

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Прикладной океанографии ЮНЕСКО-МОК и охраны природных вод

Рабочая программа по дисциплине

МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

05.04.06 «Экология и природопользование»

Направленность (профиль):

Экологические проблемы больших городов и промышленных зон

Квалификация:

Магистратура

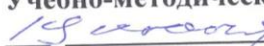
Форма обучения

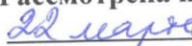
Очная/Очно-заочная

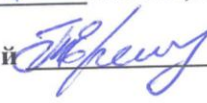
Согласовано
Руководитель ОПОП
«Экологические проблемы больших
городов и промышленных зон»

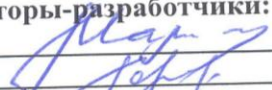
 В.А. Шелутко

Утверждаю
Председатель УМС  И.И. Палкин

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

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
 2018 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Еремина Т.Р.

Авторы-разработчики:
 Малинин В.Н.
 Гордеева С.М.

Санкт-Петербург 2018

1. Цели освоения дисциплины

Целью дисциплины «Многомерный статистический анализ» является подготовка магистров, обучающихся по направлению «Экология и природопользование», владеющих знаниями в области многомерного статистического анализа и их использованию для анализа гидрометеорологической информации с помощью современных ЭВМ.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» относится к дисциплинам вариативной части профессиональной подготовки магистров по направлению 05.04.06 – Экология и природопользование, профиля «Экологические проблемы больших городов и промышленных зон».

Для полного освоения данной дисциплины, обучающиеся должны обладать следующими знаниями и умениями, приобретенными в результате освоения предшествующих дисциплин, в том числе – в бакалавриате:

- знать матричную алгебру и выполнять операции с матрицами (дисциплина «Математика»);
- уметь использовать программные средства компьютера для расчетных задач (дисциплины «Информатика», «Вычислительная математика»);
- знать методы описательной статистики, корреляционный и регрессионный анализ, теорию проверки статистических гипотез, методы анализа временных рядов (дисциплина «Методы обработки и анализа геоэкологической информации»);
- знать содержание и структуру баз экологических данных, уметь использовать сеть Интернет для поиска и получения экологической информации (дисциплины «Банки и базы данных в геоэкологии», «Компьютерные технологии в экологии и природопользовании»);
- знать особенности получения экологической информации, её основные погрешности (дисциплина «Геоэкологический мониторинг»);
- уметь использовать ГИС для представления пространственной экологической информации (дисциплина «Геоинформационные системы»);

– знать закономерности географического и физического распределения основных гидрометеорологических характеристик, а также происходящих в природе процессов, проводить физический анализ наблюдаемых феноменов (дисциплины «Учение о гидросфере», «Учение об атмосфере»).

– уметь подготавливать отчет о результатах исследований, грамотно и логично излагать свои мысли (дисциплины «Русский язык и культура речи», «Официально-деловой стиль речи»)

Дисциплина «Многомерный статистический анализ» позволяет более полно усвоить материал параллельно изучаемых дисциплин «Геоэкологическое проектирование и экспертиза», «Системная экология», «Компьютерные технологии и статистические методы в экологии и природопользовании».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 – способность формулировать проблемы, задачи и методы научного исследования; получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; обобщать полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний; формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований;

ПК-3 – владение основами проектирования, экспертно-аналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов.

ПК-4 – использование современных методов обработки и интерпретации экологической информации при проведении научных и производственных исследований;

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Специальные главы статистического анализа процессов и полей» обучающийся должен:

Знать:

- теоретические положения многомерных статистических методов;
- способы получения и подготовки информации для статистических расчетов;
- алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники.

Уметь:

- корректно ставить задачу исследования неизвестных гидрометеорологических процессов на основе данных наблюдений;
- сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети;
- провести статистические расчеты с применением вычислительной техники;
- на основе полученных результатов сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений;
- подготовить реферат или научную публикацию.

