

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

ОПЕРАТИВНАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.03.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):
Прикладная океанология

Уровень:
Бакалавриат

Форма обучения
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

Царев В.А. Царев В.А.

Председатель УМС
И.И. Палкин И.И. Палкин

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

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
18 мая 2021 г., протокол № 10
Зав. кафедрой Хаймина О.В. Хаймина О.В.

Автор-разработчик:
Ерёмкина Т.Р. Ерёмкина Т.Р.

Санкт-Петербург 2021

1. Цели освоения дисциплины

Цель дисциплины "Оперативная океанография"— формирование у студентов знаний и представлений о методах анализа и прогнозирования процессов, происходящих в морях и океанах и их взаимосвязи с атмосферными процессами и антропогенным влиянием.

Основные задачи дисциплины «Оперативная океанография»:

- изучение методов оперативного мониторинга состояния морей и океанов;
- формирование знаний о методах прогнозирования состояния Мирового океана;
- приобретение практических навыков по получению прогностической информации
- самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследований и информационно-коммуникационных технологий;

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программе

Дисциплина «Оперативная океанография» для направления подготовки 050305 – Гидрометеорология относится к дисциплинам вариативной части и изучается всеми студентами, обучающимися по программе подготовки бакалавра на факультете океанологии. Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин: "Математика", «Физика атмосферы и гидросферы», "Геофизическая гидродинамика", "Численные методы и математическое моделирование" . Параллельно с дисциплиной «Оперативная океанография» изучаются «Морские прогнозы», «Обработка спутниковой информации».

Дисциплина «Оперативная океанография» является базовой для освоения дисциплин «Экономика обеспечения гидрометеорологической деятельности», «Спутниковая информация для океанографических приложений».

3. 3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:
ПК-2, ПК-4.

Таблица 1

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-2. Способен выбирать методику, формулировать конкретные задачи, осуществлять сбор, изучение и обработку информации по тематике исследований.	ПК-2.1. Выбирает методы, соответствующие целям и задачам исследования.	Знать: методы и способы получения оперативной информации о состоянии Мирового океана; основные методы ассимиляции данных в гидродинамические модели Уметь: работать с файлами, содержащими результаты численных прогнозов _ Владеть: основами компьютерной грамотности
ПК-2. Способен выбирать методику, формулировать конкретные задачи,	ПК-2.2 Составляет план выполнения исследования, осуществляет сбор, изучение и обработку информации.	Знать: Состав и структуру современных оперативных океанографических систем, их назначение; региональные оперативные системы морей и океанов; состав и структуру баз

осуществлять сбор, изучение и обработку информации по тематике исследований.		данных Уметь: выбирать необходимую для выполнения исследования гидрометеорологическую и иную информацию Владеть: навыками работы с базами океанографических данных
ПК-4 Способен анализировать гидрофизические, гидродинамические и гидрохимические процессы, происходящие в морях и океанах и их взаимосвязь с атмосферными процессами и процессами в водах суши	ПК-4.1 Оценивает пространственно-временную изменчивость гидрофизических, гидродинамических и гидрохимических процессов, происходящих в морях и океанах и их взаимосвязь с атмосферными процессами, процессами в водах суши и антропогенным влиянием.	Знать: структуру прогностических гидродинамических моделей и моделей ветровых волн; модели переноса и трансформации нефтяных загрязнений; Уметь: выполнить анализ изучаемых процессов и явлений на основе результатов численного прогноза и данных измерений Владеть: пакетами визуализации гидрометеорологической информации

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
на 2021/2022 учебный год

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	108	-	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42		12
в том числе:			
лекции	14		4
Занятия семинарского типа			
практические занятия	14		4
лабораторные занятия	14		4
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	66		96
в том числе:			
курсовая работа	0		0
контрольная работа	0		0
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет		зачет
Всего:	108		108

4.2. Структура дисциплины

Таблица 3.

Структура дисциплины для очной формы обучения
на 2021/2022 учебный год

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Форми- руемые компе- тенции	Индикато- ры достижени- я компетенц- ий
			Лекции	Семинар Практич.	Лаборато- рные	Самост. работа			
1	Введение в оперативную океанографию. Оперативные океанографические системы: глобальные, региональные. Системы оперативных наблюдений в Мировом океане и базы океанографических данных.	8	4	8	4	22	Семинар, сообщения и доклады. Лабораторная работа.	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2
2	Основы построения и структура оперативных прогностических систем.	8	4	2	6	18	Семинар, сообщения и доклады. Лабораторная работа.	ПК-4	ПК-4.1
3	Оперативный прогноз переноса и распространения загрязнений в морях	8	4	2	4	16	Семинар, сообщения и доклады. Лабораторная работа.	ПК-4	ПК-4.1
4	Методы ассимиляции данных наблюдений	8	2	2		10	Семинар, сообщения и доклады.	ПК-2	ПК-2.1
	Итого 108 часа		14	14	14	66			

Таблица 4.

