

Министерство образования и науки Российской Федерации

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**

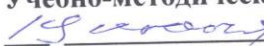
Форма обучения

**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  
22 марта 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 натуральных 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 натуральных

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

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

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



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

		<p>статистических расчетов.</p> <p>Знает основные алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники (расчет среднего и т.п.).</p>	<p>четов с применением вычислительной техники.</p>	<p>грамму, алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники.</p>	<p>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</p>
--	--	--	--	--	--

#### 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
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>324</b>	<b>324</b>	–
<b>Контактная<sup>1</sup> работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего<sup>2</sup>:</b>	<b>106</b>	<b>56</b>	–
в том числе:			
лекции	<b>36</b>	<b>18</b>	–
практические занятия	<b>70</b>	<b>38</b>	–
семинарские занятия	–	–	–
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b> – всего:	<b>218</b>	<b>268</b>	–
в том числе:			
курсовая работа	–	–	–
контрольная работа	-	<b>23</b>	–
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>	–

#### 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.	Прочее			

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

<sup>2</sup> 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
	<b>ИТОГО</b>		<b>36</b>	<b>70</b>	<b>146</b>	<b>72</b>	<b>40</b>	

### Очно-заочная форма обучения годы набора 2016-2018

№ 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.	Проектная Самост. работа			
1	Введение	2	1	2	8	2	2	ПК-1, ПК-3, ПК-4
2	Многомерный регрессионный анализ	2	3	6	20	14	6	ПК-1, ПК-3, ПК-4
3	Метод главных компонент	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
	<b>ИТОГО</b>		<b>18</b>	<b>38</b>	<b>196</b>	<b>72</b>	<b>34</b>	

## 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**

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Тематика практических занятий</b>	<b>Форма проведения</b>	<b>Формируемые компетенции</b>
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://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-417184359.pdf](http://elib.rshu.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://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-503155658.pdf](http://elib.rshu.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.: 60x90 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](http://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](http://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 ( <a href="http://sakai.rshu.ru">http://sakai.rshu.ru</a> ) База исходных данных <a href="http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/">http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/</a>
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 ( <a href="http://sakai.rshu.ru">http://sakai.rshu.ru</a> ) База исходных данных <a href="http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/">http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/</a>
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 ( <a href="http://sakai.rshu.ru">http://sakai.rshu.ru</a> ) База исходных данных <a href="http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/">http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/</a>
Метод факторного анализа	Чтение лекций с использованием слайд-презентаций, выполнение	интерактивная система SAKAI РГГМУ ( <a href="http://sakai.rshu.ru">http://sakai.rshu.ru</a> )

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

## 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.