

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра комплексного управления прибрежными зонами

Рабочая программа по дисциплине

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

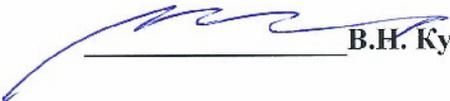
05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Оперативная океанография

Квалификация:
Магистр

Форма обучения
Очная

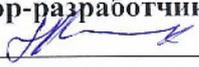
Согласовано
Руководитель ОПОП «Оперативная
океанография»


В.Н. Кудрявцев

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета
19 июня 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
21 04 2018 г., протокол № 8
Зав. кафедрой  Плинк Н.Л.

Автор-разработчик:
 Плинк Н.Л.

1. Цели освоения дисциплины

Главной целью дисциплины «Моделирование природных процессов» является формирование у студентов целостного подхода к анализу и моделированию волновых процессов в океане.

Основные задачи дисциплины «Моделирование природных процессов»:

- изучение закономерностей формирования волновых полей в океане,
- изучение факторов трансформации длинных гравитационных и квазигеострофических (планетарных) волн в рамках единой волновой теории,
- рассмотрение особенностей формирования волновых полей в пограничных областях океана,
- приобретение практических навыков проведения численных экспериментов на примере численного моделирования длинноволновых процессов,
- приобретение навыков использования практических выводов волновой теории для океанологического обеспечения хозяйственной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование природных процессов» для направления подготовки 05.04.05 – Прикладная гидрометеорология по профилю подготовки «Оперативная океанография» относится к дисциплинам базовой части Блока 1.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: Специальные главы "Физики атмосферы, океана и вод суши" и «Дополнительные главы математики»

Дисциплина «Моделирование природных процессов» является базовой для подготовки выпускной работы (диссертации) в области изучения волновых систем в океане.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ПК-1	понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Моделирование природных процессов» обучающийся должен:

Знать:

- закономерности формирования волновых процессов в прибрежной зоне;
- влияние основных факторов трансформации волн при их выходе на мелководье;
- особенности формирования береговой зоны под воздействием волновых процессов.

Уметь:

- использовать практические выводы волновой теории для решения конкретных задач, связанных с обеспечением хозяйственной деятельности в прибрежной и шельфовой зоне Мирового океана ;
- рассчитывать характеристики трансформации волн при подходе их к берегу ;

- оценивать влияние различных факторов трансформации параметров длинных волн, необходимых для решения различных задач по океанологическому обеспечению народного хозяйства, включая задачу по обеспечению устойчивости функционирования хозяйственных объектов и безопасности населения в случае экстремальных подъемов уровня, вызванных морскими стихийными бедствиями.

Владеть:

- навыками управления рисками негативного воздействия от морских стихийных бедствий;
- целостными представлениями о картине формирования волновых процессов с учетом возможности качественных изменений волновых свойств при различных пространственно-временных масштабах.

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины Моделирование природных процессов сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Содержания компетенции	Типы навыков	Уровень освоения компетенции		
		минимальный	базовый	продвинутый
ок-1 Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знать	имеет представление о принципах абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем	знает принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем	понимает и свободно использует принципы абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем
	уметь	имеет представление об использовании абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем	умеет использовать абстрактное мышление, анализ и синтез в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем	умеет и свободно применяет навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем
	владеть	имеет представление подходах к анализу и синтезу в изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем	владеет навыками абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем	владеет и способен развивать собственные навыки абстрактного мышления, анализа и синтеза при изучении гидрометеорологических и социально-экономических проблем
ПК-1 Понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин	знать	знает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин, в том числе закономерности формирования волновых процессов в прибрежной зоне;	знает и понимает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин, в том числе закономерности формирования волновых процессов в прибрежной зоне; влияние основных факторов трансформации волн при их выходе на мелководье.	знает и понимает фундаментальные и прикладные разделы специальных гидрометеорологических дисциплин и дисциплин из смежных областей, применительно к задаче, в том числе закономерности формирования волновых процессов в прибрежной зоне; влияние основных факторов трансформации волн при их выходе на мелководье; особенности формирования береговой зоны под воздействием волновых процессов.
	уметь	умеет применить в научной деятельности знания фундаментальных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин: - рассчитывать характеристики трансформации волн при под-	умеет применить в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин: - использовать практические выводы волновой теории для решения конкретных задач, связанных с обеспече-	умеет использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин во взаимосвязи с другими областями знаний: - использовать практические выводы