**Структура дисциплины для заочной формы обучения
на 2021/2022 учебный год**

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости и	Форми- руемые компе- тенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Семинар Практич.	Лаборато- рные	Самост. работа			
1	Введение в оперативную океанографию. Системы оперативных наблюдений в Мировом океане и базы океанографических данных	10	1	1	1	16	Семинар, сообщения и доклады. Лабораторная работа.	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2
2	Основы построения и структура оперативных прогностических систем	10	1	1	2	16	Семинар, сообщения и доклады. Лабораторная работа.	ПК-4	ПК-4.1
3	Оперативный прогноз переноса и распространения загрязнений в морях	10	1	1	1	14	Семинар, сообщения и доклады. Лабораторная работа.	ПК-4	ПК-4.1
4	Методы ассимиляции данных наблюдений	10	1	1		12	Семинар, сообщения и доклады.	ПК-2	ПК-2.1
	Итого 108 часа, включая 4 ч.зачет		4	4	4	96			

4.3. Содержание разделов дисциплины

4.3.1. «Оперативная океанография» как новое направление в прикладной океанологии

Введение в оперативную океанографию, цели и задачи оперативного океанографического обслуживания. Международное сотрудничество в оперативной океанографии, основные международные программы и проекты, направленные на развитие оперативной океанографии. Основные виды продукции оперативных океанографических систем для обеспечения различных групп пользователей. Глобальные и региональные оперативные океанографические системы. Наблюдательные системы в Мировом океане. Системы буйковых, экспедиционных и спутниковых наблюдений.

Управление данными наблюдений, глобальные центры данных. Отечественная система обеспечения информацией об обстановке в Мировом океане - ЕСИМО. Организация океанографического обслуживания в России, основные центры данных. Базы океанографических данных. Международное сотрудничество и обмен данными.

4.3.2. Основы построения и структура оперативных прогностических систем

Гидродинамический прогноз состояния океанов. Гидродинамические модели циркуляции океана и ледовых условий. Основные уравнения гидродинамических и ледовых моделей. Граничные условия. Прогностические модели волн, основные уравнения. Структура оперативных прогностических моделирующих систем, состав комплексов оперативных моделирующих систем. Оперативные прогнозы морских гидрометеорологических элементов, прогнозы ледовых условий. Проверка качества оперативных гидродинамических прогнозов и их визуализация.

4.3.3 Оперативный прогноз переноса и распространения загрязнений в морях

Основные уравнения переноса и распространения загрязнений в море. Уравнение адвекции-диффузии и различные подходы к его реализации при решении задач оперативного обеспечения природоохранной деятельности на море. Оперативный прогноз переноса и распространения нефтяных загрязнений в незамерзающих и замерзающих морях. Основные уравнения моделей, учет в моделях распространения нефтяных загрязнений в ледовых условиях, внутриводного загрязнения, расположения источника загрязнений. Структура оперативных моделей процесса переноса и распространения нефтяных загрязнений.

4.2.4. Методы ассимиляции данных наблюдений

Определение ассимиляции данных и роль процедуры усвоения данных в гидродинамических прогнозах. Понятие о задаче усвоения, как об обратной задаче. Основные трудности, возникающие при ассимиляции различных видов данных наблюдений. Основные методы ассимиляции данных в океанологии. Простые ассимиляционные схемы, их недостатки. Основные понятия и термины. Стохастические и вариационные методы ассимиляции. Основные уравнения. Доказательство эквивалентности двух подходов. Оптимальная интерполяция. Фильтр Калмана. Расширенный фильтр Калмана. Трехмерная вариационная ассимиляционная схема (3D-VAR). Моделирование ковариационной матрицы ошибок фонового состояния и данных наблюдений. Четырехмерная вариационная ассимиляционная схема (4D-VAR).

Таблица 5.