Владеть:

- специальной статистической терминологией;
- современными технологиями и методами статистических расчетов;
- навыками использования современных статистических пакетов прикладных программ

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Многомерный статистический анализ» сведены в таблице.

**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения
и критериям их оценивания**

Этап (уровень) освоения компетенции	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не знает	Слабо ориентируется в статистической терминологии. Не имеет представления о теоретических основах статистических методов. Не знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов Знает, что существуют алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники	Понимает некоторую статистическую терминологию Знает теоретические основы некоторых простейших статистических методов (среднее и т.п), некоторые статистические термины. Знает способы получения и подготовки легкодоступной информации для статистических расчетов. Знает простейшие алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники (расчет среднего и т.п.).	Понимает основную статистическую терминологию. Знает теоретические основы основных статистических методов (корреляция и т.п) и связанные с ними статистические термины. Знает наиболее распространенные способы получения и подготовки информации для статистических расчетов. Знает основные алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники (расчет среднего и т.п.).	Понимает основную статистическую терминологию Знает теоретические основы большинства входящих в программу статистических методов, статистическую терминологию; Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов; Знает большую часть алгоритмов статистических расчетов с применением вычислительной техники.
	не умеет	Не выделяет основные идеи для формирования задач исследования. Использует методы	Способен использовать любой готовый набор статистических данных о физическом объекте без критичности к их	Способен сформировать простой правильный набор статистических данных о физическом объекте на ос-	Умеет сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных

		статистической обработки только с консультантом. Расчеты выполняет с грубыми ошибками. Не способен на основе полученных результатов сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Отчет о проделанной работе готовит с грубыми ошибками.	качеству. Использует методы статистической обработки и расчеты только с методическим пособием. На основе полученных результатов может сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений только для очевидных случаев. Отчет о проделанной работе готовит со значительными недостатками, в основном в визуализации результатов.	нове натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети Интернет без критичности к их качеству. Использует методы статистической обработки и расчеты только с методическим пособием. На основе полученных результатов может сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Отчет о проделанной работе готовит с незначительными недостатками в визуализации результатов.	наблюдений или баз данных открытой глобальной сети Интернет, оценить их качество. Умеет выбрать адекватный метод статистической обработки, провести статистические расчеты с использованием справочного материала. Умеет на основе полученных результатов сделать минимальный анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Умеет подготовить отчет о проделанной работе без значительных замечаний.
	не владеет	Не может сформулировать задачу поиска гидрометеорологической информации в глобальной сети Интернет. Не владеет навыками использования современных статистических пакетов прикладных программ. Не может дать оценку полученных результатов	Имеет представление о том, как гидрометеорологическую информацию найти в глобальной сети Интернет. Владеет полученными при обучении простейшими приемами использования статистического программного обеспечения общего назначения (MS Excel) Может оценить качество полученной информации и результатов расчетов только	Владеет ограниченными, полученными в процессе обучения, способами поиска и получения гидрометеорологической информации в глобальной сети Интернет Неуверенно владеет полученными при обучении навыками использования статистического программного обеспечения общего назначения (MS Excel). Может оценить качество	Владеет полученными в процессе обучения способами поиска и получения гидрометеорологической информации в глобальной сети Интернет на конкретных сайтах. Владеет полученными при обучении навыками использования статистического программного обеспечения общего назначения. Может адекватно оценить качество

