

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра океанологии

Рабочая программа по дисциплине

**ДИНАМИКА ОКЕАНА**

Основная профессиональная образовательная программа  
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

**05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»**

Направленность (профиль):  
**Прикладная океанология**

Квалификация:  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная/заочная**

Согласовано  
Руководитель ОПОП  
«Прикладная океанология»

 Царев В.А.

Утверждаю  
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением  
Учебно-методического совета  
11 06 2019 г., протокол № 7

Рассмотрена и утверждена  
на заседании кафедры  
6 06 2019 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Лукьянов С.В.

Авторы-разработчики:  
Царев В.А.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов комплекса научных знаний о динамических процессах 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.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВПО

Дисциплина «Динамика океана» включена в ООП, является обязательной дисциплиной и относится к вариативной части дисциплин подготовки бакалавров по направлению 05.03.05 «Прикладная гидрометеорология, профилю «Прикладная океанология». Особенностью дисциплины является ее принадлежность как к системе географических наук, поскольку гидросфера является неотъемлемой частью географической оболочки Земли, так и к системе геофизических наук, поскольку она широко применяет методы математики, физики, математического и физического моделирования. Для полноценного усвоения дисциплины бакалаврам необходимо иметь знания по предметам «Физика», «Математика», «Вычислительная математика», «Гидродинамика», «Геофизическая гидродинамика», «Общая океанология», «Физика океана», «Взаимодействие океана и атмосферы», Дисциплина «Динамика океана» создает необходимую базу для успешного изучения других дисциплин по профилю «Прикладная океанология» при обучении в магистратуре.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс обучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенции:

*ОПК-1* способностью представить современную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук, физики и математики;

*ОПК-3* способностью анализировать и интерпретировать данные натуральных и лабораторных наблюдений, теоретических расчетов и моделирования;

*ОПК-4* способностью давать качественную оценку фактов, явлений и процессов, происходящих в природной среде, возможных рисков и ущербов при наступлении неблагоприятных условий);

*ПК-4* способностью к решению гидрометеорологических задач, достижению поставленных критериев и показателей;

*ПК-5* способностью реализации решения гидрометеорологических задач и анализа полученных результатов;

*ППК-1*- готовность применять профессиональные знания для обеспечения потребителей фактической морской гидрометеорологической информацией

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Динамика океана» 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.

**Иметь представление** о методах математического моделирования основных океанологических процессов.

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

**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам  
обучения и критериям их оценивания**

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное о			
	1.	2.	3.	4.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками источниками и критической
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевые в ее связи с другими процесс
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных категорий
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить, но испытывает сложности с и практической привязкой
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия конкретной 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 современной заданной области анализа, владеет подходами к их решению
	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 анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает в описании сложных объектов
	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 области анализа, способен их сопоставить

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

##### 4.1. Структура дисциплины

###### Очное обучение

№ 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 Лабораг. Практич.	Самост. работа			
1	Общая характеристика волновых движений в океане	7	2	4	12			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
2	Динамика поверхностных волн	7	4	8	14			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
3	Приливные волны	7	4	8	14			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
4	Динамика волн цунами и штормовых нагонов	7	2	4	12			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
5	Внутренние волны	7	4	8	12			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
6	Градиентно-вихревые волны	8	2	4	12			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
7	Закономерности формирования и теория крупномасштабной циркуляции в океане	8	4	8	14			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
8	Фронты в океане	8	2	4	14			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
9	Вихри в океане	8	2	4	14			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
10	Дрейф льда	8	2	4	12			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
	<b>ИТОГО</b>		28	56	132			

###### Зачное обучение

№ 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	курсовой проект		
1	Общая характеристика волновых движений в океане	7	4	8				ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
2	Динамика поверхностных волн	7	4	10				ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
3	Приливные волны	7	4	10				ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
4	Динамика волн цунами и штормовых нагонов	7	4	10				ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
5	Внутренние волны	7	4	10				ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
6	Градиентно-вихревые волны	8	4	10	2			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
7	Закономерности формирования и теория крупномасштабной циркуляции в океане	8	4	10	2			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
8	Фронты в океане	8	4	10	2			ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
9	Вихри в океане	8	4	10				ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
10	Дрейф льда	8	4	10				ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, Пк-4, ПК-5, ППК-1
	<b>ИТОГО</b>		40	98	6			

