

Рабочая программа дисциплины

1. Название дисциплины: Физика океана

2. Лекторы.

2.1. к.ф.-м.н., доцент Кравчун Павел Николаевич, кафедра акустики, gedackt@mail.ru, тел. 939-38-44.

3. Аннотация дисциплины.

Курс состоит в систематическом изложении базовых знаний по современной физике океана, в том числе важных для акустики океана. Даются сведения об эволюции Мирового океана, его основных гидрофизических характеристиках, стратификации вод, структуре дна, динамике океана (течения, синоптические вихри, волны, турбулентность), технических методах и средствах исследования океана. Рассмотрение сопровождается описанием основных математических моделей в современной физике океана, а также примерами из океанологической практики. Знание курса нужно как для последующего изучения студентами других курсов на кафедре акустики («Акустика океана. Общая гидроакустика», «Акустика океана. Статистическая гидроакустика», «Гидроакустические измерения»), а так и для самостоятельной научно-исследовательской и практической работы.

4. Цели освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины обучающийся приобретёт знания по современной физике океана, в частности, об океанологических объектах, важных для акустики океана, и о современных методах и средствах исследования океана, умение ставить и решать ряд задач физики океана, актуальных для акустики океана, использовать полученные знания в задачах акустики океана.

5. Задачи дисциплины.

Задачами курса являются: (1) систематическое изложение основ современной физики океана; (2) ознакомление с методами решения задач физики океана, важных для акустики океана; (3) знакомство с конкретными прикладными задачами физики океана, примерами из практической деятельности и экспедиционной практики.

6. Компетенции.

6.1. Компетенции, необходимые для освоения дисциплины.

М-ОНК-2; М-ИК-2.

6.2. Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины.

М-ОНК-2; М-ИК-2; М-ИК-3; М-ПК-1; М-ПК-2; М-ПК-3; М-ПК-5; М-ПК-6; М-ПК-8; М-СПК-7.

7. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен знать основы физики океана, в частности, в приложении к задачам акустики океана; уметь применять полученные знания при постановке и решении задач физики и акустики океана; владеть методами решения задач физики океана, знать принципы использования технических средств исследования океана.

8. Содержание и структура дисциплины.

Вид работы	Семестр				Всего
	1	2	3	4	
Общая трудоёмкость, акад. часов	72				72
Аудиторная работа:	36				36
Лекции, акад. часов	36				36
Семинары, акад. часов					
Лабораторные работы, акад. часов					
Самостоятельная работа, акад. часов	36				36
Вид промежуточной аттестации (зачёт, зачёт с оценкой, экзамен)	зач.				

N раздела, название раздела	N темы	Название темы	Структура и содержание дисциплины				Форма текущего контроля успеваемости
			Содержание темы	Аудиторная нагрузка, отводимая на лекционный материал темы, ак.ч.	Названия семинаров по теме. Аудиторная нагрузка, отводимая на каждый семинар темы, ак.ч.	Самостоятельная работа: название темы самостоятельной работы; трудоемкость темы, ак.ч.	
1. Общая характеристика Мирового океана. Структура и рельеф дна Мирового океана	1	Общая характеристика Мирового океана	<i>Эволюция океанических бассейнов. Современная гидросфера Земли. Водный баланс океанов. Основные физические параметры вод океана. Температура, соленость, плотность, скорость звука, рН-показатель, теплоемкость. Закон Диттмара. Понятие о потенциальной температуре. Относительная (условная) плотность. Температура замерзания и температура максимальной плотности морской воды. Обмен энергией между океаном и атмосферой. Океан как термодинамическая машина. Спектры энергии и основные масштабы движений в океане. Энергоактивные зоны океана. Изменчивость океана.</i>	3 ак.ч.	1. <i>Водный баланс океанов, основные физические параметры вод океана. 2 ак.ч.</i> 2. <i>Температура замерзания и температура максимальной плотности морской воды. 1 ак.ч.</i>	Общая характеристика Мирового океана. 6 ак. ч.	Об
	2	Стратификация вод океана. Водные массы	<i>Горизонтальная и вертикальная стратификация вод и ее изменчивость. Устойчивость стратификации. Частота Вайсяля-Брента. Водные массы.</i>	2 ак. ч.	1. <i>Типы стратификации, ее зональность. 1 ак. ч.</i> 2. <i>Частота Вайсяля-Брента, связь с внутренними волнами. 1 ак. ч.</i>	Стратификация вод океана. Водные массы. 4 ак. ч.	Об ДЗ, КР
	3	Структура и рельеф дна Мирового океана	<i>Морфологическая характеристика дна океана. Гипотеза тектоники плит. Срединно-океанические хребты, рифтовые долины, трансформные разломы. Аккреция, спрединг дна, субдукция. Гидротермы. Океаническая седиментация. Транспорт океанических осадков. Районирование дна океана по плотности, пористости и скорости звука в грунте. Связь основных параметров грунта. Сиппинг, газогидраты. ЖМК.</i>	2 ак.ч.	1. <i>Морфология дна океана. 2 ак. ч.</i>	Структура и рельеф дна Мирового океана. 4 ак. ч.	Об, ДЗ