			после консультации	полученной информации и результатов расчетов только для очевидных случаев.	полученной информации и результатов расчетов только для очевидных случаев.
базовый	не знает	Понимает некоторую статистическую терминологию. Знает теоретические основы некоторых простейших статистических методов (среднее и т.п), некоторые статистические термины. Знает способы получения и подготовки легкодоступной информации для статистических расчетов. Знает простейшие алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники (расчет среднего и т.п.).	Понимает основную статистическую терминологию. Знает теоретические основы основных статистических методов (корреляция и т.п) и связанные с ними статистические термины. Знает наиболее распространенные способы получения и подготовки информации для статистических расчетов. Знает основные алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники (расчет среднего и т.п.).	Понимает основную статистическую терминологию. Знает теоретические основы большинства входящих в программу статистических методов, статистическую терминологию; Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов; Знает большую часть алгоритмов статистических расчетов с применением вычислительной техники.	Свободно владеет статистической терминологией в тексте и устном общении.. Знает теоретические основы всех входящих в программу статистических методов, Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов; Знает все, входящие в программу, алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники.
	не умеет	Способен использовать любой готовый набор статистических данных о физическом объекте без критичности к их качеству. Использует методы	Способен сформировать простой правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети Интернет без критично-	Умеет сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети Интернет, оценить их каче-	Умеет сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети Интернет, оценить их каче-

		статистической обработки и расчеты только с методическим пособием. На основе полученных результатов может сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений только для очевидных случаев. Отчет о проделанной работе готовит со значительными недостатками, в основном в визуализации результатов	сти к их качеству. Использует методы статистической обработки и расчеты только с методическим пособием. На основе полученных результатов может сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Отчет о проделанной работе готовит с незначительными недостатками в визуализации результатов.	ство. Умеет выбрать адекватный метод статистической обработки, провести статистические расчеты без использования справочного материала. Умеет на основе полученных результатов сделать правильный анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Умеет подготовить отчет о проделанной работе без значительных замечаний.	ство. Умеет выбрать адекватный метод статистической обработки, провести статистические расчеты с применением вычислительной техники и современного программного обеспечения. Умеет на основе полученных результатов сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Умеет подготовить отчет, научную публикацию.
не владеет	Имеет представление о том, как гидрометеорологическую информацию найти в глобальной сети Интернет. Владеет полученными при обучении простейшими приемами использования статистического программного обеспечения общего назначения (MS Excel) Может оценить качество полученной информации	Владеет ограниченными, полученными в процессе обучения, способами поиска и получения гидрометеорологической информации в глобальной сети Интернет Неуверенно владеет полученными при обучении навыками использования статистического программного обеспечения общего назначения. Может оценить качество полученной информации и ре-	Владеет полученными в процессе обучения способами поиска и получения гидрометеорологической информации в глобальной сети Интернет на конкретных сайтах. Владеет полученными при обучении навыками использования специального статистического программного обеспечения. Может адекватно оценить качество полученной информации и	Обладает способностью самостоятельно искать и извлекать необходимую гидрометеорологическую информацию в глобальной сети Интернет. Владеет навыками использования профессионального статистического программного обеспечения, но с консультацией преподавателя. Может адекватно оценить качество полученной информации и результатов	

		мации и результатов расчетов только после консультации	зультатов расчетов только для очевидных случаев.	результатов расчетов..	расчетов.
продвину- тый	не знает	Понимает основную статистическую терминологию. Знает теоретические основы основных статистических методов (корреляция и т.п) и связанные с ними статистические термины. Знает наиболее распространенные способы получения и подготовки информации для статистических расчетов. Знает основные алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники (расчет среднего и т.п.).	Понимает основную статистическую терминологию. Знает теоретические основы большинства входящих в программу статистических методов, статистическую терминологию; Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов; Знает большую часть алгоритмов статистических расчетов с применением вычислительной техники.	Свободно владеет статистической терминологией в тексте и устном общении.. Знает теоретические основы всех входящих в программу статистических методов, Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов из известных источников. Знает все, входящие в программу, алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники.	Свободно владеет статистической терминологией в тексте и устном общении, также на англ. языке. Знает теоретические основы всех входящих в программу статистических методов. Понимает взаимодействия методов и способы их комбинации. Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов, а также как найти доступные источники информации. Знает все, входящие в программу, алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники.
	не умеет	Способен сформировать простой правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений	Умеет сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети	Умеет сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети	Умеет оперировать большими базами данных, на основе которых может комбинировать статистические выборки на основе натурных наблюдений и/или баз

