

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра океанологии

Рабочая программа по дисциплине

ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы подготовки кадров высшей квалификации по
направлению подготовки

05.06.01 «Науки о Земле»

Направленность (профиль):

Океанология

Квалификация:

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения


Очная/заочная

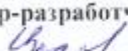
Согласовано
Руководитель ОПОП
«Океанология»


А.С. Аверкиев

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

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

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
06 06 2019 г., протокол № 7
Зав. кафедрой  Лукьянов С.В.

Автор-разработчик:
 Царев В.А.

Санкт-Петербург 2019

1. Цели и задачи

Дисциплина «Океанологические процессы и их моделирование» является одной из дисциплин, формирующих специалиста океанолога высшей квалификации

Цель дисциплины – формирование у аспирантов комплекса научных знаний об основных особенностях наиболее значимых океанологических процессах и существующих современных методах их исследования с помощью математического моделирования.

Основные задачи – изучение основных закономерностей формирования значимых океанологических процессов и ознакомление с методами их математического моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВПО

Дисциплина «Океанологические процессы и их моделирование» включена в ООП, является обязательной дисциплиной и относится к вариативной части дисциплин подготовки аспирантов по направлению 05.06.01 Науки о земле, профилю «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 аспирантами необходимо иметь знания по предметам «Физика», «Математика», «Вычислительная математика», «Гидродинамика», «Геофизическая гидродинамика», «Общая океанология», «Физика океана», «Динамика океана», «Взаимодействие океана и атмосферы», (полученные на предыдущих уровнях образования). Дисциплина «Океанологические процессы и их моделирование» создает необходимую базу для успешной работы над подготовкой диссертации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Дисциплина формирует следующие компетенции:

универсальные компетенции:

- УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

общепрофессиональные компетенции:

ОПК1 - способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий

профессиональные компетенции:

ПК1 – владеть методологическими основами и подходами к решению теоретических проблем океанологии;

ПК2 – анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность;

ПК5 – способность и готовность применять профессиональные знания для решения незнакомых задач

ПК8 – готовность эксплуатировать, развивать и модернизировать информационные и коммуникационные гидрометеорологические системы и технологии

Аспирант **должен знать** закономерности формирования выделенных океанологических процессов и методы их математического моделирования, **уметь** применять существующие модели для исследования данных процессов.

Владеть методологическими основами и подходами к решению теоретических проблем океанологии.

Компетенция (содержание, шифр)	Уровни сформированности компетенции
Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследований и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)	<i>Минимальный уровень:</i> демонстрация владения навыками проведения научно-исследовательской деятельности
	<i>Базовый уровень:</i> демонстрирует умение обобщать и систематизировать передовые достижения океанологии и основные тенденции в практической сфере ее применения
	<i>Продвинутый уровень:</i> демонстрирует высокий уровень владения современными методами научных исследований и информационно-коммуникационных технологий, способность развивать существующие методы и предлагать новые

Компетенция (содержание, шифр)	Уровни сформированности компетенции
Понимание принципов, определяющих процессы и явления в Мировом океане, умение применять на практике методики и технологии анализа, расчета и прогноза их состояния (ПК-1)	<i>Минимальный уровень:</i> демонстрация понимания принципов, определяющих процессы и явления в гидросфере и умения применять на практике методики и технологии анализа, расчета и прогноза состояния морской среды
	<i>Базовый уровень:</i> свободное владение методиками и технологиями анализа, расчета и прогноза состояния морской среды
	<i>Продвинутый уровень:</i> способность проводить критический анализ существующих, предлагать новые методики и технологии анализа, расчета и прогноза состояния морской среды
Понимание и творческое использованием знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин (ПК-2)	<i>Минимальный уровень:</i> демонстрация знания фундаментальных законов и прикладных аспектов дисциплин океанологического профиля
	<i>Базовый уровень:</i> демонстрация уверенного знания фундаментальных законов, способности применить их для решения практических задач
	<i>Продвинутый уровень:</i> свободное владение терминологией, способность применять фундаментальные законы для решения нестандартных задач

