

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра океанологии

Рабочая программа по дисциплине

«Специальные главы физики моря»

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):

**Геоинформационное обеспечение гидрометеорологической и
гидрографической деятельности в Арктике**

Квалификация:

Магистр

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП



Завгородний В.Н.

Утверждаю

Председатель УМС



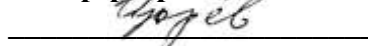
Палкин И.И.

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
«24» июня 2021 г., протокол №9

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры «08» июня 2021 г., протокол №6
Зав. кафедрой _____ Лукьянов С.В.



Автор-разработчик:



Царёв В.А.

Санкт-Петербург 2021

Рекомендована учёным советом института гидрологии и океанологии РГГМУ

Составил: Царев Валерий Анатольевич, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры океанологии РГГМУ.

Рецензент: Зимин Алексей Вадимович, канд. физ.-мат. наук, заведующий лабораторией Санкт-Петербургского филиала Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование у студентов комплекса научных знаний о термогидродинамических 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 включена в ООП, является обязательной дисциплиной и относится к вариативной части дисциплин подготовки магистров по направлению 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология». 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: универсальные компетенции:

ОК-1 - способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОК-3 - готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

ОПК-3 - способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ;

ОПК-5 - готовность делать выводы и составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований;

профессиональные компетенции:

ПК-1 – понимание и творческое использование в научной деятельности знаний

фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин;

ПК-3 - умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность

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

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

Уметь применять существующие модели для расчета базовых физических океанологических процессов.

Владеть: методами математического моделирования океанологических процессов.

Иметь представление о современном состоянии изученности основных океанологических процессов и явлений.

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 объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	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 5 зачетных единиц, 180 часов.

4.1. Структура дисциплины

Объем дисциплины	Всего часов	Семестр	
		1	2
Общая трудоемкость дисциплины	180	108	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных занятий) - всего	70	42	28
Лекции	28	14	14
Практические занятия	0	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	42	28	14
Самостоятельная работа (СРС) всего	110	66	44
в том числе			
курсовая работа			
контрольная работа			
контроль		4	36
Вид итогового контроля –		зачет	экзамен

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 Лаборат. Практич.	Самост. работа			
1	Основные уравнения термогидродинамики океана и методы их решения	1	2	8	14	Зачет	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
2	Поверхностные ветровые волны	1	2	8	16	Зачет	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
3	Приливные волны	1	4	8	16	Зачет	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
4	Ветровые колебания уровня	1	4	8	16	Зачет	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
5	Внутренние волны	1	4	3	16	Зачет	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
6	Конвекция в океане	2	2	3	16	Экзамен	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
7	Распространение придонных плотностных потоков	2	4	3	16	Экзамен	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
8	Волновые потоки	2	4	3	16	Экзамен	2	ОК-1, ОК-3,

	влекомых наносов							ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
9	Эволюция нефтяного загрязнения	2	2	3	16	Экзамен	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
10	Термогидродинамика ледяного покрова в океане	2	4	3	16	Экзамен	2	ОК-1, ОК-3, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-3
	ИТОГО	30		30	156		20	

4.2.1 Основные уравнения термогидродинамики океана и методы их решения

Уравнения движения в приближении Буссинеска. Уравнения движения в гидростатическом приближении. Уравнение движения для полных потоков. Уравнение неразрывности. Уравнения переноса соли и тепла. Уравнение состояния. Уравнение баланса энергии турбулентности. Приближения Колмогорова. Решение уравнений движения для полных потоков. Решение уравнений движения в гидростатическом приближении. Решение уравнений движения в приближении Буссинеска. Решение уравнений переноса тепла и соли. Решение уравнения баланса энергии турбулентности.

4.2.2 Поверхностные ветровые волны

Основные уравнения поверхностного ветрового волнения. Приближение коротких волн. Приближение длинных волн. Моделирование трансформации ветрового волнения в области прибрежной мелководной зоны. Основные уравнения, описывающие распространение ветровых волн в прибрежной зоне моря. Особенности задания граничных условий. Расчет поля установившегося ветрового волнения для акватории порта

4.2.3 Приливные волны

Потенциал приливо-образующих сил. Основные составляющие потенциала приливо-образующих сил. Формирование прилива в узких каналах, расположенных вдоль меридиана и параллели. Модель формирования приливов в океане. Исходная система уравнений. Методы конечно-разностного представления уравнений. Моделирование формирования приливов в шельфовом море. Граничные условия. Особенности формирования отраженной приливной волны. Особенности формирования приливов в окраинных морях по результатам моделирования.

