

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Физические основы процессов в водной среде»

Направление подготовки 17.03.01 – Корабельное вооружение

Направленность (профиль) – Морские информационные системы и оборудование
Квалификация(степень) – Бакалавр



Санкт–Петербург
2018

Рекомендована Учёным советом Ин-та ИС и ГТ РГГМУ
(Протокол №__ от __ _____ 2018 г.)

Составил: Царев Валерий Анатольевич, заведующий кафедрой океанологии РГГМУ
Рецензент:

© Царев Валерий Анатольевич, 2018.
© РГГМУ, 2018.

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов комплекса научных знаний о физических основах динамических процессов в океане на базе результатов современных теоретических и экспериментальных исследований.

Основные задачи состоят в изучении материала, дающего четкое представление о физической сущности указанных процессов, о геофизических механизмах их формирования, о методах их математического описания и расчета, а также о требованиях, которые должны предъявляться к методам их экспериментального исследования.

Дисциплина изучается по программе подготовки бакалавриата в Институте информационных систем и геотехнологий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физические основы процессов в водной среде» является дисциплиной по выбору и относится к вариативной части дисциплин подготовки бакалавров по направлению 17.03.01 «Корабельное вооружение» Для полноценного усвоения дисциплины бакалаврам необходимо иметь знания по предметам «Физика», «Математика», «Вычислительная математика», «Гидродинамика», «Геофизическая гидродинамика», «Общая океанология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-2	готовность участвовать в разработке средств морской оборонной техники
ПК-12	готовность участвовать в технологической проработке морской оборонной техники
ПК-1	готовность участвовать в экспериментальных исследованиях по определению тактических, технических и эксплуатационных характеристик морского подводного оружия, корабельного вооружения и морской техники, включая использование готовых методик, технических средств и оборудования, а также обработку полученных результатов
ПК-2	способность применять методы организации и проведения диагностирования, исследования и испытаний морской техники современными техническими средствами
ПК-4	готовность участвовать в научных исследованиях основных объектов, связанных с конкретной областью специальной подготовки

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Физические основы процессов в водной среде» обучающийся должен:

Знать: физические причины формирования и закономерности развития динамических процессов в океане, основные методы их описания, анализа и расчета.

Уметь: провести наблюдение динамического явления в океане, выполнить расчет необходимых характеристик и параметров, проанализировать, интерпретировать и критически оценить полученные результаты, использовать их в оперативной и научной работе.

Владеть: методами математического моделирования основных океанологических процессов.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области

				объектов анализа	
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

*Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий
в академических часах)*

Год набора: 2015,2016,2017, 2018 г, очная форма обучения;

Объём дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	54
в том числе:	
лекции	18
практические занятия	18
семинарские занятия	18
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	18
в том числе:	
курсовая работа	
контрольная работа	
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	Зачет

4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения
Год набора:2015,2016,2017, 2018 г.

№ 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	Общая характеристика волновых движений в океане	7	2	4	2	Устный опрос	2	ОПК-2
2	Динамика поверхностных волн	7	2	4	2	Устный опрос	2	ОПК-2, ПК-12
3	Приливные волны	7	2	4	2	Устный опрос	2	ПК-1, ПК-4
4	Динамика волн цунами и штормовых нагонов	7	2	4	2	Устный опрос	2	ОПК-2

5	Внутренние волны	7	2	4	2	Устный опрос	2	ПК-2, ПК-4
6	Градиентно-вихревые волны	7	2	4	2	Устный опрос	2	ПК-1, ПК-2
7	Закономерности формирования и теория крупномасштабной циркуляции в океане	7	2	4	2	Устный опрос	2	ОПК-2, ПК-4
8	Фронты в океане	7	2	4	2	Устный опрос	2	ПК-12, ПК-4
9	Дрейф льда	7	2	4	2	Устный опрос	2	ОПК-2, ПК-1
	ИТОГО		18	36	18			

Заочная форма обучения
Год набора:2014,2015,2016,2017г.

Не предусмотрена.

4.2. Содержание разделов дисциплины

Общая характеристика волновых движений в океане

Основные физические характеристики волновых движений: фазовая и групповая скорость, частотная и амплитудная дисперсия, дисперсионные соотношения и дисперсионные кривые. Виды возмущающих и восстанавливающих сил. Источники и стоки энергии волновых движений, Различные классификации океанских волновых движений. Основные допущения при формулировке гидродинамических волновых задач.