		или баз данных открытой глобальной сети Интернет без критичности к их качеству. Использует методы статистической обработки и расчеты только с методическим пособием. На основе полученных результатов может сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Отчет о проделанной работе готовит с незначительными недостатками в визуализации результатов.	Интернет, оценить их качество. Умеет выбрать адекватный метод статистической обработки, провести статистические расчеты без использования справочного материала. Умеет на основе полученных результатов сделать правильный анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Умеет подготовить отчет о проделанной работе без значительных замечаний.	Интернет, оценить их качество. Умеет выбрать адекватный метод статистической обработки, провести статистические расчеты с применением вычислительной техники и современного программного обеспечения. Умеет на основе полученных результатов сделать анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Умеет подготовить отчет в соответствии с ГОСТ, без недостатков.	данных открытой глобальной сети Интернет. Умеет сформировать комбинацию методов статистической обработки, позволяющую наиболее полно исследовать статистические закономерности физических процессов и явлений. Умеет на основе полученных результатов сделать правильный и полный анализ гидрометеорологических процессов и явлений, так как полно понимает суть природных феноменов. Умеет подготовить отчет в соответствии с ГОСТ, научную публикацию, доклад на конференцию.
	не владеет	Знает теоретические основы основных статистических методов (корреляция и т.п) и связанные с ними статистические термины. Знает наиболее распространенные способы получения и подготовки информации для	Знает теоретические основы большинства входящих в программу статистических методов, статистическую терминологию; Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов; Знает большую часть алгоритмов статистических рас-	Знает теоретические основы всех входящих в программу статистических методов, статистическую терминологию; Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов; Знает все, входящие в про-	Обладает способностью самостоятельно искать и извлекать необходимую гидрометеорологическую информацию в глобальной сети Интернет, также на специализированных сайтах. Уверенно владеет навыками использования любого профессионального статистиче-

		статистических расчетов. Знает основные алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники (расчет среднего и т.п.).	четов с применением вычислительной техники.	грамму, алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники.	ского программного обеспечения. Способен к самообучению в использовании статистических пакетов. Способен самостоятельно изучить новый статистический метод. Способен для достижения желаемого результата сам сформировать новый алгоритм расчета или комбинацию уже известных методов на основе полученных теоретических знаний
--	--	--	--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **9** зачетных единиц, **324** часа.

Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий в академических часах
год набора: 2017 очная форма обучения;
2016, 2017 заочная форма обучения

Объём дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины	324	324	—
Контактная¹ работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего²:	106	56	—
в том числе:			
лекции	36	18	—
практические занятия	70	38	—
семинарские занятия	—	—	—
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	218	268	—
в том числе:			
курсовая работа	—	—	—
контрольная работа	-	23	—
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен	экзамен	—

4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения годы набора 2017, 2018

№ 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	Семинар	Лаборат.	Проектн.	Самост. работа		

¹ Виды учебных занятий, в т.ч. формы контактной работы см. в пп. 53, 54 Приказа 1367 Минобрауки РФ от 19.12.2013 г.

² Количество часов определяется только занятиями рабочего учебного плана.

1	Введение	2	2	2	6	2	2	ПК-1, ПК-3, ПК-4
2	Многомерный регрессионный анализ	2	6	14	20	14	8	ПК-1, ПК-3, ПК-4
3	Метод главных компонент	2	6	10	18	10	6	ПК-1, ПК-3, ПК-4
4	Метод факторного анализа	2	4	8	12	10	4	ПК-1, ПК-3, ПК-4
5	Кластерный анализ	3	8	24	32	12	8	ПК-1, ПК-3, ПК-4
6	Дискриминантный анализ	3	2	0	16	6	2	ПК-1, ПК-3, ПК-4
7	Другие методы многомерного анализа	3	4	0	18	6	2	ПК-1, ПК-3, ПК-4
8	Объективный анализ полей	3	4	12	24	12	8	ПК-1, ПК-3, ПК-4
	ИТОГО		36	70	146	72	40	