4.3. Семинарские, практические занятия, их содержание

№ п/п	№ темы дисциплины	Тематика семинаров и практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	4.3.1	Глобальные оперативные системы - на примере ЕвроГШО (EuroGOOS). Региональные системы наблюдений за состоянием океана. Отечественная система наблюдений ЕСИМО. Наблюдательные системы за состоянием океана. Международный проект АРГО. Международные проекты в области оперативной океанографии. Использование спутниковых данных в оперативной океанографии.	16	8

№ п/п	№ темы дисциплины	Тематика семинаров и практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
		Альтиметрические данные, данные о температуре поверхности океана и солености. Прогноз эволюции ледяного покрова. Организация океанографического обслуживания в России. Основные продукты оперативной океанографии Санкт-Петербургского ЦГМС-Р		
2	4.3.2	Модели ветровых волн. Данные о приливах и их предвычисление приливов основе различных программных продуктов WXTide32 и др. Оперативные прогнозы наводнений с использованием моделирующей системы "CARDINAL".	12	2
3	4.3.3	Обзор современных моделей переноса и распространения загрязнений. Модельная система ADIOS2 .	10	2
4	4.3.4	Методы ассимиляции данных наблюдений в различных прогностических гидродинамических моделях.	4	2

Таблица 6.

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ п/п	№ темы дисциплины	Тематика семинаров и практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	4.3.1	Глобальные оперативные системы - на примере ЕвроГЧО (EuroGOOS). Региональные системы наблюдений за состоянием океана. Отечественная система наблюдений ЕСИМО. Наблюдательные системы за состоянием океана. Международный проект АРГО. Международные проекты в области оперативной океанографии. Использование спутниковых данных в оперативной океанографии. Альтиметрические данные, данные о температуре поверхности океана и солености. Прогноз эволюции ледяного покрова. Организация океанографического обслуживания в России. Основные продукты оперативной океанографии Санкт-Петербургского ЦГМС-Р	3	1
2	4.3.2	Модели ветровых волн. Данные о приливах и их предвычисление приливов основе различных	4	1

№ п/п	№ темы дисциплины	Тематика семинаров и практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
		программных продуктов WXTide32 и др. Оперативные прогнозы наводнений с использованием моделирующей системы "CARDINAL".		
3	4.3.3	Обзор современных моделей переноса и распространения загрязнений.	3	1
4	4.3.4	Методы ассимиляции данных наблюдений в различных прогностических гидродинамических моделях.	2	1

Таблица 7.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения

№ п/п	№ темы дисциплины	Тематика семинаров и практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	4.3.1	Лабораторная работа "Исследование динамики ледяного покрова в Арктике".	16	4
2	4.3.2	Расчет ветрового волнения с помощью математической модели SWAN..	12	6
3	4.3.3	Расчет характеристик нефтяного загрязнения с использованием моделирующей системы ADIOS2 .	10	4

Таблица 8.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ п/п	№ темы дисциплины	Тематика семинаров и практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	4.3.1	Лабораторная работа "Исследование динамики ледяного покрова в Арктике".	3	1
2	4.3.2	Расчет ветрового волнения с помощью математической модели SWAN..	4	2
3	4.3.3	Расчет характеристик нефтяного загрязнения с использованием моделирующей системы ADIOS2 .	3	2

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

Дополнительные методические материалы: презентации с лекциями, описание моделирующей системы CARDINAL, описание модели расчета нефтяных загрязнений и др. размещены в информационной среде, созданной на базе платформы SAKAI <http://sakai.rshu.ru> (предварительно зарегистрироваться в SAKAI у преподавателя), профильные Интернет сайты: www.satin.rshu.ru, www.aari.ru, www.boos.org, www.copernicus.com

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 - 70;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 10
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30 ;

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика 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 – **зачет**.

Форма проведения **зачета** - письменно по билетам.

Перечень вопросов для подготовки к зачету

ПК-2

1. Дать определение оперативной океанографии (ОО), основные цели и задачи решаемые в рамках ОО.
2. Структура оперативных океанографических систем, их назначение.
3. Перечислить региональные оперативные системы, их состав, назначение и оперативная продукция.
4. Перечислить основные продукты ОО, их назначение.
5. Международные центры оперативных данных, их назначение и роль в оперативной океанографии.
6. Основные цели и задачи ЕСИМО, структура ЕСИМО.
7. Наблюдательные системы за состоянием Мирового океана.
8. Программа наблюдений "АРГО", какими данными она обеспечивает, с каким временным периодом
9. Определение ассимиляции данных. Понятие о задаче усвоения, как об обратной (некорректно поставленной) задаче.
10. Для чего привлекается процедура ассимиляции. Основные трудности, возникающие при ассимиляции различных видов данных наблюдений.
11. Основные методы ассимиляции данных в океанологии. Простые ассимиляционные схемы по типу nudging (анализ Крессмана, релаксационные схемы), их недостатки.
12. Необходимость вероятностного подхода. Основные понятия и термины (вектор состояния, background, анализ, оператор наблюдений, ошибки).
13. Статистический и вариационный методы ассимиляции. Основные уравнения.
14. Ковариационная матрица ошибок
15. Использование спутниковых данных в оперативной океанографии.