Динамика поверхностных волн

Баротропные гравитационные волны без обмена энергией с окружающей средой. Волны малой амплитуды. Постановка задачи и метод ее решения. Дисперсионное соотношение для волн в море конечной глубины. Анализ выражений для волнового смещения поверхности, волнового давления, составляющих орбитальной скорости частиц воды, фазовой и групповой скорости. Переход от общих результатам к случаям мелкого моря и моря бесконечной глубины (длинных и коротких волн). Прогрессивные, стоячие и смешанные волны.

Гравитационно-капиллярные и капиллярные волны. Учет силы поверхностного натяжения. Число Бонда. Аномальность дисперсии в капиллярных волнах и ее следствия. Нижние пределы фазовой и групповой скорости и их значение для начального этапа генерации ветрового волнения.

Волны конечной амплитуды. Различные параметры нелинейности в случае коротких и длинных волн. Основные эффекты, обусловленные нелинейностью. Деформация линейного монохроматического решения. Волновое течение. Амплитудная дисперсия. Взаимное уравнивание эффектов нелинейности и дисперсии, стационарное решение в форме уединенной волны (солитона). Аномальные волны-убийцы.

Энергетические характеристики океанских волн. Поверхностная плотность волновой энергии, ее распределение в волнах различного типа. Поток волновой энергии, ее активная и реактивная составляющие. Уравнение баланса волновой энергии.

Морские волны в зоне прибрежного мелководья. Прибрежная рефракция волн, методы ее расчета. Разрушение волн при опрокидывании. Различные виды опрокидывания. Прибой. Влияние волн а прибрежные колебания уровня и на картину прибрежной циркуляции.

Спектральное описание морского волнения. Различные виды спектров, связь между ними. Частотный спектр, его важнейшие свойства. Универсальный спектр полностью развитого ветрового волнения в открытом океане и прибрежной зоне. Аппроксимация универсального спектра. Равновесный интервал. Связь между спектральными и статистическими характеристиками морского волнения.

Генерация, развитие и затухание ветровых волн. Взаимодействие взволнованной морской поверхности с турбулентным воздушным потоком. Роль пульсаций атмосферного давления. Резонансные эффекты и обратное влияние волн на воздушный поток. Перераспределение энергии по спектру и его эволюция. Образование и эволюция зыби.

Приливы

Астрономические причины приливов. Характер приливообразующих сил, способы их описания. Статическая теория приливов в мировом океане и в замкнутых бассейнах, ее противоречия. Динамическая природа океанских приливов, их энергетическое взаимодействие с системой Земля-Луна-Солнце.

Теория формирования приливных явлений в замкнутых и открытых бассейнах. Приливные уравнения Лапласа. Каналовая теория приливов. Решение Ламба для замкнутого бассейна. Собственный и соколебательный приливы. Формирование приливов в заливах и окраинных морях. Роль отражения и излучения энергии на границах бассейнов. Гидродинамический импеданс и волновое сопротивление. Деформация приливной волны при изменении сечения бассейна. Резонансные свойства бассейнов. Добротность, Собственные периоды и моды океанских и морских бассейнов.

Влияние вращения Земли на приливные волны в бассейнах различного типа. Волны Кельвина, Свердрупа и Пуанкаре. Амфидромические системы, обусловленные геострофическими эффектами и интерференцией приливных волн. Вращающиеся приливные течения. Соотношения между колебаниями уровня и приливными течениями. Затухание приливных волн под влиянием трения, деформация амфидромических систем. Совместное влияние силы Кориолиса и трения на вертикальную структуру приливного потока. Турбулентный пограничный слой в приливном потоке. Приливы в море, покрытом льдом. Нелинейные эффекты в мелководных районах. Деформационные и комбинационные обег-гармоники. Приливы в устьях рек.

Энергетика приливов. Уравнения баланса приливной энергии. Работа приливообразующих сил. Энергообмен с упругим океанским дном. Горизонтальный перенос приливной энергии и ее диссипация. Активная и реактивная мощность энергетических потоков, «чистый» поток энергии. Баланс приливной энергии для Мирового океана и отдельных морей. Циркуляция приливной энергии в океанских и морских бассейнах.

Исследование приливов с помощью методов структурного анализа. Кинематические характеристики и их связь со структурой приливных колебаний. Методы кинематического анализа. Гидродинамическое моделирование приливов. Одномерные, двумерные и трехмерные численные приливные модели. Прогностическое моделирование. Граничные условия и проблема открытой границы.