Вид учебной дисциплины	Всего часов	Семестр	
Общая трудоемкость дисциплины	216	7	8
Аудиторные занятия	84	7	8
Лекции	28	7	8
Лабораторные работы ( ЛР)	28	7	8
Практические работы	28		
Самостоятельная работа ( СР)	132	7	8
Вид итогового контроля – эзачет		7	
Вид итогового контроля – экзамен			8

#### 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 и 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 Свердруп. 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 непериодических 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. Геоострофическое 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,  $\beta$ -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,  $\beta$ -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. Бароклиновая мода. Инерционное приспособление бароклиновой моды. Геоострофическое приспособление бароклиновой моды. Вязкое приспособление бароклиновой моды.

Специфика течений в экваториальной области океана  $e$ -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. Вихререзающие 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 моделирование. 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	Наименование лабораторных работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Расчет групповых волн.	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
2	2	Расчет вертикального профиля волновых характеристик.	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
3	2	Расчет характеристик длинных волн.	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
4	3	Расчет характеристик волн Пуанкаре.	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
5	3	Расчет характеристик квазигеострофических волн.	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Форма проведения	Формируемые компетенции
6	3	Приливные волны в канале, расположенном вдоль меридиана	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
7	4	Приливные волны в канале, расположенном вдоль параллели.	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
8	4	Волны Россби.	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
9	4	Длинные внутренние волны в двухслойном море.	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
10	4	Короткие внутренние волны в двухслойном море	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
11	5	Расчет инерционных колебаний полного потока	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
12	7	Расчет поведения полного потока под влиянием постоянной внешней силы	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
13	7	Расчет поведения полного потока под влиянием вращающейся с постоянной скоростью внешней силы	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1
14	7	Расчет инерционного приспособления к возмущению уровня моря	лаб.	ОПК1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-4, ПК-5, ППК-1

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

Самостоятельная работа заключается:

- в проработке материала лекций по конспектам и рекомендованной литературе.;

### 5.1 Текущий контроль

(Указывается вид и формы текущего контроля по дисциплине)

отчеты по результатам выполнения домашних заданий

### а) Образцы тестовых и контрольных заданий текущего контроля

не планируется

## б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

не планируется

---

## в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

---

1. Расчет распространения ветрового волнения в мелководной зоне моря по результатам моделирования
  2. Расчет формирования ветровых течений и возмущения уровня моря в Геленджикской бухте. и т.д.
  3. Расчет волн Россби.
  4. Расчет приливных волн в канале.
- 

### 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 заключается:

- в подготовке отчетов по результатам выполнения домашних заданий

В отчете по результатам выполнения домашнего 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/ экзамен

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

### 5.3 Перечень вопросов к зачету

1. Система уравнений длинных волн;

2/ Система уравнений коротких волн;

3. Система уравнений промежуточных волн;

4. Система уравнений модели ветровых течений в море

---

### Образцы билетов к экзамену

1. Уравнение движения в приближении Буссинеска
2. Уравнение движения в гидростатическом приближении
3. Уравнение движения для полных потоков.
4. Уравнение завихренности.

## 6. Учебно методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Динамика океана. Учебник под ред. Ю. П. Доронина. – Л.: Гидрометеиздат, 1980.
2. Практикум по динамике океана. Под ред. А. В. Некрасова, Е. Н. Пелиновского. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992.
3. *Лопатухин Л. И.* Ветровое волнение. 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.

### 6.2. Средства обеспечения освоения дисциплины

а) программное обеспечение для выполнения лабораторных работ и курсовых проектов.

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

1. Лаборатория «Физики океана»
2. Информационно-вычислительный центр