		<p>ходе их к берегу.</p>	<p>нием хозяйственной деятельности в прибрежной и шельфовой зоне Мирового океана ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать характеристики трансформации волн при подходе их к берегу. 	<p>волновой теории для решения конкретных задач, связанных с обеспечением хозяйственной деятельности в прибрежной и шельфовой зоне Мирового океана ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать характеристики трансформации волн при подходе их к берегу ; - оценивать влияние различных факторов трансформации параметров длинных волн, необходимых для решения различных задач по океанологическому обеспечению народного хозяйства, включая задачу по обеспечению устойчивости функционирования хозяйственных объектов и безопасности населения в случае экстремальных подъемов уровня, вызванных морскими стихийными бедствиями.
	<p>владеть</p>	<p>владеет навыками применения и творческого использования в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов, в том числе навыками расчета характеристик трансформации волн при подходе их к берегу</p>	<p>владеет навыками применения и творческого использования в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета характеристик трансформации волн при подходе их к берегу - целостными представлениями о картине формирования волновых процессов с учетом возможности качественных изменений волновых свойств при различных пространственно-временных масштабах. 	<p>владеет комплексным подходом к использованию в научной деятельности, знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками расчета характеристик трансформации волн при подходе их к берегу - целостными представлениями о картине формирования волновых процессов с учетом возможности качественных изменений волновых свойств при различных пространственно-временных масштабах; - навыками управления рисками негативного воздействия от морских стихийных бедствий.

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины 3 з.е. (108 часа).

Объем дисциплины по видам учебных занятий
(в академических часах)

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
	3 семестр	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	
Контактная работа обучающихся с преподавателями (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	36	
в том числе:		
лекции	18	
Лабораторные работы	18	
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	72	
контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации	экзамен	

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	Лабораг.	Самост. работа			
1	Основные факторы трансформации длинных волн при их выходе на мелководье	3	4	2	12	разбор темы и обсуждение	2	ОК-1, ПК-1
2	Шельф как топографическая пограничная область океана	3	2	4	10	разбор темы и обсуждение	4	ОК-1, ПК-1
3	Нелинейные эффекты	3	4	2	18	разбор темы и обсуждение	2	ОК-1, ПК-1
	Основы гидро-	3	4	6	17	лабора-	6	ОК-1, ПК-1

4	динамического моделирования волновых процессов					торная работа		
5	Оценка величины затопления сухого берега	3	4	4	15	лабораторная работа	4	ОК-1, ПК-1
	ИТОГО		18	18	72		18	

4.1.1 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.

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Основные факторы трансформации длинных волн при их выходе на мелководье

Уравнение бегущей волны. Прогрессивные и стоячие волны. Общие волновые свойства. Фазовая и групповая скорости. Глубокое и мелкое море. Рефракция и ее роль в формировании волнового режима в прибрежной зоне. Лучевая теория и построение рефракционных диаграмм. Отражение. Резонансные эффекты. Эффект Грина. Схема цунамирайонирования, как инструмент управления рисками.

4.2.2 Шельф как топографическая пограничная область океана

Гравитационные и градиентно-вихревые волны. Роль вращения Земли в формировании волновых процессов. Баротропный и бароклинный радиус деформации Россби. Дисперсионное соотношение волн с учетом вращения. Короткие и длинные волны Пуанкаре. Соотношение фазовых и групповых скоростей, кинетической и потенциальной энергии для коротких и длинных волн Пуанкаре. Понятие о пограничных областях Мирового океана. Топографическая, фронтальная и экваториальная пограничные области. Принципы их выделения. Механизмы топографического захвата волновой энергии. Теория баротропных волн у прямолинейного берега. Захваченные и излученные волны. Обобщенная дисперсионная диаграмма и ее анализ. Свойства краевых и шельфовых волн

4.2.3 Нелинейные эффекты

Нелинейная модель длинноволновых движений. Уравнение «простой» волны.

Параметр нелинейности. Обрушение волн. Линейно-дисперсионная модель. Параметр дисперсии. Уравнение КДВ. Конкуренция нелинейности и дисперсии. Параметр Урселла и его физический смысл. Волны Рассела. Влияние нелинейности при косом подходе волны. «Ножка» Маха. Величина нелинейного заплеска.

4.2.4 Основы гидродинамического моделирования волновых процессов

Уравнения теории мелкой воды. Формулирование длинноволновой модели. Типы граничных условий. Условия непротекания и излучения. Вариационное граничное условие подвижной стенки. Вывод неоднородного граничного условия для жидкого контура. Пример задания начальных условий с учетом подвижки дна (моделирование цунами). Примеры конечно-разностных схем для численного моделирования линейных волн. Понятие об устойчивости и сходимости.

4.2.5 Оценка величины затопления сухого берега

Математическая постановка задачи наката. Критерий обрушения волны и его физический смысл. Линейная теория наката волн на сухой берег. Особенности численного моделирования наката волн. Управление рисками экстремальных подъемов уровня. Зонирование береговой зоны.