Динамика волн цунами и штормовых нагонов

Генерация волн цунами подвижкой и деформацией дна. Излучение волн из очага. Зависимость параметров излучаемой волны от характера исходного возмущения. Основные закономерности распространения и трансформации волн цунами в океане, влияние дисперсии, нелинейности и диссипации энергии. Волноводные эффекты подводных хребтов. Трансформация волн цунами в прибрежной зоне. Резонансные свойства шельфа. Прибрежный захват энергии волн цунами. Заливание сухого берега. Моделирование волн цунами. Проблема цунами-районирования.

Теория штормовых нагонов. Возбуждение длинной волны штормового нагона возмущением

атмосферного давления, возможность резонансного усиления волны движущимся циклоном. Аналитические и численные модели штормовых нагонов на основе теории мелкой воды. Проблема Санкт-Петербургских наводнений. Соотношение между длинноволновым и чисто нагонным эффектами. Взаимодействие штормовых нагонов с приливами.

Внутренние волны

Волновые движения водных частиц в устойчиво стратифицированной сплошной среде. Возникновение реальных внутренних волн в океане, их параметры. Частота плавучести, ее типичные вертикальные профили.

Теория гравитационных внутренних волн в двухслойном море. Дисперсионное соотношение Стокса. Баротропная и внутренняя моды, их свойства. Длинные и короткие внутренние волны, кинематика их движений. Разрыв горизонтальной скорости на внутренней поверхности раздела. Многослойные модели и соответствующие им внутренние моды. Применимость условия «твердой крышки». Гравитационные внутренние волны в непрерывно стратифицированном океане. Дисперсионное уравнение. Роль частоты плавучести и критерии существования внутренних волн. Возможность модового и лучевого описания внутренних волн. Важнейшие свойства волновых лучей, соотношения между характеристиками вектора волнового числа, фазовой и групповой скоростью. Вертикальная рефракция волновых лучей. Особенности отражения внутренних волн от наклонного дна. Нелинейные внутренние волны и их взаимодействие с поверхностными волнами. Спектр Гаррета-Манка. Методы расчета характеристик внутренних волн.

Внутренние приливные волны, механизм их генерации и вырождения. Учет силы Кориолиса. Внутренние волны Кельвина и Свердрупа. Зоны генерации внутренних приливных волн в Мировом океане.

Градиентно-вихревые волны

Потенциальный вихрь. Планетарный вихрь и его горизонтальный градиент. Волны Россби. Топографические волны. Захват волновой энергии в пограничных областях и образование пограничных волн. Краевые волны. Волны континентального шельфа. Условия для резонансного усиления шельфовых волн. «Двухтактный механизм» диссипации приливной энергии шельфовыми волнами.

Закономерности формирования и теория крупномасштабной циркуляции в океане

Классификация неперiodических течений по пространственно-временным масштабам. Упрощение системы уравнений термогидродинамики для крупномасштабных течений. Динамические области в океане (внутренняя и экваториальная) и пограничные слои (верхний и нижний экмановские; прибрежный).

Свободные колебания полного потока в безбрежном океане. Приспособление полного потока к постоянной внешней силе. Приспособление полного потока к вращающейся с постоянной угловой скоростью внешней силе. Инерционное приспособление. Геострофическое приспособление. Вязкое приспособление.

Вывод уравнения вихря в рамках традиционной теории полных потоков. Формирование завихренности под влиянием различных факторов: неоднородности рельефа дна в направлении потока, неоднородности рельефа дна, β -эффекта, ротора касательного напряжения трения, совместного влияния ветра и рельефа дна, бароклинного трения, совместного влияния бароклинности и рельефа дна.

Вывод уравнения стационарной интегральной циркуляции. Формирование стационарной интегральной циркуляции под влиянием следующих факторов: неоднородности рельефа дна в направлении потока, неоднородности рельефа дна в направлении поперек (по ширине) потока, β -эффекта, ротора касательного напряжения трения, совместного влияния ветра и рельефа дна, бароклинного трения, совместного влияния бароклинности и рельефа дна.

Диагностические методы расчета стационарной интегральной циркуляции. Метод функции полных потоков. Метод возмущения уровня свободной поверхности. Метод придонного давления. Примеры формирования интегральной циркуляции под влиянием особенностей рельефа дна и внешних факторов.

Основные уравнения динамики двухслойного океана. Баротропная мода. Бароклинная мода. Инерционное приспособление бароклинной моды. Геострофическое приспособление бароклинной моды. Вязкое приспособление бароклинной моды.