Владение современными методами, инструментами и технологией научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии (ПК-5)	<i>Минимальный уровень:</i> демонстрация уверенного знания современных методов, инструментов и технологий научных исследований
	<i>Базовый уровень:</i> способность применять на практике и проводить критический анализ методов, инструментов и технологий научных исследований
	<i>Продвинутый уровень:</i> способность предлагать новые методы и технологии научно-исследовательской деятельности при решении нестандартных задач
знание методов и технологий обобщения результатов исследований для выявления новых явлений (ПК-8)	<i>Минимальный уровень:</i> демонстрация основ знания методов и технологий обобщения и анализа результатов исследования
	<i>Базовый уровень:</i> демонстрация уверенного знания методов и технологий обобщения результатов исследований с вероятным выявлением новых явлений
	<i>Продвинутый уровень:</i> свободное владение методами и технологией обобщения результатов исследований для выявления новых явлений и для решения нестандартных задач
способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)	<i>Минимальный уровень:</i> способен самостоятельно критически оценивать современные научные достижения
	<i>Базовый уровень:</i> способен критически оценивать современные научные достижения, делать выводы, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач
	<i>Продвинутый уровень:</i> способен критически оценивать современные научные достижения, делать выводы, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, осваивать новые технологии и навыки
	<i>Минимальный уровень:</i> способен самостоятельно критически оценивать современные научные достижения

4. Структура и содержание дисциплины

Вид учебной дисциплины	Всего Часов	Семестр
------------------------	-------------	---------

	очное	заочное	
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	5
Аудиторные занятия	56	16	5
Лекции	28	8	5
Практические работы (ПР)	28	8	5
Самостоятельная работа (СР)	88	128	5
Вид итогового контроля – эк-замен			5

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа

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	практич. занятия	Самост. раб. студ			
1	Основные уравнения	5	2	2	10		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
2	Методы решения уравнений динамики океана	5	2	2	10		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
3	Поверхностное ветровое волнение	5	2	2	10		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
4	Ветровые течения и колебания уровня в морях и мелководных заливах	5	2	2	10		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
5	Приливы в океане и в морях	5	4	4	10		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
6	Волновые потоки влекомого наносов и изменение рельефа дна	5	4	4	10		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8

7	Эволюция нефтяного загрязнения	5	4	4	10		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
8	Формирование затока морской воды в эстуарий	5	4	4	10		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
9	Распространение придонных и глубинных вод	5	4	4	8		4	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
ИТОГО			28	28	88		36	

Заочное 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	практич. занятия	Самост. раб. студ			
1	Основные уравнения	5	2	2	4		12	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
2	Методы решения уравнений динамики океана	5	2	2	4		12	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
3	Поверхностное ветровое волнение	5	2	2	4		12	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
4	Ветровые течения и колебания уровня в морях и мелководных заливах	5		2	4		12	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
5	Приливы в океане и в морях	5	2	2	4		16	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
6	Волновые потоки влекомых наносов и изменение рельефа дна	5			4		16	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
7	Эволюция нефтяного загрязнения	5			4		16	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
8	Формирование затока морской воды в эстуарий	5			4		16	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8

9	Распространение придонных и глубинных вод	5			4		16	УК-1 ОПК1, ПК1, ПК2, ПК5, ПК8
	ИТОГО		8	8	36		128	

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Основные уравнения

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.

4.2.2 Методы решения уравнений динамики океана

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.

4.2.3 Поверхностное ветровое волнение

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

4.2.4 Ветровые течения и колебания уровня в морях и мелководных заливах

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 Приливы в океане и в морях

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.

4.2.6 Волновые потоки влекомых наносов и изменение рельефа дна

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.