4.3. Лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Океанологические аспекты проблемы цунами	разбор темы и обсуждение	ОК-1, ПК-1
2	2	Краевые и шельфовые волны Обобщенная дисперсионная диаграмма длинноволновых движений в океане.	разбор темы и обсуждение	ОК-1, ПК-1
3	3	Уединенные волны	разбор темы и обсуждение	ОК-1, ПК-1
4	4	Разработка численной модели для расчета распространения длинной волны в канале переменного сечения.	Лабораторная работа	ОК-1, ПК-1
5	5	Оценка затопления сухого берега при выходе волны цунами на сухой берег	Лабораторная работа	ОК-1, ПК-1

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

Программой дисциплины «Моделирование природных процессов» в целях проверки качества усвоения материала студентами предусматривается проведение текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Целью текущего контроля является определение степени достижения учебных целей по дисциплине. В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются резуль-

таты выступления в занятиях-дискуссиях и результаты выполнения лабораторных работ. Проведение занятий носит интерактивный характер, что позволяет использовать их как инструмент оценки текущего уровня освоения материала.

Итоговый контроль освоения разделов дисциплины «Моделирование природных процессов» проводится в виде экзамена, в 3-ем семестре. Результаты итогового контроля оцениваются по четырехбалльной системе и заносятся в соответствующие ведомости по учету успеваемости, хранящиеся в деканате.

В рамках самостоятельно работы студенты осуществляют подготовку к занятиям (в соответствие с темами занятий), а также выполняют лабораторные работы, в том числе с использованием численной модели распространения длинной волны в канале переменного сечения, разработка которой проводится каждым студентом самостоятельно в соответствии с его индивидуальным заданием.

5.1. Текущий контроль

Целью текущего контроля является определение степени достижения учебных целей по дисциплине. В качестве форм текущего контроля знаний студентов используются обсуждение тем на занятиях и выполнение расчетных работ. Перечень тем лабораторных работ указан в таблице 4.3. Перечень тем и вопросов занятий приводится ниже.

Перечень тем и вопросов занятий по дисциплине «Моделирование природных процессов»

Тема занятия 1 - Океанологические аспекты проблемы цунами

Вопросы для обсуждения:

- Причины возникновения цунами;
- Основные факторы трансформации волн цунами при подходе к берегу;
- Основные принципы управления рисками
- Управление рисками экстремальных подъемов уровня;
- Цунамирайонирование.

Тема занятия 2 - Краевые и шельфовые волны Обобщенная дисперсионная диаграмма длинноволновых движений в океане.

Вопросы для обсуждения :

- Физические механизмы захвата волновой энергии на шельфе;
- Роль отражения и рефракции. Полное внутреннее отражение
- Резонансные эффекты на шельфе;
- Волна Кельвина;
- Обобщенная дисперсионная диаграмма длинноволновых движений
- Специфические особенности шельфовых волн (фазовая и групповая скорость);
- Использование обобщенной дисперсионной диаграммы для структурного анализа приливов;
- Вклад шельфовых волн в мезомасштабную изменчивость термохалинной структуры океана.

Тема занятия 3 – Уединенные волны .

Вопросы для обсуждения:

- Понятие о солитонах,
- Физические примеры.

- Конкуренция влияния нелинейности и дисперсии.
- Установившиеся солитоны – волны Рассела.
- Параметр Урселла и обрушение волн.

Работа студента на занятии оценивается по двухбалльной системе: зачтено/ не зачтено.

Критерии оценки качества работы на семинарских занятиях	Оценка
Тема не раскрыта, изложение материала носит несистематизированный характер, фрагментарные знания не позволяют сформировать общую картину, не определены роль и место в общей системе океанологических процессов.	Неудовлетворительно (незачет)
Излагаемый материал носит систематизированный характер, выявлены роль и место в общей системе океанологических процессов, присутствуют элементы собственной оценки, ответы на вопросы и высказываемое мнение хорошо аргументированы.	Удовлетворительно (зачет)

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

В рамках самостоятельно работы студенты осуществляют подготовку к занятиям (в соответствии с темами занятий), а также выполняют расчетных работы, в том числе с использованием численной модели для анализа распространения длинной волны в канале переменного сечения. Численная модель формулируется и разрабатывается студентом самостоятельно на основе заданных индивидуальных параметров задачи.

5.3. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Промежуточная аттестация по итогам изучения дисциплины «Моделирование природных процессов» проводится в третьем семестре (очная форма обучения) в форме экзамена.