Специфика течений в экваториальной области океана
е-эффект; ширина экваториальной области. Структура течений. Экваториальные подповерхностные противотечения - яркая особенность динамики вод в этом районе океана. Теории экваториальных течений и противотечений.

Фронты в океане

Фронты, как элемент динамики океана. Представления о физической природе океанических фронтов. Крупномасштабные квазистационарные фронты. Фронты синоптического характера. Фронты локального происхождения. Деформационные поля скорости в океане как основной механизм генерации фронтальных явлений. Выход пикноклина на поверхность в результате локального апвеллинга; неравномерное вертикальное перемешивание охлаждения или нагревания в сочетании с резкими изменениями уклона дна, особенно в прибрежных районах. Поверхностные интрузии пресной и холодной воды, глубинные интрузии теплых солёных вод, формирование струйных течений в связи с донной топографией и конфигурацией берегов. Моделирование океанических фронтов и разделов. Постановка задачи о фронтогенезе в океане. Полугеострофическое приближение. Двумерная линейная модель. Основные результаты. Нелинейные двумерные модели. Метод контурной динамики как эффективное средство для исследования нелинейного этапа эволюции завихренности на фронтах. Изучение фронтогенетического эффекта конвергентных дрейфовых течений. Моделирование процессов фронтогенеза, локальной динамики (стационарного режима) и фронтолиза.

Вихри в океане

Общие сведения о вихревых образованиях в океане. Синоптические вихри; их пространственно-временные масштабы. Кинематические и энергетические характеристики. ч Вихри-ринги; вихри открытого океана; одиночные вихри-волны. Основные механизмы генерации синоптических вихрей в океане. Теории синоптических вихрей в океане. Модели топографических вихрей. Столбы Тейлора и конусы Хогга. Теория бароклинной неустойчивости крупномасштабной циркуляции как одного из вихрегенирующего механизма. Вихреразрешающие модели циркуляции. Основные результаты. Преобразование энергии в течениях разных масштабов. Эффект «отрицательной» вязкости в циркуляции вод. Проблема параметризации вихрей при моделировании с крупномасштабными течениями. Мезомасштабные вихри в океане. Грибовидные структуры течений в приповерхностном слое. Их кинематические характеристики. Роль локального импульса и стратификации вод грибовидных течений. Основные результаты лабораторных экспериментов. Принципы гидродинамического моделирования грибовидных структур. Внутритермоклинные вихри. Их характеристики и возможные механизмы образования.

Дрейф льда

Силы, влияющие на движение льда. Уравнение, описывающее движение одиночной льдины. Стационарный и нестационарный дрейф льдины. Зависимость дрейфа от размера льдины. Закономерности дрейфа совокупности льдин, взаимосвязь концентрации и дрейфа льдин. Уравнения дрейфа льдов переменной концентрации. Закон сохранения массы ледяного покрова. Внутренние напряжения в ледяном покрове, возникающие при дрейфе, их влияние на скорость дрейфа. Методы расчета дрейфа и перераспределения массы льда. . Особенности приливного дрейфа льда, его моде-

лирование. Влияние термического изменения толщины и концентрации льда на характер его дрейфа. Методы расчета состояния морского ледяного покрова.

4.3 Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Расчет групповых волн.	лаб.	ОПК-2
2	2	Расчет вертикального профиля волновых характеристик.	лаб.	ОПК-2, ПК-4
4	3	Расчет характеристик волн Пуанкаре.	лаб.	ПК-1, ПК-4
5	3	Расчет характеристик квазигеострофических волн.	лаб.	ПК-1, ПК-4
5	4	Волны Россби.	лаб.	ОПК-2, ПК-12
6	4	Длинные внутренние волны в двухслойном море.	лаб.	ОПК-2, ПК-12
7	7	Расчет геострофического приспособления к возмущению уровня моря	лаб.	ПК-1, ПК-2
8	7	Расчет формирования завихренности при движении потока над неоднородным рельефом дна	лаб.	ПК-1, ПК-4
9	7	Расчет стоковой интегральной циркуляции	лаб.	ОПК-2, ПК-12

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

5.1 Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе изучения каждой темы дисциплины и по окончании каждого раздела в сроки, предусмотренные графиком учебного процесса на текущий год. Система, сроки и виды контроля доводятся до сведения каждого студента в начале занятий по дисциплине. В рамках текущего контроля оцениваются все виды работы студента, предусмотренные учебной программой по дисциплине.

