

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

МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):

Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами

Уровень:

Магистратура

Форма обучения

Очная/заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Морская деятельность и
комплексное управление
прибрежными зонами»

 Плинк Н.Л.

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.

Авторы-разработчики:

 Малинин В.Н.
 Гордеева С.М.

Санкт-Петербург 2021

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – подготовка магистров, обучающихся по направлению «Прикладная гидрометеорология», владеющих знаниями в области многомерного статистического анализа и их использованию для анализа гидрометеорологической информации с помощью современных ЭВМ.

Задачи:

- освоение теоретических основ методов многомерного статистического анализа в объеме, необходимом для их практического использования при обработке информации;
- изучение современных пакетов прикладных статистических программ для персональных компьютеров;
- обучение корректной постановке задач исследования, алгоритмов расчетов и анализа полученных результатов с использованием персональных компьютеров.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» относится к дисциплинам обязательной части Блока 1 профессиональной подготовки магистров по направлению 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология», профиля «Морская деятельность и комплексное управление прибрежными зонами» (Б1.О.03) и изучается во 2 семестре обучения.

Предлагаемая программа базируется на предварительном освоении курса математики (раздел Матричная алгебра), курса Теории вероятностей и математической статистики, а также фундаментальных естественнонаучных дисциплин. Кроме того, необходимыми являются умения использовать программные средства компьютера для расчетных задач, а также использовать сеть Интернет для поиска и получения экологической информации.

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» позволяет более полно усвоить материал параллельно изучаемых дисциплин «Моделирование

природных процессов» (Б1.О.06), «Базы гидрометеорологических данных» (Б1.О.07), «Теория прогнозирования океанологических процессов» (Б1.В.02), «Океанологическое обеспечение транспортной инфраструктуры Арктических морей» (Б1.В.09).

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций раздела ОПК-2 (Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ): ОПК-2.1; ОПК-2.2, и раздела ОПК-4 (Способность самостоятельно обобщать результаты, полученные в процессе решения профессиональных задач, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию): ОПК-4.1.

Таблица 3.

Профессиональные компетенции		
Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ОПК-2 (Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ)	ОПК 2.1 Формулирует естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Знать: методологию постановки задач исследования для решения проблемы, методы исследований для выявления составляющих проблемы и связи между ними. Уметь: выбрать верный набор методов для адекватного решения поставленных задач исследования с применением вычислительной техники, их алгоритмы и оценить степень трудоемкости решения различных задач. Владеть: специальной статистической терминологией; современными технологиями и методами статистических расчетов.
	ОПК 2.2 Использует качественно-	Знать: способы получения и подготовки информации для ста-

	количественный анализ для решения поставленной задачи и обобщения полученных результатов	статистических расчетов, теоретические математические основы статистических методов исследования, Уметь: сформировать правильный набор данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети; провести расчеты с помощью общего и специального программного обеспечения. Владеть: современными технологиями получения информации из специализированных баз данных или на основе своих наблюдений; технологиями расчетов с помощью общего и специального программного обеспечения.
ОПК-4 Способность самостоятельно обобщать результаты, полученные в процессе решения профессиональных задач, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию	ОПК-4.1 Самостоятельно обобщает результаты решения профессиональных задач, применяя системный и междисциплинарный подходы	Знать: Особенности интерпретации результатов применения методов статистических исследований к гидрометеорологической информации. Уметь: на основе полученных результатов делать анализ гидрометеорологических процессов и явлений, формулировать выводы. Владеть: специальной статистической терминологией

4. Структура и содержание дисциплины

Таблица 4.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
	2 семестр	1 курс
Объем дисциплины	144	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	56	16
в том числе:	-	-
лекции	28	8

занятия семинарского типа:	-	-
практические занятия	-	-
лабораторные занятия	28	8
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	88	128
в том числе:	-	
курсовая работа	-	
контрольные работы	-	
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

