

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и КУПЗ

Рабочая программа дисциплины

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ОКЕАНЕ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):

Океанология

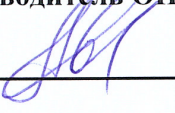
Уровень:

Магистратура

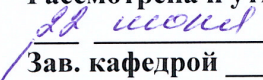
Форма обучения

Очная/заочная

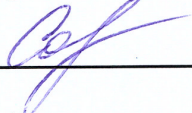
Согласовано
Руководитель ОПОП

 Аверкиев А.С.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

 28 июня 2023 г., протокол № 12
Зав. кафедрой  Хаймина О.В.

Автор-разработчик:

 Софьина Е.В.

Санкт-Петербург 2023

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Моделирование природных процессов в океане» является получение представления о современных подходах к моделированию океана и формирования комплекса знаний о моделировании длинноволновых процессов.

Основные задачи дисциплины:

- получение представления о гидродинамическом подходе к моделированию гидрофизических процессов в море,
- получение представления о длинноволновых движениях в океане,
- изучение факторов трансформации длинных гравитационных волн при их выходе на мелководье,
- приобретение практических навыков численного решения задач теории мелкой воды.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина «Моделирование природных процессов в океане» относится к обязательным дисциплинам Блока 1 для магистров направления подготовки 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология», профиль «Океанология» и изучается в 1 семестре очного и на 1 курсе заочного обучения.

Дисциплина читается для студентов всех магистров направления подготовки 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология» в составе общего мультидисциплинарного курса «Моделирование природных процессов».

Дисциплина «Моделирование природных процессов в океане» базируется на знаниях, полученных при изучении комплекса естественнонаучных дисциплин в бакалавриате.

Результаты освоения дисциплины могут быть использованы при прохождении производственной практики (научно-исследовательской работы) и для подготовки магистерской диссертации.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций раздела ОПК-1 (Способен применять теоретические основы специальных и новых разделов в области наук о Земле при решении профессиональных задач): ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3 и раздела ОПК-2 (Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ): ОПК-2.1, ОПК-2.2 (Таблица 1.).

Таблица 1

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-1 Способен применять теоретические основы специальных и новых разделов в области наук о Земле при решении	ОПК-1.1 Анализирует подходы к решению поставленной проблемы на основе специальных и новых разделов в области наук о Земле	Знать: естественнонаучную сущности проблем, возникающих в сфере гидрометеорологии. Уметь: идентифицировать основную проблему и предложить современный метод ее решения.

профессиональных задач		Владеть: современными методами решения задач в области гидрометеорологии.
	ОПК-1.2 Критически оценивает возможные преимущества и сложности использования методов новых и специальных разделов наук о Земле при решении профессиональных задач	Знать: комплексность задач выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в сфере гидрометеорологии. Уметь: находить практически реализуемые решения с учетом комплексности решаемых профессиональных задач в новых областях наук о Земле. Владеть: информацией о преимуществах и сложностях использования современных методов новых и специальных разделов наук о Земле.
	ОПК-1.3 Аргументирует и реализует решение поставленной задачи на основе методов специальных и новых разделов в области наук о Земле	Знать: основные методы специальных и новых разделов в области наук о Земле. Уметь: обосновать использование и реализовать основные методы специальных и новых разделов в области наук о Земле Владеть: знаниями о методах специальных и новых разделов в области наук о Земле.
ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ	ОПК-2.1 Формулирует естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знать: естественнонаучную сущность различных природных гидрометеорологических процессов. Уметь: выявлять приоритеты решения гидрометеорологических задач в процессе формализации проблем профессиональной деятельности. Владеть: навыками постановки задачи при моделировании природных процессов в океане.
	ОПК-2.2 Использует качественно-количественный анализ для решения поставленной задачи и обобщения полученных результатов	Знать: Основные методы качественно-количественного анализа. Уметь: правильно применять методы качественно-количественного анализа для решения поставленных задач и обобщения полученных результатов Владеть: навыками качественно-количественного анализа при решении поставленных задач и обобщении