Формами текущего контроля являются:

- экспресс-опрос (проводится после каждой лекции во вступительной части практического занятия);
- собеседования (коллоквиум, индивидуальный опрос) по теме занятия;
- проверка отчётов по выполнению лабораторных работ, собеседование по теоретической части лабораторных работ (защита лабораторных работ).

Текущий контроль проводится в период аудиторной и самостоятельной работы студентов в установленные сроки по расписанию.

а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

не планируется

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

Не предусмотрены.

5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы

(Указываются темы эссе, рефератов, курсовых работ и др. Приводятся контрольные вопросы и задания для проверки текущего контроля, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины)

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубления полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Самостоятельная работа предусматривает, как правило, выполнение вычислительных работ, графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям.

Работа с литературой предусматривает самостоятельное изучение теоретического материала, разработку рефератов и других творческих заданий.

При самостоятельной работе над разделами дисциплины, при выполнении практических работ, при подготовке к тестам, дискуссиям и к промежуточному контролю студент должен изучить соответствующие разделы основной и вспомогательной литературы по дисциплине, а также использовать указанные в перечне интернет-ресурсы.

В процессе самостоятельной учебной деятельности формируются умения: анализировать свои познавательные возможности и планировать свою познавательную деятельность; работать с источниками информации: текстами, таблицами, схемами; анализировать полученную учебную информацию, делать выводы; анализировать и контролировать свои учебные действия; самостоятельно контролировать полученные знания.

5.3. Промежуточный контроль: зачет

(Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины)

Зачет после 7 семестра. **К зачету допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.** Зачет проходит в виде устного опроса по билетам. (

5.3 Перечень вопросов к зачету

1. Уравнения движения и неразрывности в дифференциальной форме
2. Уравнение прогрессивной волны
3. Уравнение движения в форме Буссинеска
4. Волновое число, угловая частота, фазовая скорость волны
5. Уравнение движения в гидростатическом приближении
6. Групповая фазовая скорость
7. Уравнения движения и неразрывности в интегральной форме
8. Групповое волновое число
9. Уравнение динамики поверхностных гравитационных волн.
10. Групповая угловая частота
11. Волновое возмущение давления поверхностных гравитационных волн
12. Траектория волнового движения частицы жидкости в глубоком море
13. Волновое возмущение продольной составляющей скорости поверхностных гравитационных волн
14. Траектория волнового движения частицы жидкости в мелком море
15. Волновое возмущение вертикальной составляющей скорости поверхностных гравитационных волн
16. Совместные графики волновых возмущений уровня и давления

17. Фазовая скорость поверхностных гравитационных волн
18. Совместные графики волновых возмущений уровня и продольной составляющей скорости
19. Уравнение динамики поверхностных капиллярно-гравитационных волн
20. Совместные графики волновых возмущений уровня и вертикальной составляющей скорости
21. Волновое возмущение давления поверхностных капиллярно-гравитационных волн
22. Совместные графики волновых возмущений продольной и вертикальной составляющих скорости
23. Волновое возмущение продольной составляющей скорости поверхностных капиллярно-гравитационных волн
24. Совместные графики волновых возмущений давления и вертикальной составляющей скорости
25. Волновое возмущение вертикальной составляющей скорости поверхностных капиллярно-гравитационных волн
26. Совместные графики волновых возмущений давления и продольной составляющей скорости
27. Фазовая скорость поверхностных капиллярно-гравитационных волн
28. Вертикальное распределение амплитуды волнового возмущения давления в глубоком и мелком морях
29. Уравнение движения волн Пуанкаре
30. Вертикальное распределение амплитуды волнового возмущения продольной составляющей скорости в глубоком и мелком морях
31. Волновое возмущение продольной составляющей скорости волн Пуанкаре
32. Вертикальное распределение амплитуды волнового возмущения вертикальной составляющей скорости в глубоком и мелком морях
33. Волновое возмущение поперечной составляющей скорости волн Пуанкаре
34. График фазовой скорости капиллярных гравитационных волн в зависимости от длины волны
35. Волновое возмущение уровня волн Пуанкаре
36. Поведение вектора скорости в инерционных колебаниях
37. Инерционные колебания
38. Поведение вектора скорости течений в волнах Пуанкаре
39. Волновое возмущение продольной составляющей скорости квазигеострофических волн
40. Пространственно-временная изменчивость возмущения уровня в квазигеострофических волнах
41. Волновое возмущение поперечной составляющей скорости в квазигеострофических волнах
42. Пространственно-временная изменчивость возмущения продольной составляющей скорости течений в квазигеострофических волнах
43. Волновое возмущение уровня в квазигеострофических волнах
44. Траектория движения частицы жидкости в инерционных колебаниях
45. Стоячие волны Пуанкаре
46. Пространственно-временная изменчивость скорости течений в волнах Россби
47. Волны Россби
48. Распределение вдоль меридиана, обращенного к Луне, приливообразующей силы.
49. Топографические волны Россби
50. Стоячие волны
51. Уравнение формирования топографической завихренности
52. Фазовая скорость бароклинной внутренней волны
53. Уравнения движения и неразрывности внутренних волн
54. Соотношения между возмущениями морской поверхности и плотностной границы для баротропной моды
55. Фазовая скорость баротропной моды
56. Соотношения между возмущениями морской поверхности и плотностной границы для баротропной моды
57. Фазовая скорость бароклинной моды
58. Соотношения между скоростями течений в слоях для баротропной моды