Очно-заочная форма обучения годы набора 2016-2018

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной ра- боты, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемо- сти	Занятия в активной и интерактив- ной форме, час.	Формируе- мые ком- петенции
			Лекции	Семинар Лаборат.	Проектная Самост. работа			
1	Введение	2	1	2	8	2	2	ПК-1, ПК-3, ПК-4
2	Многомерный рег- рессионный анализ	2	3	6	20	14	6	ПК-1, ПК-3, ПК-4
3	Метод главных ком- понент	2	2	6	34	10	6	ПК-1, ПК-3, ПК-4
4	Метод факторного анализа	2	2	4	20	10	4	ПК-1, ПК-3, ПК-4
5	Кластерный анализ	3	4	12	48	12	8	ПК-1, ПК-3, ПК-4
6	Дискриминантный	3	1	0	14	6	0	ПК-1, ПК-3,

	анализ							ПК-4
7	Другие методы многомерного анализа	3	1	0	12	6	0	ПК-1, ПК-3, ПК-4
8	Объективный анализ полей	3	4	8	40	12	8	ПК-1, ПК-3, ПК-4
	ИТОГО		18	38	196	72	34	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Введение

Общая характеристика и классификация методов многомерного анализа. Основные задачи, решаемые с помощью этих методов. Требования к исходной информации. Сравнительная характеристика современных пакетов прикладных статистических программ, их достоинства и недостатки. Введение в матричную алгебру и основные операции с матрицами.

Многомерный регрессионный анализ

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

ных 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.

Дискриминантный анализ

Сущность дискриминантного анализа и его геометрическая интерпретация. Параметрический и непараметрический методы дискриминантного анализа. Геометрическая интерпретация дискриминантного анализа. Особенности вычисления дискриминантной функции. Пошаговый алгоритм дискриминантного анализа. Практические рекомендации по использованию данного метода в гидрометеорологии.

Другие методы многомерного анализа

Метод канонического корреляционного анализа. Его сущность и геометрическая интерпретация. вычислительная процедура канонических корреляций. Достоинства и недостатки метода. Практические рекомендации по ис-

пользованию данного метода при решении различных задач.

Метод многомерного шкалирования. Сущность метода. Метрический метод Торгерсона. Неметрические методы. Особенности применения по использованию данного метода при решении различных задач.

Объективный анализ полей

Случайное поле, его основные статистические характеристики и свойства. Статистическая структура гидрометеорологических полей. Сущность объективного анализа. Основные задачи и алгоритмы. Оптимальная интерполяция. Использование программного пакета «Surfer» для объективного анализа полей. Понятие о четырехмерном анализе гидрометеорологических данных.

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

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1	1	Знакомство с современными пакетами прикладных статистических программ. Подготовка исходных матриц к расчетам.	Лабораторное занятие	ПК-1, ПК-3, ПК-4
2	2	Построение оптимальной модели МЛР на основе пошаговых процедур	Лабораторное занятие, контрольное расчетное задание	ПК-1, ПК-3, ПК-4
3	3	Разложение гидрометеорологических полей на основе метода главных компонент	Лабораторное занятие, контрольное расчетное задание	ПК-1, ПК-3, ПК-4
4	4	Районирование на основе метода факторного анализа	Лабораторное занятие, кон-	ПК-1, ПК-3, ПК-4

			трольное рас- четное задание	
5	5	Районирование и классификация по разным признакам на основе методов кластерного анализа	Лабораторное занятие, контрольное расчетное задание	ПК-1, ПК-3, ПК-4

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

5.1. Текущий контроль

– контрольное расчетное задание на основании практической работы;

– компьютерное тестирование посредством сети Интернет на базе интерактивной платформы SAKAI РГГМУ. В тесте предусмотрено 30 вопросов разного типа (выбор из нескольких ответов, поиск соответствия), которые случайным образом выбираются из базы в 3-4 варианта для каждого вопроса, причем, ответы тоже случайным образом перемешиваются. В результате получается большое количество вариантов теста. Каждый вопрос теста оценивается в 1 балл (в типе вопросов поиск соответствия – возможна оценка меньше 1).