4.2.7 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.

4.2.8 Формирование залива морской воды в эстуарий

Типы пространственного и вертикального распределений солёности в эстуариях и на взморье. Одномерные стационарные модели продольного распределения солёности. Особенности продольного распределения солёности в эстуарии и на взморье. Нестационарные модели. Сезонная изменчивость распределения солёности. Приливные колебания солёности.

Двухмерные плановые модели. Особенности пространственного распределения солёности в эстуарии и на взморье.

Двухслойные модели залива клина морской воды в эстуарии. Двухслойные модели распространения речной воды на взморье.

Профильные модели залива клина морских вод в эстуарий. Профильные модели распространения речных вод на взморье. Особенности вертикального распределения баротропной и бароклинной составляющих горизонтального градиента давления. Вертикальное распределение коэффициентов вертикальной турбулентной диффузии и вязкости. Особенности продольного распределения горизонтальной и вертикальной составляющих скоростей течения.

Трёхмерные модели. Особенности поведения клина морских вод в эстуарии. Особенности поперечной циркуляции в области клина. Трёхмерное распространение речной воды на взморье.

4.2.9 Распространение придонных и глубинных вод

Природа образования придонных и глубинных вод и их географическое распространение. Особенности полей температуры и солёности 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 полынй.

4.3 Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Модель трансформации ветрового волнения в прибрежной зоне моря	Практ.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
2		Модель формирования ветровых течений и уровня в море	Практ.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
3	1	Модель формирования ветровых течений и уровня в мелководном заливе	Практ.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
4		Модель приливов в океане	Практ.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
5	2	Модель приливов в море	Практ.	УК-1 ОПК-1

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
				ПК-1 ПК-2
6	2	Модель литодинамических процессов в прибрежной зоне моря.	Практ.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
7	2	Модель трансформации нефтяного пятна	Практ.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
8	2	Профильная модель формирования залива морской воды в эстуарий	Практ.	УК-1 ОПК-1 ПК-1 ПК-2
9		Модель распространения придонных и глубинных вод	Практ.	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

5.1 Текущий контроль

Выполнение практической работы и беседа с преподавателем по результатам, практических занятий.

Критерии выставления оценки за практические работы (двухбалльная шкала):

оценка «зачтено»: расчет выполнен, числовые ответы верны, ответы на контрольные вопросы верны;

оценка «не зачтено»: не выполнено любое из условий.

а) Образцы практических работ (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. (см. табл разд. 4.3).

б) Примерная тематика рефератов, эссе, докладов

не планируется

5.2 Методические указания по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается:

- в выполнении практических заданий;

- в подготовке отчетов по результатам выполнения практических заданий

В отчете по результатам выполнения практического 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: _____ экзамен _____

5.3 Примеры вопросов к экзамену

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

Критерии выставления оценки за экзамен по дисциплине по четырехбалльной шкале:

- **оценка «отлично»:** первый и второй основные вопросы – «отлично», 1 дополнительный вопрос – «отлично», второй дополнительный вопрос – не ниже «хор»;
- **оценка «хорошо»:** 1-й, 2-й и 1 дополнительный вопросы не ниже «хорошо», 2-й дополнительный вопрос не ниже «удовлетворительно»;
- **оценка «удовлетворительно»:** 1-й, 2-й и 1 дополнительный вопросы не ниже «удовлетворительно», 2-й дополнительный вопрос может быть «не удовлетворительно»;
- **оценка «неудовлетворительно»:** любой из основных вопросов - «не удовлетворительно»;

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* Проливы Мирового океана. Общий Подход к моделированию – М., Наука, 2005.
2. *Марчук Г.И., Каган Б.А.* Динамика океанских приливов. Л.: Гидрометииздат, 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

Практические работы, выполнение домашних заданий

Практические занятия	Проработка рабочей программы, Вы-
----------------------	-----------------------------------

	полнение 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 экзамену	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.