4.1. Структура дисциплины

Таблица 5.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Лабораторные работы	СРС			
1	Введение	2	2	2	8		ОПК-2	ОПК-2.1
2	Многомерный регрессионный анализ	2	6	6	16	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1
3	Метод главных компонент	2	6	6	14	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1
4	Метод факторного анализа	2	4	4	20	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1
5	Кластерный анализ	2	10	10	30	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1
	ИТОГО		28	28	88	-	-	-

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	СРС			
1	Введение	1	2	2	8		ОПК-2	ОПК-2.1
2	Многомерный регрессионный анализ	1	2	2	26	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1
3	Метод главных компонент	1	1	1	24	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1
4	Метод факторного анализа	1	1	1	30	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1
5	Кластерный анализ	1	2	2	40	Решение типовой научной задачи, компьютерное тестирование	ОПК-2, ОПК-4	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-4.1
	ИТОГО		8	8	128	-	-	-

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение

Общая характеристика и классификация методов многомерного анализа. Основные задачи, решаемые с помощью этих методов. Требования к исходной информации. Современные базы гидрометеорологических и экологических данных. Сравнительная характеристика современных пакетов прикладных статистических программ, их достоинства и недостатки.

Многомерный регрессионный анализ

Классификация регрессионных зависимостей. Основные этапы и задачи регрессионного анализа. Классическая модель множественной линейной регрессии (МЛР). Оценивание параметров модели МЛР. Оценка адекватности мо-

дели. Частный коэффициент корреляции и его использование в МЛР. Причины мультиколлинеарности и методы её устранения. Обобщенная линейная модель множественной регрессии и оценивание её параметров. Взвешенный метод наименьших квадратов. Методы построения оптимальных регрессионных моделей. Достоинства и недостатки пошаговых алгоритмов. Понятие о гребневой регрессии. Нелинейный регрессионный анализ. Методы анализа остатков регрессионных моделей. Практические рекомендации по построению, анализу и интерпретации регрессионных моделей применительно к задачам гидрометеорологии.

Метод главных компонент

Основные понятия и определения. Структурная схема компонентного анализа. Вычисление главных компонент. Геометрическая интерпретация главных компонент и их оптимальные свойства. Достоинства и недостатки метода главных компонент. Основные проблемы и перспективы использования метода в гидрометеорологии. Понятие о нелинейном методе главных компонент.

Метод факторного анализа

Постановка задачи факторного разложения. Виды дисперсий в факторном анализе. Методы вычисления общностей. Основные методы определения факторов. Вращение факторов и принцип простой структуры. Особенности геометрической интерпретации факторного разложения. Различные техники проведения факторного анализа. Практические рекомендации по интерпретации главных факторов. Перспективные направления использования метода факторного анализа в гидрометеорологии.

Кластерный анализ

Понятие о теории распознавания образов. Сущность кластерного анализа и его геометрическая интерпретация. Основные этапы кластерного анализа: выбор системы признаков, снижение размерности признакового пространства, выбор меры близости, выбор алгоритма классификации и оценка её качества. Классификация методов кластерного анализа. Эвристические алгоритмы классификации. Иерархические алгоритмы классификации. Критерии качества

классификации. Сравнительный анализ различных моделей классификации и их использование при решении задач гидрометеорологии.

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

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Знакомство с современными пакетами прикладных статистических программ. Подготовка исходных матриц к расчетам.	2	2
2	Построение оптимальной модели МЛР на основе пошаговых процедур	6	4
3	Разложение гидрометеорологических полей на основе метода главных компонент	6	4
4	Районирование на основе метода факторного анализа	4	4
5	Районирование и классификация по разным признакам на основе методов кластерного анализа	10	8

Таблица 8.

Содержание лабораторных занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика лабораторных занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
1	Знакомство с современными пакетами прикладных статистических программ. Подготовка исходных матриц к расчетам.	2	2
2	Построение оптимальной модели МЛР на основе пошаговых процедур	2	2
3	Разложение гидрометеорологических полей на основе метода главных компонент	1	1
4	Районирование на основе метода факторного анализа	1	1
5	Районирование и классификация по разным признакам на основе методов кластерного анализа	2	2

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

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

- конспекты лекций;
- презентации с аудиосопровождением с разъяснением способов решения практических научных задач;
- методические указания по выполнению типовых научных заданий;
- вспомогательные информационные материалы (таблицы, примеры);
- тесты 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 - 55;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 5;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов - 15.