		нии полученных результатов.
--	--	-----------------------------

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 2.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	1 семестр	1 курс
Объем дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	30	12
в том числе:	-	
лекции	20	10
занятия семинарского типа:	-	
практические занятия	-	
лабораторные занятия	10	2
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	78	96
в том числе:	-	
курсовая работа	-	
контрольные работы	-	
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС			
1	Гидродинами-	1	8	0	4	26	Решение	ОПК-1	ОПК-1.1

	ческий подход к моделированию процессов в океане						типовой научной задачи	ОПК-2	ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2
2	Шельф как топографическая пограничная область океана	1	8	0	2	22	Решение типовой научной задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2
3	Гидродинамическое моделирование длинноволновых процессов	1	4	0	4	30	Решение типовой научной задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2
	ИТОГО		20	0	10	78	-	-	-

Таблица 4

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС			
1	Гидродинамический подход к моделированию процессов в океане	1	4	0	1	26	Решение типовой научной задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2
2	Шельф как топографическая пограничная область океана	1	4	0	0.5	30	Решение типовой научной задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2
3	Гидродинамическое моделирование длинноволновых процессов	1	2	0	0.5	40	Решение типовой научной задачи	ОПК-1 ОПК-2	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3 ОПК-2.1 ОПК-2.2

ИТОГО		10	0	2	96	-	-	-
--------------	--	-----------	----------	----------	-----------	----------	----------	----------

4.3. Содержание разделов дисциплины

4.3.1 Гидродинамический подход к моделированию процессов в океане

Современный подход к прогнозированию состояния морской среды. Пространственно-временные масштабы процессов в океане. Число Россби. Радиус деформации Россби. Классификация моделей океана. Основные уравнения, принимаемые приближения и используемые параметризации. Методы численной аппроксимации дифференциальных уравнений. Вычислительные сетки. Способы задания вертикальной координаты. Граничные условия на жидкой и твердой границах, атмосферный форсинг. Начальные условия: проблема инициализации гидродинамических моделей, поля реанализа. Современные модели трехмерной циркуляции океана, их пространственное и временное разрешение, ассимиляция данных наблюдений.

4.3.2 Шельф как топографическая пограничная область океана

Понятие о длинноволновых движениях в океане. Топографическая, фронтальная и экваториальная пограничные области. Обобщенная дисперсионная диаграмма длинноволновых движений. Гравитационные и градиентно-вихревые волны. Роль вращения Земли в формировании волновых процессов. Шельфовые и краевые волны. Волны Кельвина и амфидромические области. Современные модели приливной динамики океана.

4.3.3 Гидродинамическое моделирование длинноволновых процессов

Уравнения теории мелкой воды. Постановка длинноволновой модели. Краевые условия. Примеры конечно-разностных схем численной аппроксимации. Понятие об устойчивости решения. Реализация численной модели распространения длинной волны в канале переменного сечения. Трансформация волн в зоне шельфа.

Подразделы содержания дисциплины, выносимые на самостоятельную работу студентов, определяются преподавателем.

4.4. Лабораторные занятия, их содержание

Таблица 5

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Боксовая модель реакции системы океан-атмосфера на внешнее постоянное возмущение	22	4
2	Разработка численной модели для расчета распространения длинной волны в канале переменного сечения	26	6

Таблица 6

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Боксовая модель реакции системы океан-атмосфера на внешнее постоянное возмущение	26	1
2	Разработка численной модели для расчета распространения длинной волны в канале переменного сечения	29	1

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Электронные ресурсы, разработанные в рамках дисциплины, размещенные на сайте «МППвО» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>):

- презентации лекций;
- методические указания по выполнению лабораторных работ;
- необходимые материалы для выполнения лабораторных работ;
- основная и дополнительная учебная литература.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля – 64;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий – 7;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации – 29.

6.1. Текущий контроль

Типовые задания по лабораторным работам, методика их выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине у очной формы обучения – **экзамен** (1 семестр).

Форма промежуточной аттестации по дисциплине у заочной формы обучения – **экзамен** (1 курс).

Форма проведения зачета: устно по билетам.

В билете 2 вопроса.