2. Динамика океана	1	Течения и общая циркуляция вод. Синоптические вихри.	<i>Основные типы течений. Теория дрейфовых и градиентных течений. Экмановские слои. Элементарная система течений (по Экману). Геострофические течения. Общая циркуляция вод Мирового океана. Основные квазистационарные течения и круговороты. Эффект западной интенсификации течений. Межпассатные поверхностные противотечения, их физическая природа. Глубинные и подповерхностные противотечения. Глубоководные контурные течения. Течения в придонном слое. Придонные шторма. Синоптические и мезомасштабные вихри (ринги, вихри открытого океана, вихревые линзы). Вертикальные движения вод (апвеллинг, даунвеллинг). Прибрежные апвеллинги. Явление Эль-Ниньо. Фронты в Мировом океане.</i>	5 ак. ч.	1. <i>Дрейфовые и градиентные течения. Экмановские слои. 3 ак. ч.</i> 2. <i>Синоптические вихри. Фронты в океане. 2 ак. ч.</i>	Течения и общая циркуляция вод. Система течений в океане. Синоптические вихри в океане (ринги, вихри открытого океана, вихревые линзы). Апвеллинги Мирового океана. 10 ак. ч.	Об, ДЗ, К
	2	Волны в океане	<i>Волны как проявление изменчивости океана. Специфика волновых явлений в океане. Волны на поверхности. Основные факторы волнообразования, полностью развитое волнение. Разгон волнения. Дисперсия, береговая рефракция. Спектры волнения, гравитационный интервал спектра. Оценка волнения в баллах.</i>	2 ак. ч.	1. <i>Дисперсия поверхностных волн. Рефракция. 1 ак. ч.</i> 2. <i>Спектры волнения. Волновое течение. 1 ак. ч.</i>	Волны в океане. 4 ак. ч.	Об, ДЗ
	3	Океаническая турбулентность	<i>Основные механизмы генерации турбулентности в океане. Особенности океанической турбулентности (влияние стратификации, тонкая структура, перемежаемость, "взрывной" характер генерации). Число Ричардсона. Спектры океанической турбулентности (Колмогорова-Обухова, Болджиано-Обухова).</i>	2 ак. ч.	1. <i>Характерные масштабы турбулентных пульсаций. Стратификация и число Ричардсона. Спектры турбулентности. 2 ак. ч.</i>	Турбулентность в океане. 4 ак. ч.	Об, ДЗ, КР
3. Технические методы и средства исследования океана	1	Методы и средства измерения основных физических параметров вод и дна.	<i>СТД-зонды. Автономные и буксируемые аппараты, буйковые и донные станции. Дистанционные и космические методы наблюдений.</i>	1 ак. ч.	1. <i>Виды СТД-зондов и подводных аппаратов, особенности их применения. 1 ак. ч.</i>	Методы и средства измерения основных физических параметров вод и дна. 2 ак. ч.	Об
	2	Гидроакустические средства исследования океана	<i>Эхолоты, лаги, гидролокаторы бокового обзора и др. Акустическая томография океана. Акустический мониторинг океана.</i>	1 ак. ч.	1. <i>Лучевая и модовая акустическая томография океана. 1 ак. ч.</i>	Гидроакустические средства исследования океана. 2 ак. ч.	Об

Предусмотрены следующие формы текущего контроля успеваемости.

1. Домашнее задание (ДЗ);
2. Контрольная работа (КР);
3. Коллоквиум (К);
4. Обсуждение (Об).

9. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

1. Обязательная дисциплина.
2. Вариативная часть, блок профессиональной подготовки, дисциплина магистерской программы.
3. Курс связан с рядом дисциплин, преподаваемых на физическом факультете. К началу изучения курса студент должен владеть знаниями общей физики, основ геофизики, механики сплошных сред, теоретической механики, теоретических основ акустики, с которыми он методически связан.
 - 3.1. Дисциплины, которые должны быть освоены для начала освоения данной дисциплины: общая физика, основы геофизики, механика сплошных сред, теоретическая механика, введение в акустику, теоретические основы акустики.
 - 3.2. Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее: «Акустика океана. Общая гидроакустика», «Акустика океана. Статистическая гидроакустика», «Гидроакустические измерения», отчасти «Обратные задачи акустики».

10. Образовательные технологии

Изложение в основном ведётся традиционным способом (с использованием фломастеров, мела и доски), постоянно используется, кроме того, батиметрическая карта Мирового океана. Отдельные явления иллюстрируются с использованием крупноформатных фотографий. Во время проведения коллоквиума проводится общая дискуссия по темам соответствующих разделов курса.

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Примерный список вопросов для проведения текущей и промежуточной аттестации:

Основные физические параметры вод и дна океана.

