практические требования к океанологическим исследованиям</p>	<p>Хорошо знает: - физическую сущность процессов, протекающих в океане; - практические требования к океанологическим исследованиям</p>	<p>Отлично знает: - физическую сущность процессов, протекающих в океане; - практические требования к океанологическим исследованиям</p>
<p>Первый этап (уровень) ПК-2</p>	<p>Владеть: - методами расчета роста и таяния морского льда; - методами определения характеристик верхнего квазигоризонтального слоя вод океана;</p>	<p>Не владеет: - методами расчета роста и таяния морского льда; - методами определения характеристик верхнего квазигоризонтального слоя вод океана;</p>	<p>Слабо владеет: - методами расчета роста и таяния морского льда; - методами определения характеристик верхнего квазигоризонтального слоя вод океана;</p>	<p>Хорошо владеет: - методами расчета роста и таяния морского льда; - методами определения характеристик верхнего квазигоризонтального слоя вод океана;</p>	<p>Уверенно владеет: - методами расчета роста и таяния морского льда; - методами определения характеристик верхнего квазигоризонтального слоя вод океана;</p>
	<p>Уметь: - измерять профиль скорости течения; - выявить влияние метеорологических факторов и турбулентного перемешивания на температуру и соленость верхнего слоя океана;</p>	<p>Не умеет: - измерять профиль скорости течения; - выявить влияние метеорологических факторов и турбулентного перемешивания на температуру и соленость верхнего слоя океана;</p>	<p>Затрудняется: - измерять профиль скорости течения; - выявить влияние метеорологических факторов и турбулентного перемешивания на температуру и соленость верхнего слоя океана;</p>	<p>Хорошо умеет: - измерять профиль скорости течения; - выявить влияние метеорологических факторов и турбулентного перемешивания на температуру и соленость верхнего слоя океана;</p>	<p>Отлично умеет: - измерять профиль скорости течения; - выявить влияние метеорологических факторов и турбулентного перемешивания на температуру и соленость верхнего слоя океана;</p>
	<p>Знать: - уравнение движения морской воды</p>	<p>Не знает: - уравнение движения морской воды</p>	<p>Плохо знает: - уравнение движения морской воды</p>	<p>Хорошо знает: - уравнение движения морской воды</p>	<p>Отлично знает: - уравнение движения морской воды</p>

	<p>- методы математического описания и экспериментальной проверки физических процессов, протекающих в океане;</p> <p>- теорию изменения температуры и солёности морских течений;</p>	<p>- методы математического описания и экспериментальной проверки физических процессов, протекающих в океане;</p> <p>- теорию изменения температуры и солёности морских течений;</p>	<p>- методы математического описания и экспериментальной проверки физических процессов, протекающих в океане;</p> <p>- теорию изменения температуры и солёности морских течений;</p>	<p>- методы математического описания и экспериментальной проверки физических процессов, протекающих в океане;</p> <p>- теорию изменения температуры и солёности морских течений;</p>	<p>- методы математического описания и экспериментальной проверки физических процессов, протекающих в океане;</p> <p>- теорию изменения температуры и солёности морских течений;</p>
--	--	--	--	--	--

4. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора	2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора
Общая трудоёмкость дисциплины	72 часа	
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	60	8
в том числе:		
лекции	30	4
практические занятия	30	4
лабораторные занятия	-	-
семинарские занятия	-	-
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	12	64
в том числе:		
курсовая работа	-	-
контрольная работа	-	+
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	зачет

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение
2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар. Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Строение и состав морской воды	4	2	-	1	Тестирование	-	ОК-1 ОК-2 ПК-1 ПК-2
2	Статика и термодинамика океана	4	8	4	3	Тестирование, отчет по выполненному заданию	2	ПК-1 ПК-2

3	Турбулентность и турбулентный обмен в океане	4	6	10	2	Тестирование, отчет по выполненному заданию	4	ОК-1 ОК-2 ОПК-2 ОПК-3
4	Тепловые и соленостные процессы в океане. Влияние солнечной энергии.	4	8	10	4	Тестирование, отчет по выполненному заданию	4	ОК-1 ОК-2 ОПК-2 ОПК-3
5	Морской лед	4	6	6	2	Тестирование, отчет по выполненному заданию	2	ОК-1 ОК-2 ОПК-2 ОПК-3
ИТОГО			30	30	12		12	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						72		

