

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Морские информационные системы

Рабочая программа по дисциплине

«Многомерный статистический анализ»

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы магистратуры по направлению подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):

**Геоинформационное обеспечение гидрометеорологической и
гидрографической деятельности в Арктике**

Квалификация:

Магистр

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП



Завгородний В.Н.

Утверждаю

Председатель УМС



Палкин И.И.

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

Рассмотрена и утверждена на заседании
кафедры «08» июня 2021 г., протокол №6
Зав. кафедрой _____ Сикарев И.А.



Автор-разработчик:



Завгородний В.Н.

Рекомендована учёным советом института информационных систем и геотехнологий
РГГМУ

Составил:

Завгородний В.Н. – профессор кафедры морских информационных систем
Российского государственного гидрометеорологического университета.

Рецензент:

Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор Неронов Н.Н. –
главный научный сотрудник, Государственный научно-исследовательский
навигационно-гидрографический институт (Санкт-Петербург).

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является подготовка студентов в области современных методов статистического анализа данных наблюдений, рассматриваемых как реализации случайных процессов (в том числе временных рядов) и случайных полей.

Основные задачи дисциплины:

- освоение теоретических основ методов многомерного статистического анализа в объеме, необходимом для их практического использования при обработке информации;
- обучение корректной постановке задач исследования, алгоритмов расчетов и анализа полученных результатов.

В результате изучения дисциплины магистры должны быть подготовлены к решению профессиональных задач сбора, обработки и анализа гидрометеорологической информации, а также задач анализа результатов экспериментов и испытаний. Полученные знания могут использоваться ими при проведении мониторинга природной среды, анализе и прогнозе состояния атмосферы, вод суши и Мирового океана, оценке их возможного изменения, вызванного естественными и антропогенными причинами.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Специальные главы статистического анализа процессов и полей» является дисциплиной базовой части профессиональной подготовки магистров по направлению 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология», профиль: Геоинформационное обеспечение гидрометеорологической и гидрографической деятельности в Арктике.

Для освоения дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы дисциплин:

математический анализ;

линейная алгебра;

теория вероятностей.

Дисциплина логически и содержательно-методически взаимосвязана с дисциплинами: Дополнительные главы математики, Современные геоинформационные технологии и модели геоданных Арктики, Теоретико-игровые методы и модели в гидрометеорологической деятельности, Дистанционные методы исследования природной среды, Специальные главы физики атмосферы, океана и вод суши.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-3	способность выявить естественнаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, проводить их качественно-количественный анализ
ПК-1	понимание и творческое использование в научной деятельности знаний фундаментальных и прикладных разделов специальных гидрометеорологических дисциплин
ПК-3	умение анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины 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.

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 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 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, <i>как</i> 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 после консультации	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 полученной информации и результатов расчетов только для очевидных случаев.	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 полученной информации и результатов расчетов только для очевидных случаев.
	не умеет	Не выделяет основные идеи для формирования задач исследования. Использует методы 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.	Способен использовать любой готовый набор статистических данных о физическом объекте 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 только для очевидных случаев. Отчет о проделанной работе готовит со значительными недостатками, в основном в визуализации результатов.	Способен сформировать простой правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе 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.	Умеет сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных 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 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	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.
базовый	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 и результатов расчетов только после консультации	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 результатов расчетов только для очевидных случаев.	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 результатов расчетов..	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 расчетов.
	не умеет	Способен использовать любой готовый набор статистических данных о физическом объекте без критичности к их качеству.	Способен сформировать простой правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натуральных наблюдений или баз	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

		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	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, научную публикацию.
	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.