а) Образец тестового задания текущего контроля (пример вопросов)

1. В чем состоит сущность МГК?

А. В расчете функций, наиболее эффективно описывающих структурные закономерности матрицы исходных данных

В. В составлении комбинаций исходных переменных, сходных своей дисперсией

С. В классификации исходных данных по типу изменчивости

Д. В разложении матрицы исходных данных на зависимые и независимые составляющие

2. В чем состоит одна из основных задач МГК?

А. построение простых линейных моделей с целью выделения наиболее главных особенностей в распределении признаков

В. оценка корреляционных связей между переменными для лучшего понимания их взаимодействия

С. расчет спектральных составляющих с целью выявления общих особенностей в распределении признаков

Д. выявление иерархии признаков по величине для определения подавляющего влияния одного из них

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Вид занятий	Организация самостоятельной работы студента
Теоретический материал	Проработать теоретический материал по конспектам лекций и по материалам, размещенным на платформе SAKAI РГГМУ. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии, или на форуме на платформе SAKAI РГГМУ.
Практические работы	Проработать соответствующий теоретический материал для понимания задач практической работы по конспекту лекций и по материалам, размещенным на платформе SAKAI РГГМУ. Подготовить исходные гидрометеорологические данные для выполнения расчетной работы. Выполнить статистические расчеты с помощью стандартного программного обеспечения. Визуализировать результаты расчетов: сделать рисунки, таблицы. Сделать статистические выводы на основе полученных результатов. Сделать физические выводы о свойствах гидрометеорологических процессов и явлений. Написать отчет о расчетной работе, ориентируясь на требования ГОСТ по оформлению текста исследовательской работы.,
Подготовка к тестированию и экзамену	При подготовке к контрольному мероприятию необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

5.3. Промежуточный контроль: экзамен

Перечень вопросов к зачету, экзамену

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. Метод канонической корреляции.
11. Постановка задачи метода главных компонент.
12. Математический аппарат МГК.
13. Геометрическая интерпретация МГК.
14. Свойства главных компонент.
15. Оценивание параметров МГК.
16. Проблемы использования, достоинства и недостатки МГК.
17. Классификация методов и идеология факторного анализа.
18. Дисперсия факторной модели. Основная факторная теорема.
19. Поиск факторного решения. Оценка общностей.
20. Проблемы вращения факторов. Критерии ортогонального вращения.
21. Достоинства и недостатки факторной модели.
22. Сравнительный анализ МГК и МФА.
23. Понятие о теории распознавания образов
24. Общие сведения и постановка задачи кластерного анализа
25. Основные этапы кластерного анализа
26. Выбор исходных признаков и методы снижения признакового пространства
27. Выбор меры близости в кластерном анализе
28. Эвристические алгоритмы классификации
29. Иерархические алгоритмы классификации
30. Критерии качества классификации

31. Перспективы использования кластерного анализа в гидрометеорологии
32. Сущность дискриминантного анализа. Параметрический подход.
33. Геометрическая интерпретация дискриминантного анализа
34. Первичные характеристики случайного поля
35. Анализ схем размещения точек на карте
36. Понятие об однородности и изотропности случайного поля
37. Методы пространственного осреднения случайных полей
38. Сущность объективного анализа
39. Методы объективного анализа полей
40. Использование пакета «Surfer» в задачах пространственно-временной интерполяции

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Учебник,- СПб.: изд. РГГМУ, 2008. - 408 с. Режим доступа: http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-417184359.pdf