Заочное обучение
2014, 2015, 2016, 2017, 2018 гг. набора

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Строение и состав морской воды	4	2	-	10	Тестирование	-	ОК-1 ОК-2 ПК-1 ПК-2
2	Статика и термодинамика океана	4	0	-	12	Тестирование	-	ПК-1 ПК-2
3	Турбулентность и турбулентный обмен в океане	4	0	2	16	Тестирование, отчет по выполненному заданию	1	ОК-1 ОК-2 ОПК-2 ОПК-3
4	Тепловые и соленостные процессы в океане. Влияние солнечной энергии.	4	0	2	14	Тестирование, отчет по выполненному заданию	1	ОК-1 ОК-2 ОПК-2 ОПК-3
5	Морской лед	4	2	-	12	Тестирование	-	ОК-1 ОК-2 ОПК-2

								ОПК-3
	ИТОГО		4	4	64		2	
С учётом трудозатрат при подготовке и сдаче зачета						72		

4.2. Содержание разделов дисциплины

1. Строение и состав воды.

Современные представления о строении молекулы воды и структуре воды, льда и водяного пара. Энергетические характеристики молекулы воды и ее различных фазовых преобразований. Водородные связи между молекулами H_2O . Ближняя и дальняя упорядоченность в расположении молекул воды в твердой, жидкой и газообразной фазах.

2. Статика и термодинамика океана.

Морская вода как термодинамическая система. Основные параметры ее состояния. Уравнение состояния морской воды и его различные выражения. Сравнение значений плотности воды, вычисленных по различным приближенным уравнениям состояния. Основные термодинамические процессы. Первое и второе начала термодинамики применительно к процессам в океане и их математическое выражение. Основное уравнение термодинамики применительно к морской воде.

Теплофизические характеристики морской воды. Уравнения равновесия фаз воды. Изменение энтальпии при фазовых переходах воды. Влияние солёности на термодинамические процессы. Изэнтропический и адиабатический процессы. Потенциальная температура и плотность морской воды. Условия различной вертикальной плотностной стратификации океана и критерии устойчивости.

Общее уравнение движения морской воды. Напряжения. Их связь со скоростями течения. Уравнение сохранения массы морской воды. Уравнение, характеризующее изменение солёности воды. Механическая и внутренняя энергии объема морской воды как термодинамической системы. Уравнение изменения энтропии морской воды и уравнение теплопроводности. Основные допущения и приближения, используемые при описании океанических процессов.

3. Турбулентность и турбулентный обмен в океане.

Определение турбулентности. Критерий Рейнольдса. Механизмы генерации турбулентного перемешивания в океане. Масштабы турбулентности. Влияние сдвига скорости и стратификации океана на условия существования турбулентности. Критерий Ричардсона. Анизотропность турбулентности в океане.

Осреднение уравнений термогидродинамики для турбулизированного океана. Принципы осреднения. Требования к масштабам осреднения. Уравнения турбулентного движения вод океана. Тензор турбулентных напряжений. Уравнения турбулентной теплопроводности и изменения солёности воды. Турбулентные потоки тепла и соли.

Параметрическое описание турбулентных потоков субстанций в океане. Тензоры коэффициентов турбулентной вязкости, температуропроводности и диффузии соли. Упрощение структуры тензоров. Коэффициенты горизонтального и вертикального турбулентного обмена. Соотношение между ними. Турбулентные числа Прандтля и Шмидта. Прямые и косвенные методы определения коэффициентов турбулентности.

Принципы спектральной теории турбулентности. Пространственные корреляционный и структурный тензоры поля пульсаций скорости течения. Пространственные корреляционная и структурная функции пульсаций температуры и солёности воды. Спектральные характеристики случайных полей в океане. Понятие об однородных и изотропных случайных полях. Локально-изотропные случайные поля

океанологических характеристик. Гипотезы подобия Колмогорова о турбулентном режиме мелкомасштабной турбулентности. Результаты экспериментальных исследований характеристик турбулентности в океане. Спектры энергии турбулентности в различных пространственно-временных масштабах. Модель замороженной турбулентности.