59. Уравнение движения и неразрывности для бароклинной моды
 60. Соотношения между скоростями течений в слоях для баротропной моды

Образцы билетов к экзамену

Экзамен не предусмотрен

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

(обязательно включаются издания, представленные в ЭБС университета) Динамика океана. Учебник под ред. 1. Ю. П. Доронина. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. - Электронный ресурс. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-428164452.pdf

2. Практикум по динамике океана. Под ред. А. В. Некрасова, Е. Н. Пелиновского. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. - Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417162231.pdf

3. Давидан И. Н., Лопатухин Л. И. Ветровое волнение в Мировом океане. Учебное пособие. – СПб.: СПГУ, 2004

б) дополнительная литература:

1. Некрасов А. В. Энергия океанских приливов. – Л.: Гидрометеиздат, 1990.

2. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. – М.: Мир, 1986.

3. Коняев К. В., Сабинин К. Д. Волны внутри океана. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- Электронный ресурс. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-428164452.pdf

- Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417162231.pdf

- Электронно-библиотечная система: Znanium – <http://znanium.com/catalog.php>

- Электронно-библиотечная система: ГидроМетеоОнлайн – <http://elib.rshu.ru>

- Электронный ресурс: <https://www.met.ed.ucar.edu/>

- Электронный ресурс: <http://www.atm.ox.ac.uk/main/>

- Электронный ресурс: <http://eaps-www.mit.edu/paoc/>

- Электронный ресурс: <http://journals.ametsoc.org/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(По каждому виду учебной работы, предусмотренной рабочим учебным планом: лекции, практические, семинарские или лабораторные занятия, самостоятельная работа студента, текущий и промежуточный контроль)

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки основных дефиниций, 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	Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя.

занятия	<p>давателя 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. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную тетрадь. 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.</p>
Лабораторная работа	<p>Лабораторные занятия имеют целью практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемой дисциплины, овладение ими техникой экспериментальных исследований и анализа полученных результатов, привитие навыков работы с лабораторным оборудованием, контрольно-измерительными приборами и вычислительной техникой. По выполнению лабораторной работы студенты представляют отчет и защищают его. Защищенные отчеты студентов хранятся на кафедре до завершения изучения дисциплины.</p>
Внеаудиторная работа	<p>Представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – самостоятельное изучение разделов дисциплины; – подготовка к выполнению лабораторных работ, выполнение вычислительных и графических заданий к лабораторным работам, подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; – выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий; – подготовку рефератов, сообщений и докладов.
Подготовка к экзамену, зачету	<p>Зачет служит формой проверки выполнения студентами лабораторных и контрольных работ, усвоения материала практических занятий. 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.</p> <p>Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий</p> <p>К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы и сдавшие зачет по данной дисциплине, предусмотренный в текущем семестре.</p>

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
Динамика поверхностных волн	Лекция, семинар, лаб.	MS Office
Динамика волн цунами и штормовых нагонов		
Внутренние волны		
Градиентно-визревые волны		Lazarus- открытая среда разработки программного обеспечения на языке Object Pascal
Приливные волны		
Закономерности формирования и теория крупномасштабной циркуляции в океане		
Фронты в океане		
Дрейф льда		

9. 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.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. **Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа** – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мелованной доской и учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).
2. **Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации
3. **Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.
4. **Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации** - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими 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