2. Вайновский П. А., Малинин В. П. Методы обработки и анализа океанологической информации. Многомерный анализ. Учебное пособие. СПб., изд. РГГМИ,. 1992.—96 с. Режим доступа: http://elibrshu.ru/files_books/pdf/img-503155658.pdf

б) дополнительная литература:

1. Общая и прикладная статистика: Учеб. для студ. высш. проф. обр./Р.Н.Пахунова, П.Ф.Аскеров и др.; Под общ. ред. Р.Н.Пахуновой - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013-272с.: 60х90 1/16 + (Доп. мат. znanium.com) - (ВО: Бакалавр.).
(п) ISBN 978-5-16-006669-12 Режим доступа:
<http://znanium.com/bookread2.php?book=404310>

2. Гашев, С. Н. Математические методы в биологии: анализ биологических данных в системе statistica : учебное пособие для вузов / С. Н. Гашев, Ф. Х. Бетляева, М. Ю. Лупинос. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 207 с. — (Серия :

Университеты России). — ISBN 978-5-534-02265-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/ECC496B9-0C2F-48D6-956E-99DF110E8CB5

3. Орел, Е. Н. Непрерывные математические модели : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Е. Н. Орел, О. Е. Орел. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 120 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08079-7. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/6151B3A6-8B44-4894-AC72-E409D1BD9BC8

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Office Excel

2. PAST3v.3.18 :<http://folk.uio.no/ohammer/past/>

3. Golden Software Surfer 3.0

4. Исходные данные выбираются из базы данных:

<http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/>

5. Методические рекомендации по выполнению контрольных расчетных заданий и вспомогательные информационные материалы размещены в интерактивной системе SAKAI РГГМУ (<http://sakai.rshu.ru>), сайт МСА-Есо

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид занятий	Организация самостоятельной работы студента
Теоретический материал	Написать конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проработать теоретический материал по конспектам лекций и по материалам, размещенным на платформе SAKAI РГГМУ. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом (семинарском) занятии, или на форуме на платформе SAKAI РГГМУ.
Практические работы	Проработать соответствующий теоретический материал для понимания задач практической работы по конспекту лекций и по материалам, размещенным на платформе SAKAI РГГМУ. Подготовить ис-

	ходные гидрометеорологические данные для выполнения расчетной работы. Выполнить статистические расчеты с помощью стандартного программного обеспечения. Визуализировать результаты расчетов: сделать рисунки, таблицы. Сделать статистические выводы на основе полученных результатов. Сделать физические выводы о свойствах гидрометеорологических процессов и явлений. Написать отчет о расчетной работе, ориентируясь на требования ГОСТ по оформлению текста исследовательской работы.,
Подготовка к тестированию и экзамену	При подготовке к контрольному мероприятию необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

8. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Введение	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, выполнение контрольных расчетных заданий в компьютерном классе, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформы SAKAI	интерактивная система SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru) База исходных данных http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/
Многомерный регрессионный анализ	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, выполнение контрольных расчетных заданий в компьютерном классе, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформы SAKAI	интерактивная система SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru) База исходных данных http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/
Метод главных компонент	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, выполнение контрольных расчетных заданий в компьютерном классе, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформы SAKAI	интерактивная система SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru) База исходных данных http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/
Метод факторного анализа	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, выполнение	интерактивная система SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru)

	контрольных расчетных заданий в компьютерном классе, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформы SAKAI	База исходных данных http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/
Кластерный анализ	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, выполнение контрольных расчетных заданий в компьютерном классе, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформы SAKAI	интерактивная система SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru) База исходных данных http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/
Дискриминантный анализ	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформы SAKAI	интерактивная система SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru)
Другие методы многомерного анализа	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформы SAKAI	интерактивная система SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru)
Объективный анализ полей	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформы SAKAI	интерактивная система SAKAI РГГМУ (http://sakai.rshu.ru)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа – 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 - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ) - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Ин-

тернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

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.