Уравнение баланса энергии турбулентности для стратифицированного океана. Использование его для определения коэффициента турбулентности. Явление «отрицательной» вязкости в океане.

4. Тепловые и соленостные процессы в океане

Балансы тепла и соли на поверхности океана, в слое, всего моря, океана. Балансовые уравнения. Методы расчета потоков тепла и влаги между океаном и атмосферой.

Закономерности вертикального распространения тепла и соли в океане. Их описание посредством уравнений теплопроводности и диффузии соли. Влияние метеорологических факторов и турбулентного перемешивания на температуру и соленость верхнего слоя океана.

Условия возникновения свободной конвекции в верхнем слое океана. Число Рэлея. Интегральная модель конвекции. Понятие о вынужденной конвекции. Верхний квазиоднородный слой океана и теории его формирования в горизонтально однородном и неоднородном океане.

Вертикальная термохалинная структура океана. Поверхностный холодный слой («скин» слой). Суточный термоклин, сезонные термоклин и галоклин, главный термоклин. Понятие о мелкомасштабной структуре океана и причинах ее образования.

Теория изменения температуры и солености морских течений. Стационарная и нестационарная их трансформация. Методы расчета.

Постановка общей задачи о расчете трехмерного термохалинного поля океана. Численные модели и принципы их реализации.

5. Морской лед

Замерзание морской воды, возможность ее переохлаждения. Образование и рост кристаллов льда, их структура.

Фазовый состав морского льда. Соленость рассола и избирательность кристаллизации его солей. Миграция рассола. Соленость льда и ее изменение во времени.

Тепловые характеристики морского льда: теплоемкость, теплопроводность, теплота плавления. Их зависимость от температуры и солености льда. Радиационные свойства ледяного покрова: альbedo, поглощение льдом лучистых потоков тепла, радиационный баланс.

Общие закономерности термического роста толщины льда, влияние на него снега и притока тепла от воды. Температура морского льда. Поверхностное и боковое таяние льда. Методы расчета роста и таяния льда.

Механические свойства морского льда. Напряжения и деформации. Модули упругости и коэффициент Пуассона, практические методы их определения. Упругая и пластическая деформация льда. Явление релаксации. Пределы прочности льда и напряжения разрушения. Напряжения, действующие на лед в море. Поведение ледяного покрова под нагрузкой. Торошение льда. Расчет грузоподъемности ледяного покрова.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	2	Вычисление и сравнение уравнений	Работа на ПК	ПК-1, ПК-2

		состояния морской воды.		
2	2	Вычисление и построение графиков плотностной стратификации океана.	Обработка и анализ данных	ПК-1, ПК-2
3	3	Измерение профиля скорости течения в лабораторном бассейне и расчет коэффициента турбулентности.	Обработка и анализ данных	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
4	4	Определение характеристик верхнего квазиоднородного слоя по лабораторным измерениям	Обработка и анализ данных	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2
5	5	Определение структуры и текстуры образцов льда в лабораторных условиях.	Обработка и анализ данных	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

- отчеты по результатам выполнения заданий
- выполнение тестовых контрольных опросов после изучения каждого раздела дисциплины
- аттестация студентов по результатам выполнения ими лабораторных и практических работ.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В течение семестра студент обязан самостоятельно прорабатывать материал, изложенный на лекциях, для чего рекомендуется использовать сделанные на лекциях конспекты, изучить основную и дополнительную литературу, презентации лекций и практических работ. Освоение материалом и выполнение практических работ проходит при регулярных, по возможности, консультациях с преподавателем, для чего студенту предоставлена возможность использовать удаленный доступ.

Обучающийся самостоятельно готовит отчет по результатам выполненного задания.

В отчете по результатам выполнения задания учащиеся указывают

- современное состояние моделирования рассматриваемого процесса;
- основные уравнения используемой модели;
- используемый алгоритм решения;
- программу;
- результаты расчетов в виде рисунков, графиков, таблиц;
- результаты проведенного анализа результатов

5.3. Промежуточный контроль: зачет

Зачет проходит в устной форме. Обучающемуся предлагается ответить на два вопроса случайным образом выбранного билета.