5.3.1 Перечень вопросов экзамена по дисциплин «Моделирование природных процессов»

1. Общая постановка задачи о моделировании природных процессов. Понятие численного эксперимента.
2. Понятие о пограничных областях океана. Оценка ширины пограничной области геострофического захвата (на примере волны Кельвина).
3. Математическая модель цунами с учетом подвижки дна (вывод уравнений, постановка задачи, численная реализация).
4. Основные волновые свойства. Фазовая и групповая скорости. Клинья волн Кельвина.
5. Физическая интерпретация основных факторов трансформации длинных волн (отражение, рефракция, полное внутреннее отражение, эффект Грина).
6. Волны Пуанкаре. Короткие и длинные волны Пуанкаре и их свойства.
7. Теория захваченных баротропных волн у прямолинейного берега.

8. Обобщенная дисперсионная кривая. Структурный анализ приливных колебаний с учетом дисперсионных свойств шельфа.
9. Вывод уравнения простой волны и влияние нелинейности.
10. Линейно-дисперсионная модель, масштаб дисперсии.
11. Уравнение КДВ. Критерий Урселла и его физическая интерпретация.
12. Нелинейные эффекты вблизи берега-стенки.
13. Граничные условия при моделировании длинных волн (математическая формулировка и численная реализация).
14. Линейная теория наката волн на сухой берег.
15. Основные подходы к совершенствованию численных схем для моделирования волновых процессов. Понятие о критериях устойчивости и сходимости.
16. Управление рисками экстремальных подъемов уровня.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Практикум по динамике океана / под ред. А.В. Некрасова, Е.Н. Пелиновского.– СПб.: Гидрометеиздат, 1992
2. Волны в пограничных областях океана/под ред. В.В. Ефимова. – Л.:Гидрометеиздат, 1985 –250 с.
3. А. Гилл. Динамика атмосферы и океана.– М.: «Мир».– Том 1,1986, 396с
4. Искуиердо А., Н. Л. Плинк. Long wave theory: кейс стадии. – Интернет ресурс.– Режим доступа: http://eu-comet2.rshu.ru/outputs/coastudy/index_rus.htm
- 5.

б) дополнительная литература:

1. Ле Блон П., Майсек Л. Волны в океане/ Пер. с англ. В 2 томах. –М.: Мир.1981. 598с
2. Марчук Ан.Г., Чубаров Л.Б., Шокин Ю.И. Численное моделирование волн цунами. – Новосибирск, Наука, 1983, 175с.
3. Смирнов Г.Н. Океанология: учебник для вузов – М.:Изд. «Высшая школа», 1987 .407 с.
4. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика/ пер. с англ. В 2 томах. – М.: Мир, 1984. 811с.
5. Пелиновский Е.Н. Нелинейная динамика волн цунами.– Горький: ИПФ АН СССР, 1982. 226 с.
6. Плинк Н.Л. Management of Risks Related to Long Wave Impact and Oil Spills: кейс стадии.– Интернет ресурс.– Режим доступа: http://eu-comet2.rshu.ru/outputs/coastudy/index_rus.htm

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

- Язык программирования, доступный обучающемуся;
- кейсы и презентации по теории волновых процессов (размещены на сайте РГГМУ http://eu-comet2.rshu.ru/outputs/coastudy/index_rus.htm для возможности изучения в рамках самостоятельной работы).
- отдельные разделы лекционного курса обеспечены презентациями, подготовленных с использованием MS Office

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебным планом определено: 9 лекций, 5 занятий-дискуссий и 4 занятия для выполнения расчетных заданий. Темы занятий и расчетных работ представлены в соответствующих разделах рабочей программы.

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
Разделы 1-5	-Использование кейсов и презентаций по теории волновых процессов.	“Microsoft Office”, “Power Point”
Разделы 1-5	Самостоятельная работа студента с использованием ресурсов Интернета	Электронно-библиотечная система e-library (Договор № SU-18-12/2017-1 с ООО «РУНЭБ» от 18 декабря 2017 года) Базы данных Web of Science и данных Scopus (до 31.12.2018)
Раздел 4	Разработка и выполнение программирования численной модели в рамках самостоятельной работы студента.	

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.

Учебная аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором мультимедийного демонстрационного оборудования.

Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации– укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором мультимедийного демонстрационного оборудования.

Учебная аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации– укомплектована специализированной (учебной) мебелью.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания оборудования, хранения учебных материалов, литературы, ноутбука, переносного экрана, проектора. Оборудована компьютером с возможностью доступа в Интернет и электронную информационно-образовательную среду ВУЗа.

Помещение для самостоятельной работы студентов оснащено: специализированной

(учебной) мебелью, компьютерами с возможностью доступа в Интернет и электронную информационно-образовательную среду ВУЗа.