продвинутый	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 статистических расчетов. Знает основные алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники (расчет среднего и т.п.).	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.	Знает теоретические основы всех входящих в программу статистических методов, статистическую терминологию; Знает способы получения и подготовки информации для статистических расчетов; Знает все, входящие в программу, алгоритмы статистических расчетов с применением вычислительной техники.	Обладает способностью самостоятельно искать и извлекать необходимую гидрометеорологическую информацию в глобальной сети Интернет, также на специализированных сайтах. Уверенно владеет навыками использования любого профессионального статистического 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
	не умеет	Способен сформировать простой правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе 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	Умеет сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети 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	Умеет сформировать правильный набор статистических данных о физическом объекте на основе натурных наблюдений или баз данных открытой глобальной сети 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	Умеет оперировать большими базами данных, на основе которых может комбинировать статистические выборки на основе натурных наблюдений и/или баз 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

		анализ гидрометеорологических процессов и явлений. Отчет о проделанной работе готовит с незначительными недостатками в визуализации результатов.	процессов и явлений. Умеет подготовить отчет о проделанной работе без значительных замечаний.	явлений. Умеет подготовить отчет в соответствии с ГОСТ, без недостатков.	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 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.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

*Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий
в академических часах)¹*

Объем дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Очно-заочная форма обучения	Заочная форма обучения
Общая трудоёмкость дисциплины			
Контактная² работа обучающихся с преподавателям (по видам аудиторных учебных занятий) – всего³:	56		
в том числе:			
лекции	14		
практические занятия	42		
семинарские занятия			
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	88		
в том числе:			
курсовая работа			
контрольная работа	8		
Вид промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	экзамен		
Всего:	144		

4.1. Структура дисциплины

Очная форма обучения

№ 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
-------	--------------------------	---------	--	--------------------------------------	--	-------------------------

¹ Комментарий из Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ № 1367 Минобрнауки РФ от 19.12.2013 г.): п. 52) учебные занятия по образовательным программам проводятся в форме контактной работы обучающихся с преподавателем и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Для контактной работы и самостоятельной работы указываются часы из учебного плана, предусматривающие соответствующую учебную деятельность.

² Виды учебных занятий, в т.ч. формы контактной работы см. в пп. 53, 54 Приказа 1367 Минобрнауки РФ от 19.12.2013 г.

³ Количество часов определяется только занятиями рабочего учебного плана.

			Лекции	Семинар Лаборат. Практич.	Самост. Работа			
1.	Основы корреляционной теории случайных процессов	2	2	6	12	контрольн ая работа	6	ОК-1
2.	Стационарные случайные процессы	2	2	6	12	контрольн ая работа	6	ОПК-3
3.	Пространственно-временные характеристики случайного поля	2	1	3	6	контрольн ая работа	3	ПК-1
4.	Статистические оценки характеристик случайных функций	2	1	3	6	разноуров невые задачи и задания	3	ПК-3
5.	Марковские процессы с дискретными состояниями	2	2	6	12	контрольн ая работа	6	ОК-1
6.	Потоки в процессах с непрерывным временем. Модели непрерывных марковских цепей	2	2	6	12	разноуров невые задачи и задания	6	ОПК-3
7.	Метод главных компонент	2	2	6	12	разноуров невые задачи и задания	6	ПК-1
8.	Кластерный анализ	2	2	6	12	разноуров невые задачи и задания	6	ОПК-3
	ИТОГО		14	42	88		42	

4.2. Содержание разделов дисциплины

Название раздела

Основы корреляционной теории случайных процессов

Реализация случайного процесса, сечение случайного процесса. Математическое ожидание и корреляционная функция случайного процесса. Классификация случайных процессов по времени и состояниям.

Стационарные случайные процессы

Стационарный случайный процесс; определение, примеры. Эргодическое свойство стационарных случайных процессов.

Пространственно-временные характеристики случайного поля

Случайное поле и его характеристики. Функция распределения случайного поля. Пространственно-временные моменты от случайного поля. Однородное случайное поле. Изотропное случайное поле. Равномерная и регулярная схемы расположения точек на карте. Проверка гипотезы равномерности сети по критерию Пирсона χ^2 .

Статистические оценки характеристик случайных функций

Осреднение случайной функции по множеству реализаций. Правила объединения экспериментальных данных. Свойства оценок. Состоятельность. Несмещенность. Эффективность. Статистические оценки математического ожидания и корреляционной функции случайного процесса. Влияние дискретности наблюдений. Оценка стационарности процесса в узком и широком смысле. Гидрометеорологические измерения. Влияние ошибок в исходных данных. Случайные погрешности. Оценка корреляционной функции эргодического случайного процесса. Общая схема анализа погрешностей измерений и расчетов. Случайные погрешности статистических характеристик. Случайная ошибка для автокоррелированного ряда.