Уравнение состояния морской воды (общий вид).

Температура максимальной плотности и температура замерзания морской воды.

Вертикальная стратификация вод океана.

Характерные профили температуры и солёности в различных районах океана.

(T,S)-кривые.

Частота Вьяйсяля-Брента, ее физический смысл.

Поверхностное волнение. Общая характеристика, дисперсионное соотношение для капиллярно-гравитационных волн с учётом глубины моря.

Гравитационные волны на мелкой воде. Береговая рефракция.

Синоптические вихри в океане (ринги, вихри открытого океана, вихревые линзы).

Фронтальные зоны и фронты в океане: классификация, гидрологические характеристики.

Главные квазистационарные фронты климатического происхождения.

Элементарная система течений в океане (по Экману). Геострофические течения.

Срединно-океанические хребты, рифтовые долины, трансформные разломы.

Аккреция и спрединг дна океана, субдукция. Скорости спрединга.

Волны на поверхности океана. Разгон волнения, спектры волнения. Оценка волнения в баллах.

Волновое течение.

Вертикальные движения вод (апвеллинг, даунвеллинг), физические причины их возникновения. Основные апвеллинги и даунвеллинги Мирового океана.

Примерный список заданий для проведения текущей и промежуточной аттестации:

Вычислить скорость и указать направление дрейфового течения на заданной глубине при заданной скорости течения на поверхности.

Рассчитать частоту Вьяйсяля-Брента для заданной гидрологии.

Изобразить направления действия основных сил и направления течения для случая геострофического течения.

Изобразить (T,s) -кривую для заданной гидрологии.

Найти скорость распространения поверхностных гравитационных волн для заданной длины волны.

Изобразить схему береговой рефракции поверхностных волн.

Найти скорость волнового течения для заданной высоты поверхностных волн.

Записать общий вид уравнения состояния морской воды.

Изобразить сечение и разрез типичного синоптического вихря океана и указать характерные размеры, поступательные и вращательные скорости.

Изобразить типичные профили температуры вод океана для полярных районов, умеренных и низких широт.

Указать характерные значения градиентов основных гидрологических характеристик во фронтальных зонах различных масштабов.

Найти средний градиент температуры между климатически устойчивыми экстремумами температуры вод Мирового океана.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

12.1. При изучении курса основное внимание следует уделять физическим механизмам изучаемых явлений, их связи с другими океанологическими и акустическими явлениями и процессами в океане, типичным значениям основных величин, характеризующих процесс или явление, вопросам практического значения изучаемых явлений в океане.

12.2. Литература

Основная литература

1. Иванов В.А., Показеев К.В., Шрейдер А.А. Основы океанологии. – СПб: Издательство «Лань», 2008.
2. Анисимова Е.П., Показеев К.В. Введение в физику гидросферы. – М.: Физический факультет МГУ, 2002.
3. Нешиба С. Океанология (пер. с англ.). - М.: Мир, 1991.
4. Жуков Л.А. Общая океанология. - Л.: Гидрометеиздат, 1976.
5. Монин А.С., Корчагин Н.Н. Десять открытий в физике океана. – М.: Научный мир, 2008.
6. Бреховских Л.М. Океан и человек. Настоящее и будущее. – М.: Наука, 1987.
7. Монин А.С., Каменкович В.М., Корт В.Г. Изменчивость Мирового океана. - Л.: Гидрометеиздат, 1974.
8. Конюхов А.И. Геология океана. - М.: Наука, 1989.
9. Каменкович В.М., Кошляков М.Н., Монин А.С. Синоптические вихри в океане. - Л.: Гидрометеиздат, 1987.

13. Материально-техническое обеспечение

13.1. Помещения - учебная аудитория. Лекционные и семинарские занятия по дисциплине проводятся в соответствии с требованиями к материально-техническим условиям реализации ООП (п.5.3. образовательного стандарта МГУ по направлению подготовки «Физика»). Аудиторный фонд для проведения учебных занятий включает достаточное количество аудиторий для проведения лекций и семинарских занятий с количеством посадочных мест не менее 12 в каждой аудитории.

13.2. Оборудование – доска, фломастеры или мел.

13.3. Иные материалы. Батиметрическая карта Мирового океана (имеется на кафедре акустики). Крупноформатные цветные фотографии.

**Специализированные компетенции профильной направленности обучения
(специализированные компетенции магистерской программы)**

М-СПК-1	Способность свободно владеть профессиональными знаниями об океанологических объектах, влияющих на условия распространения звуковых волн и на акустические поля в океане, необходимыми для решения научно-исследовательских и научно-инновационных задач физики и акустики океана; способность организовывать и планировать акустико-океанологические исследования, ставить конкретные задачи научных исследований в области акустической океанологии, решать их с помощью современных математических методов, аппаратуры, оборудования и информационных технологий и оформлять их результаты в виде научных отчётов, статей и докладов.
---------	---