Перечень вопросов к зачету

1. Строение воды как физического тела
2. Уравнения состояния морской воды
3. Изменение энтальпии морской воды при ее фазовых переходах
4. Определение вертикальной плотностной стратификации вод океана.
5. Верхние квазиоднородные слои. Термоклин и галоклин.
6. Структура морской воды и льда
7. Фазовый состав морского льда
8. Принцип осреднения уравнений термогидродинамики для турбулентного океана
9. Коэффициенты турбулентного обмена субстанциями
10. Виды и стадии деформации морского льда
11. Статистическая теория турбулентности
12. Поведение морского льда под нагрузкой
13. Верхний квазиоднородный слой океана.
14. Условия формирования холодного поверхностного скин-слоя в океане
15. Полуэмпирические теории турбулентности. Коэффициенты турбулентности
16. Изменение солёности морских течений
17. Гравитационная конвекция в океане
18. Солёность морского льда. Образование и изменение
19. Закономерности термического роста толщины морского льда. Определить величину диссипации механической энергии, если температура и солёность воды равны соответственно $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 35‰ , а градиент скорости течения $dV/dz = 7,3 \cdot 10^{-3}\text{ c}^{-1}$
20. Определите поверхностные силы, действующие на воду на глубине 500 м при температуре 5° C и солёности 30 ‰ , если градиент скорости течения равен $dV/dz = 3 \cdot 10^{-2}\text{ c}^{-1}$
21. Определить молекулярные и рейнольдсовы напряжения, если средние скорости $\bar{u} = 32\text{ см/с}$, $v = 24\text{ см/с}$, $w = 24 \cdot 10^{-4}\text{ см/с}$, $uw = 6,9 \cdot 10^{-2}\text{ см}^2/\text{с}$, $vw = 5,9 \cdot 10^{-2}\text{ см}^2/\text{с}$
22. Определить предельную толщину морского льда под слоем снега 10 см . Температура поверхности снега -20°C , а подледной воды $-1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплопроводности льда и снега равны: $2,1$ и $0,32\text{ Вт/м К}$. Поток тепла из воды 5 Вт/м^2 .
23. Определить коэффициент горизонтальной турбулентной теплопроводности, если $UT = 1,2\text{ мК/с}$, $dT/dx = 2 \cdot 10^{-3}\text{ К/м}$, $u = 14\text{ см/с}$, $T = 8^{\circ}\text{ C}$.
24. Определите солёность границы раздела двух водных масс, если их солёности равны 15 и 30‰ , а коэффициенты турбулентной диффузии соответственно равны 100 и $9\text{ см}^2/\text{с}$
25. Определить спектральную плотность крупномасштабной турбулентности для волнового числа $0,01\text{ м}^{-1}$ при $\epsilon = 0,01\text{ м}^2/\text{с}^3$
26. Вычислите значения критериев Re , Ri , Rf , если известны $\rho = 1028\text{ кг/м}^3$, $dp/dz = 5,14 \cdot 10^{-8}\text{ г/см}^3$, $Kv = 10^{-2}\text{ м}^2/\text{с}$, $Pr = 8$. Скорость течения на поверхности 25 см/с уменьшается до 0 на глубине 25 м .
27. Определите потенциальную плотность морской воды на глубине 1 км ($T = 10^{\circ}\text{C}$, $S = 30\text{‰}$).
28. Определите различие между изобарической и изохорной теплоемкостями морской воды ($T = 10^{\circ}\text{ C}$, $S = 30\text{‰}$, $P = 0$)
29. Определите изменение температуры в 10 метровом слое ВКС за счет радиации в 150 Вт/м^2 при затратах на испарение и турбулентный теплообмен в -50 Вт/м^2
30. Определите изменение массы рассола в 1 кг морского льда солёностью 5 ‰ при повышении температуры от -10° C до -4° C .
31. Определите водообмен моря через пролив, если солёность воды, поступающей в море, $32,1\text{‰}$, а вытекающей $28,4\text{‰}$. Пресный баланс моря $240\text{ км}^3/\text{год}$.