Компетенции: **ОПК-1, ОПК-2**

Перечень вопросов для подготовки

1. Гидродинамический подход к моделированию океана.
2. Пространственно-временные масштабы процессов в океане.
3. Число Россби. Радиус деформации Россби.
4. Классификация моделей океана.
5. Основная система уравнений описания трехмерной динамики океана.
6. Используемые приближения при моделировании процессов в океане.
7. Приближение гидростатики. Уравнение неразрывности.
8. Проблема турбулентного замыкания. Параметризации перемешивания.
9. Начальные и граничные условия.
10. Методы численной аппроксимации дифференциальных уравнений.
11. Вычислительные сетки.
12. Способы задания вертикальной координаты.
13. Современные модели трехмерной циркуляции океана, их пространственное и временное разрешение
14. Ассимиляция данных наблюдений в современных оперативных моделях океана.
15. Понятие о длинноволновых движениях в океане.
16. Топографическая, фронтальная и экваториальная пограничные области.
17. Обобщенная дисперсионная диаграмма длинноволновых движений.
18. Гравитационные и градиентно-вихревые волны. Волны Россби.
19. Шельфовые и краевые волны.
20. Волны Кельвина и амфидромические области.
21. Современные модели приливной динамики океана.
22. Теории мелкой воды.
23. Начальные и граничные условия при моделировании длинноволновой динамики.
24. Устойчивость конечно-разностных схем. Условие КФЛ.
25. Физические механизмы захвата волновой энергии на шельфе.
26. Трансформация волн в зоне шельфа. Рефракция.
27. Трансформация волн в зоне шельфа. Отражение.
28. Трансформация волн в зоне шельфа. Эффект Грина.

Таблица 6

Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме зачет

Критерий	Баллы
Отсутствие ответа или ответ с грубыми ошибками, отсутствие ответов на дополнительные вопросы преподавателя.	0
Неполный и неуверенный правильный ответ, с наводящими вопросами преподавателя или с незначительными ошибками; правильные ответы на некоторые дополнительные вопросы	10

преподавателя.	
Полный, но неуверенный правильный ответ с примерами, с наводящими вопросами преподавателя, правильные ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя.	20-
Полный исчерпывающий уверенный правильный ответ с примерами, без подсказок и наводящих вопросов преподавателя; правильные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя.	29
Итого	0-29

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 7

Распределение баллов по видам учебной работы (1 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-7
Текущий контроль	0-64
Промежуточная аттестация	0-29
ИТОГО	0-100

Таблица 8

Распределение баллов по основным видам учебной работы для очной формы обучения
(1 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-7
Лабораторная работа № 1	0-32
Лабораторная работа № 2	0-32
Промежуточная аттестация	0-29
ИТОГО	0-100

Таблица 9

Распределение баллов по основным видам учебной работы для заочной формы обучения (1 курс)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-7
Лабораторная работа № 1	0-32
Лабораторная работа № 2	0-32
Промежуточная аттестация	0-29
ИТОГО	0-100

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Kantha L.H., Clayson C.A. Numerical models of oceans and oceanic processes. International geophysics series. V. 66 – San Diego, California, USA: Academic press, 2000. – 981 p.
2. Волны в пограничных областях океана / Под. Ред. Ефимова. Л.: Гидрометеиздат, 1985, 280 с.
3. Практикум по динамике океана / Под ред. А.В. Некрасова и Е.Н. Пелиновского. СПб.: Гидрометеиздат, 1992, 318 с.
4. Взаимодействие океана и атмосферы. Лабораторный практикум. Л.: Гидрометеиздат, 1989, 200 с.

Дополнительная литература

1. Гилл А. Динамика атмосферы и океана.– М.: «Мир», том 1, 1986, 396с
2. Koldunov N. Introduction to python use in geosciences.
https://github.com/koldunovn/python_for_geosciences

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Презентации лекций, методические материалы по выполнению лабораторных работ и вспомогательные информационные материалы, размещены на сайте «МППВО» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>).

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Операционные системы Windows или Ubuntu;
2. Подключение через google аккаунт к интерактивной облачной среде Google Colaboratory

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система elibrary;

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций и промежуточной аттестации оснащенная специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, служащим для представления учебной информации.

Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, служащим для представления учебной информации, компьютерами с установленным программным обеспечением необходимым для выполнения лабораторных работ, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для самостоятельной работы студентов. Помещение оснащено: специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ноутбук, проектор, переносной экран).

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>).