4.2.4 Ветровые колебания уровня

Основные механизмы формирования течений и уровня под влиянием ветра. Двухмерные и трехмерные модели. Основные уравнения модели ветровых колебаний уровня и течений. Используемые граничные условия. Методы численной реализации модели. Способы графического представления результатов расчетов. Примеры расчетов ветровых течений и уровня в морях и заливах.

4.2.5 Внутренние волны

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. 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.

4.2.6 Конвекция в океане

Природа конвекции и ее возникновение. Виды конвекции: охлаждения, осолонения, нагревания. Теория свободной ламинарной конвекции нагревания Число Рэлея. Стадии развития конвекции. Характер циркуляции в ячейках конвекции. Конвекция опускания из-за увеличения плотности воды и подъема из-за уменьшения плотности воды.

Гидравлическое и математическое моделирование конвекцию Энергетика конвекции. Турбулентная конвекция. Условия перехода к ней из ламинарной. Методы описания и ее распространение в океане. Конвекция на склоне дна. Конвективные термики и струи.

Внутриводная конвекция, ее природа и распространение в океане. Влияние на океанические процессы.

4.2.7 Распространение плотностных потоков

Природа образования придонных и глубинных вод и их географическое распространение. Особенности полей температуры и солености воды в области распространения придонных и глубинных вод. Внутритермоклинные вихри. Модель распространения придонных вод. Модель распространения глубинных вод. Образование глубинных и придонных вод в области заприпайных полыней.

4.2.8 Волновые потоки влекомых наносов

Основные соотношения, связывающие потоки влекомых наносов с характеристиками поверхностного волнения. Одномерная модель волнового потока влекомых наносов. Моделирование формирования профиля динамического равновесия. Двухмерная модель волновых потоков влекомых наносов. Моделирование заноса гидротехнических сооружений за счет волновых потоков влекомых наносов. Моделирование изменения рельефа морского дна для прибрежного мелководья под влиянием волновых потоков влекомых наносов.

Расчет волновых потоков влекомых потоков. Моделирование формирования рельефа морского дна динамического равновесия.

4.2.9 Эволюция нефтяного загрязнения

Физические характеристики нефти. Основные механизмы трансформации нефтяного загрязнения в море: испарение, эмульгирование, разложение бактериями. Влияние физических характеристик среды на влияющие факторы. Основные режимы распространения нефтяного загрязнения. Распространение нефтяного загрязнения в море под влиянием ветра.

4.2.10 Термогидродинамика ледяного покрова в океане

Общие закономерности изменения толщины льда за счет термических факторов. Уравнение Стефана. Модели роста толщины льда. Учет фазовых переходов в толще морского льда. Влияние снега и потоков тепла между водой и льдом. Температура льда. Таяние льда под воздействием солнечного, атмосферного и океанического тепла. Таяние льда в массивах.

Основные силы, действующие на льдину. Нормальные и касательные напряжения со стороны воздуха и воды. Уравнения движения льдины. Влияние формы и размера льдины на ее дрейф. Дрейф одиночной льдины и айсберга. Концентрация (сплоченность) льда. Математические модели дрейфа льда различной сплоченности. Ледовые сжатия и разрежения. Формирование и разрушение припая.

4.3 Лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Формируемые компетенции
1	1	Уравнение движения и неразрывности для полных потоков	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Формируемые компетенции
2	1	Уравнение переноса тепла и соли.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
3	1	Уравнение движения в гидростатическом приближении.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
4	2	Расчет распространения длинных волн	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
5	2	Расчет распространения коротких волн.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
6	2	Расчет распространения промежуточных волн	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
7	2	Расчет распространения волнения в акватории порта	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
8	3	Расчет приливной волны в канале, расположенном вдоль меридиана	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
9	3	Расчет приливной волны в канале, расположенном вдоль параллели.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
10	3	Расчет приливной волны на шельфе	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
11	3	Расчет приливной волны в шельфовом море	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
12	4	Расчет штормового нагона на шельфе	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
13	5	Расчет бароклинной внутренней моды в двухслойном море	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
14	6	Расчет горизонтальной конвекции вдоль наклонного дна	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
15	7	Расчет распространения придонного плотностного потока в море	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
16	8	Расчет распространения нефтяного загрязнения	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
17	9	Расчет сезонного хода толщины ледяного покрова в	УК-1