Марковские процессы с дискретными состояниями

Понятие марковского случайного процесса. Марковское свойство. Марковость в гидрометеорологических процессах. Определение марковского случайного процесса. Граф состояний. Типы вершин в графе состояний. Цепь Маркова k -го порядка. Марковская цепь (цепь Маркова). Переходные вероятности марковской цепи. Однородная и неоднородная марковская цепь. Стохастическая матрица. Свойства. Свойства матрицы перехода системы.

Понятие о непрерывном марковском процессе. Уравнения Колмогорова. Правило составления дифференциальных уравнений для вероятностей состояний. Предельный стационарный режим. Эргодические цепи Маркова. Циклическая цепь Маркова. Предельный стационарный режим. Финальные вероятности с дискретным временем. Правило для финальных вероятностей. Предельный стационарный режим. Предельные вероятности с непрерывным временем.

Потоки в процессах с непрерывным временем. Модели непрерывных марковских цепей

Потоки событий. Поток Пальма. Простейший поток событий. Потоки Эрланга. Простейший поток событий. Стационарность. Безпоследствие. Ординарность. Простейший поток событий. Закон Пуассона. Показательный закон. Потоки Эрланга. Применение потоков Эрланга в статистическом анализе. Закон Эрланга k -го порядка. Характеристики потока Эрланга k -го порядка.

Процесс гибели и размножения. Закон распределения процесса гибели и размножения. Уравнения Колмогорова процесса гибели и размножения. Уравнения предельных вероятностей состояний. Правило для предельных вероятностей состояний. Циклический процесс. Предельные вероятности циклического процесса. Циклический процесс. Закон распределения времени системы S в состоянии S_i . Ветвящийся циклический процесс. Предельные вероятности состояний.

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.

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.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1.	1	Случайные процессы и поля	практическое занятие	ОК-1
2.	2	Стационарные случайные процессы	практическое занятие	ОПК-3
3.	3	Марковские случайные процессы	практическое занятие	ПК-1
4.	4	Статистические оценки характеристик случайных функций	практическое занятие	ПК-3
5.	5	Потоки в процессах с непрерывным временем. Модели непрерывных марковских цепей	практическое занятие	ОК-1
6.	6	Метод главных компонент	практическое занятие	ОПК-3
7.	7	Кластерный анализ	практическое занятие	ПК-1

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

5.1. Текущий контроль

Контрольные задания (расчетно-графические работы) выполняются в соответствии с методическими рекомендациями, размещенными на платформе интерактивного обучения MOODLE РГГМУ.

а) Образцы контрольных заданий текущего контроля

Множественная линейная регрессия. Цель работы: определить, какие характеристики определяют изменчивость параметра.

Метод главных компонент. Цель работы: Определить основные пространственные моды изменчивости параметра.

Кластерный анализ. Цель работы: Разбиение на районы, схожие по своей временной изменчивости параметра.

б) Образцы тестовых заданий текущего контроля

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 MOODLE 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 MOODLE РГГМУ.
Практические работы	Проработать соответствующий теоретический материал для понимания задач практической работы по конспекту лекций и по материалам, размещенным на платформе MOODLE 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
Подготовка к тестированию и экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспект лекций, рекомендуемую литературу, вопросы для подготовки к экзамену и т.д.

5.3. Промежуточный контроль: экзамен

Перечень вопросов к экзамену

1. Понятие случайной функции (случайного процесса, случайного поля). Классификация случайных процессов по состояниям и времени. Классы океанологических процессов.
2. Понятие случайной функции (случайного процесса). Классы случайных функций. Характеристики случайных функций.
3. Понятие случайной функции. Сечение и реализация случайной функции.
4. Понятие случайной функции. Совместная двумерная и n-мерная функция распределения случайной функции.
5. Функциональные характеристики случайного процесса, их графическое представление.

6. Математическое ожидание случайной функции. Свойства.
7. