

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 СИСТЕМ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):

Океанология

Уровень:

Магистратура

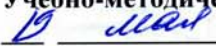
Форма обучения

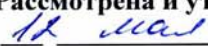
Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Аверкиев А.С.

Председатель УМС
 И.И. Палкин

Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ
 20  г., протокол № 

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
 20  г., протокол № 
Зав. кафедрой  Хаймина О.В.

Автор-разработчик:
 Чанцев В.Ю.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка магистров, владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками, необходимыми для профессионального проведения исследований в области моделирования природных систем.

Задачи:

- освоение теоретических основ методов разработки математических моделей различных природных систем;
- изучение современных подходов исследования природных систем, как простых и сложных динамических систем;
- обучение корректной формулировке задач исследования, математического представления задачи, выбор методов численной реализации и анализа получаемых результатов с использованием современных вычислительных средств.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина «Моделирование природных систем» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 профессиональной подготовки магистров по направлению 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология», профиля «Океанология» (Б1.В.05) и изучается во 2 и 3 семестрах обучения.

Изучение данной дисциплины основывается на знании студентами курсов «Физика», «Высшая математика», «Физика океана», «Химия океана», «Методы океанологических исследований», «Численные методы математического моделирования». Параллельно с дисциплиной «Моделирование природных систем» изучаются «Специальные главы физики атмосферы, океана и вод суши», «Теория прогнозирования», «Моделирование экологических систем» и другие.

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций раздела ПК-1 (Способность разрабатывать и реализовывать программы научных исследований по прикладной океанографии, охране морских вод и рациональному использованию ресурсов): ПК-1.2 и ПК-1.4.

Таблица 3.

Профессиональные компетенции

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
---	---	---------------------

ПК-1: Способность разрабатывать и реализовывать программы научных исследований по прикладной океанографии, охране морских вод и рациональному использованию ресурсов	ПК 1.2 Определяет цели, задачи и методы научных исследований по физической океанологии и взаимодействию океана и атмосферы	Знать: способы получения и подготовки информации о состоянии морской среды. Уметь: формировать необходимую базу данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети; Владеть: методами обработки и анализа физических процессов в океане и их взаимодействия на границе с атмосферой.
	ПК-1.4 Осуществляет практические действия, направленные на выполнение этапов научных исследований, формулирует заключение и выводы по результатам исследований.	Знать: особенности проведения этапов научных исследований, их алгоритмы и степень трудоемкости. Уметь: критически анализировать получаемые результаты, логически выстраивать результаты анализа и формулировать выводы проведенных исследований. Владеть: современными средствами математического представления получаемых результатов исследования.

4. Структура и содержание дисциплины

Таблица 4.1

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах (очная форма 2023 г.н.)

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
	2 семестр	3 семестр
Объем дисциплины	108	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	30	20
в том числе:	-	-
лекции	10	10
занятия семинарского типа:	-	-
практические занятия	10	
лабораторные занятия	10	10
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	78	52
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	-
контрольные работы	-	-
Вид промежуточной аттестации	зачет	экзамен

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах (очная форма 2021,2022 г.н)

Объем дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	
	2 семестр	3 семестр
Объем дисциплины	108	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	28
в том числе:	-	-
лекции	14	14
занятия семинарского типа:	-	-
практические занятия	14	
лабораторные занятия	14	14
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	44
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	-
контрольные работы	-	-
Вид промежуточной аттестации	зачет	экзамен

Таблица 4.2

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах (заочная форма)

Объем дисциплины	Всего часов
------------------	-------------

	Заочная форма обучения	
	1 курс	2 курс
Объем дисциплины	72	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	12	16
в том числе:		-
лекции	6	4
занятия семинарского типа:		-
практические занятия	2	
лабораторные занятия	4	4
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	60	100
в том числе:		-
курсовая работа		-
контрольные работы	1	1
Вид промежуточной аттестации	зачет	экзамен

4.1. Структура дисциплины

Таблица 5.

Структура дисциплины для очной формы обучения (2023 г.н)

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	СРС			
1	Введение	2	2					ПК-1	ПК-1.2
2	Выделение природных систем,	2	4	4	4	30	Решение типовой научной задачи, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
3	Динамические системы	2	6	8	4	46	Решение типовой научной задачи, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
4	Имитационное моделирование систем	2, 3	4	6	6	28	письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
5	Моделирование биологических и природно-экономических	3	4	4		16	Решение типовой научной задачи, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4

	систем								
6	Верификация математических моделей природных систем	3	6	6		10	Решение типовой научной задачи, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
	ИТОГО		20	20	10	130			

Структура дисциплины для очной формы обучения (2021,2022 г.н.)

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.				Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы	Практические работы	СРС			
1	Введение	2	2					ПК-1	ПК-1.2
2	Выделение природных систем,	2	4	4	4	30	Решение типовой научной задачи, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
3	Динамические системы	2	6	8	4	46	Решение типовой научной задачи, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
4	Имитационное моделирование систем	2, 3	6	6	6	14	письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
5	Моделирование биологических и природно-экономических систем	3	4	4		10	Решение типовой научной задачи, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
6	Верификация математических моделей природных систем	3	6	6		10	Решение типовой научной задачи, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
	ИТОГО		28	28	14	110			

Таблица 6

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	Лабораторные работы	Практические работы	СРС			
1	Введение	1				2		ПК-1	ПК-1.2
2	Выделение природных систем,	1	1	2		20	Контрольная работа, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
3	Динамические системы	1	2	2	1	30	письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
4	Имитационное моделирование систем	1, 2	4	2		40	письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
5	Моделирование биологических и природно-экономических систем	2	1		1	20	письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
6	Верификация математических моделей природных систем	2	2	2		50	Контрольная работа, письменный опрос	ПК-1	ПК-1.2; ПК-1.4
	ИТОГО		10	8	2	160	-	-	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение

Анализ природных систем. Накопление данных. Проблемы экологических систем. Методы оптимизации управления природными системами. Типы моделей природных систем. Методы моделирования систем. Формулировка и последовательность операций моделирования.

Выделение природных систем

Понятие о природных системах. Общие подходы к моделированию природных систем. Классы природных систем. Область и размерность природных систем. Сокращение размерности и области системы при моделировании. Переменные состояния и управляющие параметры природных систем. Эволюционные принципы и ограничения моделей природных систем. Взаимодействия в природных системах. Развитие наук о природной среде и проблема моделирования природных систем. Применение системного анализа при решении про-

блемы окружающей среды. Класс морских систем и их подклассы. Иерархическая оптимизация в природных системах.

Простые и сложные динамические системы

Классификация систем. Свойства простых систем. Структура системы. Эффективность системы. Принципы и закономерности моделирования систем. Линейные динамические системы. Задание динамических систем в виде дифференциальных уравнений. Фазовый портрет динамической системы. Анализ нелинейной системы. Стохастическая нелинейная динамика и чувствительность системы. Понятие сложной системы. Самоорганизация сложной системы. Функциональные характеристики сложной системы. Устойчивость сложных систем. Математические схемы сложных систем. Агрегация системы. Подобие систем. Дополнительные положения о подобии сложных систем. Асимптотические решения сложных систем. Экологические и эколого-экономические системы.

Имитационное моделирование

Области применения имитационного моделирования. Структура имитационной модели. Реализация имитационного моделирования. Роль параметров активного воздействия при планировании численных экспериментов. Этапы разработки имитационной модели. Понятие динамических систем. Классификация динамических систем. Имитационное моделирование сложных динамических систем. Селекция вариантов приспособительного поведения и эволюции систем достаточно высокой сложности на основе адаптивных алгоритмов случайного поиска. Оценка результатов имитационного моделирования. Структура и особенности реализации модели «Залив-река-водосбор». Стратегия имитационной модели «Залив-река-водосбор».

Моделирование биологических и природно-экономических систем

Классификация моделей биологических систем. Отличия моделей «белого ящика» и «черного ящика». Модели процессов. Модели продуктивности. Модели популяций. Моделирование миграций. Динамические модели биологических систем. Статистическая механика в биосистемах. Лагранжево описание движения частиц в вихревом поле. Особенности моделирования в эйлеровой и

логранжевой системах координат при расчете распространения пассивных гидробионтов. Постановка задачи гибридного моделирования. Реализация метода случайных блужданий при расчете распространения пассивных трассеров. Преимущества метода случайных блужданий. Особенности и различия диагностических, прогностических и имитационных моделей.

Верификация математических моделей природных систем

Формальная верификация структуры математической модели природной системы. Проверка и подготовка входных данных модели. Анализ достаточности исходных данных. Проверка направленности решения параметров модели. Дискретизация уравнений модели. Анализ и выбор численной аппроксимации модели. Проверка устойчивости и сходимости численного решения математической модели природной системы. Прямой, спектральный и энергетический методы определения устойчивости численного решения. Численная сходимость и согласованность численной схемы. Соотношение параметров сеточной области и масштабов моделируемых процессов. Проверка точности численного решения модели.

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

4.3. Лабораторные занятия, их содержание

Таблица 7.

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения (2023 г.н)

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Формулировка и построение модели системы течений поверхностного слоя океана.	6	6
3	Разработка модели распространения трассеров методом случайных блужданий.	6	6
5	Выявление особенностей численного моделирования нелинейных дифференциальных уравнений.	6	6
6	Возможное определение абсолютной ошибки численного решения дифференциальных уравнений	2	2

Содержание лабораторных занятий для очной формы обучения (2021, 2022 г.н.)

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Формулировка и построение модели системы течений поверхностного слоя океана.	7	7
3	Разработка модели распространения трассиров методом случайных блужданий.	7	7
5	Выявление особенностей численного моделирования нелинейных дифференциальных уравнений.	7	7
6	Возможное определение абсолютной ошибки численного решения дифференциальных уравнений	7	7

Таблица 8

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Формулировка и построение модели системы течений поверхностного слоя океана.	2	2
3	Разработка модели распространения трассиров методом случайных блужданий.	2	2
5	Выявление особенностей численного моделирования нелинейных дифференциальных уравнений.	2	2
6	Возможное определение абсолютной ошибки численного решения дифференциальных уравнений	2	2

4.4. Практические занятия, их содержание

Таблица 9.

Содержание практических занятий для очной формы обучения (2021, 2022г.н.)

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Моделирование миграций и распространения пассивных гидробионтов	1	1
3	Модель случайных блужданий пассивных маркеров	1	1
3	Статистическая механика в биосистемах	2	2
3	Выявление границ и структуры динамических систем	2	2
3	Иерархическая оптимизация динамической системы	2	2

4	Разработка имитационной модели динамической системы	2	2
5	Селекция вариантов приспособительного поведения	1	1
5	Разработка структуры модели «Залив-река-водосбор»	1	1
6	Проверка устойчивости нелинейного уравнения адвекции	2	2

Содержание практических занятий для очной формы обучения (2023г.н.)

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Моделирование миграций и распространения пассивных гидробионтов	1	1
3	Модель случайных блужданий пассивных маркеров	1	1
3	Статистическая механика в биосистемах	1	1
3	Выявление границ и структуры динамических систем	1	1
3	Иерархическая оптимизация динамической системы	1	1
4	Разработка имитационной модели динамической системы	1	1
5	Селекция вариантов приспособительного поведения	1	1
5	Разработка структуры модели «Залив-река-водосбор»	1	1
6	Проверка устойчивости нелинейного уравнения адвекции	2	2

Таблица 10.

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
3	Выявление границ и структуры динамических систем	1	1
3	Иерархическая оптимизация динамической системы	1	1

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

Электронные ресурсы, разработанные в рамках дисциплины, размещен-

ные на сайте «Моделирование природных систем» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>):

- конспекты лекций;
- презентации с разъяснением способов решения практических научных задач;
- методические указания по выполнению типовых научных заданий;
- вспомогательные информационные материалы (таблицы, примеры);
- средства для текущего контроля.

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 – 63;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 7;
- 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.

Текущий контроль реализуется в электронном виде на сайте «Моделирование природных систем» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>):

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **зачет (2 семестр), экзамен (3 семестр).**

Форма проведения **зачета**: устно.

Перечень вопросов для подготовки к зачету (2 семестр):

ПК-1.2, ПК-1.4

1. Определение природных систем. Типы моделей природных систем.
2. Область и размерность природных систем.
3. Переменные состояния и управляющие параметры природных систем.
4. Сокращение размерности и области природной системы при моделировании.
5. Эволюционные принципы и ограничения моделей природных систем.
6. Взаимодействия в природных системах.
7. Отличия структурных и статистических моделей.
8. Особенности и различия диагностических, прогностических и имитационных моделей.
9. Гибридные математические модели.
10. Роль параметров активного воздействия в структурных моделях.
11. Отличия управляющих параметров модели от параметров активного воздействия
12. Формулировка подобия природных процессов. Подобие в узком и широком смысле.
13. Классификация динамических систем.
14. Самоорганизация сложной системы.
15. Фазовый портрет динамической системы
16. Функциональные характеристики сложной системы.
17. Условия подобия.
18. Первая теорема подобия.
19. Зависимость инвариант подобия. Вторая теорема подобия
20. Первое дополнительное положение о подобии сложных систем
21. Второе дополнительное положение о подобии сложных систем

Форма проведения **экзамена**: устно по билетам.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (3 семестр):

ПК-1.2, ПК-1.4

1. Типы моделей природных систем.
2. Сокращение размерности и области природной системы при моделировании.
3. Переменные состояния и управляющие параметры природных систем.
4. Эволюционные принципы и ограничения моделей природных систем.
5. Взаимодействия в природных системах.
6. Преимущества метода случайных блужданий.
7. Отличия структурных и статистических моделей.
8. Особенности и различия диагностических, прогностических и имитационных моделей.
9. Гибридные математические модели.
10. Роль параметров активного воздействия в структурных моделях.
11. Фазовый портрет динамической системы
12. Устойчивость сложных систем.
13. Математические схемы сложных систем.
14. Агрегация системы.
15. Асимптотические решения сложных систем.
16. Этапы верификации математических моделей.
17. Особенности и отличия Эйлеровой и Лагранжевой координатных систем
18. Отличия управляющих параметров модели от параметров активного воздействия
19. Особенности структуры имитационных моделей
20. Устойчивость и сходимость разностных схем.
21. Структура и особенности реализации модели «Залив-река-водосбор».
22. Критерии гидродинамического подобия.
23. Формулировка подобия природных процессов. Подобие в узком и широком смысле.
24. Критерии подобия в моделях природных систем.
25. Возможность решения задачи диффузии примеси в море в лагранжевой системе координат.

26. Проверка сходимости разностных аппроксимаций.
27. Прямой метод определения устойчивости.
28. Валидация математической модели.
29. Первое дополнительное положение о подобии сложных систем
30. Второе дополнительное положение о подобии сложных систем

Таблица 11.

Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме экзамен

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 преподавателя;	10
Полный, но неуверенный правильный ответ с примерами из экологических задач, с наводящими вопросами преподавателя, правильные ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя	20
Полный исчерпывающий уверенный правильный ответ с примерами из экологических задач, без подсказок и наводящих вопросов преподавателя; правильные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя	30
Итого	0-30

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 12.

Распределение баллов по основным видам учебной работы (2 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-7
Типовая научная задача №1	0-24
Типовая научная задача №2	0-24
Письменный опрос	0-15
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 13

Распределение баллов по основным видам учебной работы (3 семестр)

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-7
Типовая научная задача №3	0-24
Типовая научная задача №4	0-24
Письменный опрос	0-15
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 14.

Балльная шкала итоговой оценки на зачете

Оценка	Баллы
Зачтено	40-100
Незачтено	0-39

Таблица 15.

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 «Моделирование природных систем».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Моделирование морских систем / под ред. Ж. Ниуля. - Л.: Гидрометеиздат, 1978
2. Р. Шеннон Имитационное моделирование систем – искусство и наука – М.: Мир, 1978, 424 с.
3. Ю.А. Рыжиков Имитационное моделирование – М.: Альтекс, 2004, 384 с.
4. А.М. Лоу, В.Д. Кельтон Имитационное моделирование – С-Пб.: ВИНУ, 2004, 848 с.

5. Емельянов А.А., Власова Е.А., Дума Р.В. Имитационное моделирование экономических процессов. М.: Финансы и статистика, 2002
6. Модели многовидового управления / под ред. *Т.Рёдсета*. – М.: изд. ВНИРО, 2002.
7. Бусленко, Н. П. Моделирование сложных систем. – М. : Наука, 1978.
8. Е. Бенькович, Ю. Колесов, Ю. Сениченков Практическое моделирование динамических систем – С-Пб.: БХВ, 2002.
9. Дж.Д. Биркгоф Динамические системы – Ижевск: Изд. Дом «Удмурский Университет», 1999, 408 с.
10. Г.И. Баренблатт Подобие, автомодельность, промежуточная ассимптотика. –Л.: Гидрометеиздат, 1982, 257 с.

Дополнительная литература

1. Боуден К. Физическая океанография прибрежных вод. Пер. с англ. –М.: Мир, 1988, 324 с.
2. Бусленко Н.П., Калашников В.В., Коваленко И.Н. Лекции по теории сложных систем. – М.: Советское радио, 1973, 440 с.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Конспекты лекций, презентации, методические материалы по выполнению типовых научных заданий и вспомогательные информационные материалы, размещенные на сайте «Моделирование природных систем» в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>)

8.3. Перечень программного обеспечения

- 1.Операционные системы Windows 7,10;
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office.

3. Свободно распространяемый программный продукт компилятор G-Fortan. Режим доступа:

https://masuday.github.io/fortran_tutorial/install_gfortran_windows.html

4. Свободно распространяемый программный продукт PAST3v.4. Режим доступа: <https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past/>

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. ЭБС Юрайт
2. Электронно-библиотечная система elibrary;

8.5. Перечень профессиональных баз данных:

1. Гидрометеорологическая информация открытого доступа. Режим доступа: <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/>
2. Гидрометеорологическая информация Гидрометцентра РФ. Режим доступа: <http://meteo.ru/data>
3. Промысловая база данных FAO.org. Режим доступа: <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>

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 типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и проме-

жуточной аттестации, укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, служащим для представления учебной информации

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет"

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 дистанцион-

ных образовательных технологий

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

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

Протокол заседания кафедры прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и комплексного управления прибрежными зонами от 30.06.2022 №12

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2023/2024 учебный год с изменениями (см. лист изменений)

Протокол заседания кафедры прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и комплексного управления прибрежными зонами от 22.06.2023 №12

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Учебный год	Изменения
1	2023/2024	Количество часов контактной работы очной формы обучения (таблицы 4.1, 5, 7,9)