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Формируемые компетенции
		море	ОПК-1 ПК-1 ПК-2
18	10	Расчет эволюции ледяного покрова в море	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2

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

Самостоятельная работа заключается:

- в выполнении домашних заданий;

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

1. С помощью модели рассчитать распространения ветрового волнения в мелководной зоне моря по результатам моделирования 2 Проанализировать особенности формирования ветровых течений и возмущения уровня моря в Геленджикской бухте. и т.д.

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

не планируется

в) Примерные темы курсовых работ, критерии оценивания

не планируется

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 состояния 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/экзамен

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

5.3 Перечень вопросов к зачету, экзамену

1. Система уравнений длинных волн; _____
- 2/ Система уравнений коротких волн; _____
3. Система уравнений промежуточных волн; _____
4. Система уравнений модели ветровых течений в море _____

Образцы тестов, заданий к зачету, билетов, тестов, заданий к экзамену

Экзаменационный билет № 1

1. Уравнения движения и неразрывности в приближении Буссинеска
2. Инерционное приспособление.

Экзаменационный билет № 2

1. Уравнение движения в гидростатическом приближении
2. Групповые волны

Экзаменационный билет № 3

1. Уравнение движения для полного потока
2. Инерционные колебания полного потока

Экзаменационный билет № 4

1. Геострофическое приспособление.
2. Прогрессивные и стоячие волны

Экзаменационный билет № 5

1. Вязкое приспособление
2. Механизм возникновения ускорения Кориолиса

Экзаменационный билет № 5

1. Уравнение завихренности
2. Приспособление полного потока к вращающейся внешней силе

Экзаменационный билет № 6

1. Уравнение интегральной циркуляции
2. Изменение завихренности под влиянием β -эффекта

Экзаменационный билет № 7

1. Стоковая интегральная циркуляция в прямоугольном бассейне
2. Изменение завихренности при изменении глубины моря в направлении потока

Экзаменационный билет № 8

1. Ветровая интегральная циркуляция в прямоугольном бассейне
2. Приспособление полного потока к постоянной внешней силе.

6. Учебно методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Айзатулин Т.А. (ред.) Моделирование морских систем Л.: Гидрометеиздат. 1973.
2. Боуден К. Физическая океанография морских вод. М., «Мир», 322с
3. Дымников В.П.(ред). Современные проблемы вычислительной математики и математического моделирования. Т.2. Математическое моделирование – М.Наука.2005.405с
4. Вольцингер Н.Е. Длинные волны на мелкой воде. Л., Гидрометеиздат.1985 г.160
5. Вольцингер Н.Е., Клеванный К.А., Пелиновский Е.Н. Длинноволновая динамика прибрежной зоны Л. Гидрометеиздат.1989. 272 с.

б) дополнительная литература:

1. Андросов А.А., Н.Е.Вольцингер Пролиты Мирового океана. Общий Подход к моделированию – М., Наука, 2005.
2. Марчук Г.И., Каган Б.А. Динамика океанских приливов. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 360с.
3. Марчук Г.И., Дымников В.П., Залесный В.Е. Математические модели в геофизической гидродинамике и численные методы их реализации. Л.: Гидрометеиздат, 1987, 296 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Delphi, Surfer, Grafer

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)

Практические работы, выполнение домашних заданий

Практические занятия	Проработка рабочей программы, Выполнение расчетов. Анализ полученных результатов. Подготовка отчета.
Индивидуальные задания (сбор материалов, подготовка докладов)	Составление библиографии по теме. Знакомство с основной и дополнительной литературой. Изложение основных аспектов проблемы, анализ мнений авторов и формирование собственного суждения по теме.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на лекции преподавателя и рекомендованную литературу. Получить зачеты по всем домашним заданиям

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

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

Microsoft Office (Power Point, Word и т.д.), Delphi, Surfer, Grafer.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

(Указывается материально-техническое обеспечение данной дисциплины).

Программные средства ПК в среде “Windows (Delphi, Surfer, Grafer).

Презентации к лекциям.