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 «МСА-О» в

интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>):

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен (2 семестр)

Форма проведения экзамена: устно по билетам.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ОПК-2, ОПК-4.1

1. Формулирование модели МЛР и требования к исходным данным.
2. Математический аппарат МЛР.
3. Коэффициент множественной корреляции и его свойства.
4. Оценивание параметров МЛР.
5. Структурные противоречия модели МЛР. Выбор системы эффективных предикторов.
6. Частный коэффициент корреляции и его использование в МЛР.
7. Особенности построения и оценивания нелинейной модели множественной регрессии.
8. Проблема мультиколлинеарности.
9. Анализ регрессионных остатков. Критерий Дарбина-Уотсона.
10. Постановка задачи метода главных компонент.
11. Математический аппарат МГК.
12. Геометрическая интерпретация МГК.
13. Свойства главных компонент.
14. Оценивание параметров МГК.
15. Проблемы использования, достоинства и недостатки МГК.
16. Классификация методов и идеология факторного анализа.
17. Дисперсия факторной модели. Основная факторная теорема.
18. Поиск факторного решения. Оценка общностей.
19. Проблемы вращения факторов. Критерии ортогонального вращения.
20. Достоинства и недостатки факторной модели.
21. Сравнительный анализ МГК и МФА.
22. Общие сведения и постановка задачи кластерного анализа
23. Основные этапы кластерного анализа
24. Выбор исходных признаков и методы снижения признакового пространства
25. Выбор меры близости в кластерном анализе
26. Эвристические алгоритмы классификации
27. Иерархические алгоритмы классификации
28. Критерии качества классификации
29. Перспективы использования кластерного анализа в гидрометеорологии

Таблица 12.

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 видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-14
Решение типовых научных задач	0-36
Тестирование	0-20
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 13

Распределение баллов по основным видам учебной работы

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий	0-14
Типовая научная задача №1	0-6
Типовая научная задача №2	0-10
Типовая научная задача №3	0-10
Тестирование	0-20
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-90

Таблица 14

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Дополнительное задание к типовой научной задаче №2	5
Дополнительное задание к типовой научной задаче №3	5
ИТОГО	0-10

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

Таблица 17.

Балльная шкала итоговой оценки по дисциплине (2 и 3 семестр)

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 «Название дисциплины».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Вайновский П.А., Малинин В.Н. Методы обработки и анализа океанологической информации. Ч.II. Многомерный анализ. - СПб., Изд. РГГМИ, 1992.- 96 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-503155658.pdf

2. Смирнов Н.П., Вайновский П.А., Титов Ю.Э. Статистический анализ и прогноз океанологических процессов.– СПб.:Гидрометеиздат, 1992.- 198 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-0905103.pdf

3. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. СПб.: РГГМУ, 2008. - Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417184359.pdf

Дополнительная литература

1. Алексеев В.Г. Некоторые вопросы статистического анализа периодически коррелированных временных рядов [Электронный ресурс] / А.Г. Алексеев

// Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. 2005. Т. 41. № 1. С. 125-130. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9137867>

2. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных [Электронный ресурс]: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Н. И. Сидняев.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Издательство Юрайт, 2018.— 495 с.— URL: <https://biblio-online.ru/book/5C45231A-3D80-4AEE-B267-011D9B22671B>

3. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 164 с. — (Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-09216-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/427449> (дата обращения: 29.06.2019).

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Конспекты лекций, презентации с аудиосопровождением, методические материалы по выполнению типовых научных заданий и вспомогательные информационные материалы, размещенные на сайте «МСА-О» 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 PAST3v.4. Режим доступа: <https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past/>

4.	Интернет-программа	RADIANT
https://vnijs.shinyapps.io/radiant/?SSUID=ac9ba85165		

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. ЭБС Юрайт

2. Электронно-библиотечная система elibrary;
3. Электронная библиотека РГГМУ elib.rshu.ru

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>

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 промежуточной 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 дистанционных 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