32. Каково изменение энтропии при таянии 1 кг пресного льда?
33. Определите масштаб возмущений в вязкой области спектра турбулентности при температуре 15°C и скорости диссипации энергии турбулентности 10-6 м2/с3
34. Определите изменение энтальпии и энтропии на глубине 100м. (S = 30‰, T=10° С), если ее температура повысилась на 2°C.
35. Определите предельную толщину морского льда, теплопроводностью 2,1 Вт/м.К, если поток тепла к нему из океана равен 10 Вт/м2, а температуры воздуха и подледной воды соответственно равны -20° С и -1,8° С.
36. Определите толщину образовавшегося за декаду льда соленостью 5‰ из воды соленостью 30‰ при температуре воздуха -8° С. Плотность льда 900кг/м3
37. Определить изменение энергии в верхнем слое моря, если скорость течения уменьшилась с 20 см/с до 10 см/с, а температура воды повысилась с 10° С до 11° С при неизменной солености 30 ‰.

Образцы билетов к зачету

БИЛЕТ № 1

1. Строение воды как физического тела
2. Определить величину диссипации механической энергии, если температура и соленость воды равны соответственно 10 °С и 35‰, а градиент скорости течения $dV/dz = 7,3 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$

БИЛЕТ №5

1. Верхние квазиоднородные слои. Термоклин и галоклин.
2. Определить коэффициент горизонтальной турбулентной теплопроводности, если $UT = 1.2 \text{ мК/с}$, $dT/dx = 2 \cdot 10^{-3} \text{ К/м}$, $u = 14 \text{ см/с}$, $T = 8^\circ \text{ С}$.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Жуков Л.А. Общая океанология. Гидрометеиздат Электронный ресурс: http://elibr.rshu.ru/files_books/pdf/img-515145736.pdf

б) дополнительная литература:

1. Доронин Ю.П., Лукьянов С.В. Лабораторные работы по Физике океана. Изд. РГТМИ, СПб. 1993г., 86с.
2. Доронин Ю.П. Физика океана. Изд. РГТМУ, СПб, 2000 г., 305с. http://elibr.rshu.ru/files_books/pdf/img-417204055.pdf
3. Морской лед (Справочное пособие), ред. Фролов И.Е., Гаврило В.П. СПб., Гидрометеиздат, 1997 - гл.1,2.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронный ресурс – сайт Государственного научного центра "Арктический и антарктический научно-исследовательский институт". Режим доступа: <http://www.aari.ru>
2. Электронный ресурс – сайт Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук. Режим доступа: <https://www.ocean.ru/index.php/otdeleniya-i-filialy-io-ran/sankt-peterburgskij-filial>

г) программное обеспечение
windows 7 66233003 24.12.2015
office 2010 49671955 01.02.2012

д) профессиональные базы данных
не используются

е) информационные справочные системы:
Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн. Режим доступа: <http://elib.rshu.ru>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции (темы №1-5)	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе.
Лабораторные и практические занятия (темы №2-5)	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование описания лабораторных работ, подготовка специальной рабочей тетради для лабораторных работ. Проведение тренировочных расчетов на ПЭВМ, руководствуясь описанием лабораторных работ.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к зачету и т.д.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Темы 1 и 5	<u>информационные технологии</u> 1. организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты 2. проведение компьютерного тестирования 3. работа с базами данных <u>образовательные технологии</u> 1. интерактивное взаимодействие педагога и студента	1. Пакет Microsoft Excel, PowerPoint. 2. Электронно-библиотечная система ГидроМетеоОнлайн http://elib.rshu.ru 3. Сервер дистанционного обучения РГГМУ MOODL http://moodle.rshu.ru

	2. сочетание индивидуального и коллективного обучения	
--	---	--

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

1. **Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийной техникой, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации, служащей для представления учебной информации,
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерной техникой, служащей для представления учебной информации.
5. **Помещение для самостоятельной работы** – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
6. **Учебная лаборатория физики океанов** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, оснащенная бассейнами, станцией, специальными приборами.

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.