16. Организация оперативного обслуживания пользователей в России.

ПК-4

17. Схема оперативного модельного комплекса для прогноза гидрофизических характеристик в Финском заливе (GULFOOS).

18. Оперативные гидродинамические модели. В чем их отличие от обычных гидродинамических моделей.

19. Перечислить волновые оперативные модели, отметить их особенности и отличия.

20. Основное уравнение, на котором основана волновая модель SWAN.

21. Схема оперативного модельного комплекса для прогноза гидрофизических характеристик в Финском заливе (GULFOOS).

22. Структура оперативной модели переноса и трансформации нефтяных загрязнений OilMARS

23. Моделирование переноса и трансформации нефти в ледовых условиях

24. Основные процессы моделируются с помощью модели OilMARS

25. Особенности прогностических моделей переноса нефтяных загрязнений.

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 9.

Распределение баллов по видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-10
Сдача в установленные сроки лабораторных работ	0-25
Выступление с презентацией доклада на семинарских занятиях в установленный срок	0-25
Активное участие в обсуждениях тем на семинарских занятиях	0-10
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

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

Таблица 10.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	50-100
Незачтено	0-49

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 «Оперативная океанография»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Т. Р. Ерёмкина, Е. В. Софьина, И. Дайлидиене Оперативная океанография. - СПб.: изд. РГГМУ, 2014. - 99 с. http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_c96028df353740e1bf68c706e51a4a36.pdf
http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f792c31202994e6d9f08ee3750c013c5.pdf

2. З.К. Абузаров, И.О. Думанская, Е.С. Нестеров Оперативное океанографическое обслуживание. Москва; Обнинск: Изд. «ИГ-СОЦИН», 2009, 288 с. (библ. РГГМУ: 1 экз.)

Дополнительная литература:

1. Становой В.В., Еремина Т.Р. и др. Оперативно-прогностическое моделирование распространения нефтяных загрязнений в Финском заливе // Ученые Записки РГГМУ, № 18, 2011, с. 151-169.
2. . Аверкиев А.С., Клеванный К.А. Расчёт экстремальных уровней воды в восточной части Финского залива // Метеорология и гидрология. 2009. № 11. С. 59 – 69.
3. Зеленко А.А. Оперативная океанология в Гидрометцентре: состояние и перспективы [Электронный ресурс] / А.А. Зеленко, Ю.Д. Реснянский, Б.С. Струков.// Труды ГОИН. - 2015. – Вып. 216. – С. 157-171. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29206339>
4. Комплексные исследования морей России: оперативная океанография и экспедиционные исследования [Электронный ресурс]: материалы молодежной научной конференции (Севастополь, 25-29 апреля 2016 г.) / Морской гидрофизический институт РАН. – Севастополь, 2016. – 586 с. - URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26198020>
5. Пустовойтенко В.В. Оперативная океанография: спутниковая альтиметрия, современное состояние, перспективы и проблемы [Электронный ресурс] / В.В. Пустовойтенко, А.С. Запелов; науч.ред. Г.К. Коротаев. - Севастополь, 2012. – 218 с. - (Сер. 11: Современные проблемы океанологии). – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=23630028>
6. Численное моделирование динамики вод южных морей России в рамках задач оперативной океанографии [Электронный ресурс] / А.В. Григорьев, В.А. Кубряков, Л.Д. Федотова, И.В. Чариков // Труды Государственного океанографического института. - 2011. - № 213.- С. 80-90. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18904412>

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Информационная обучающая среда SAKAI <http://sakai.rshu.ru>
2. <http://www.myocean.eu>
3. <http://www.seadatanet.org>
4. <http://www.eurogoos.eu>
5. www.gulfoos.rshu.ru
6. www.boos.org
7. www.oceaninfo.ru
8. www.satin.rshu.ru
9. www.aari.ru
10. www.copernicus.com

...

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Windows ...

8.4. Перечень информационных справочных систем

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа № 311, Учебный корпус №2 г. Санкт-Петербург, Металлистов проспект, д. 3 – укомплектована специализированной (учебной) мебелью, набором демонстрационного оборудования и

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации, соответствующие рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа -№ 311, Учебный корпус №2 г. Санкт-Петербург, Металлистов проспект, д. 3 укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций № 401а, Учебный корпус №2 г. Санкт-Петербург, Металлистов проспект, д. 3 - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации № 311- Учебный корпус №2 г. Санкт-Петербург, Металлистов проспект, д. 3 укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы № 401а – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

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.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и КУПЗ от 30.06.2022 № 12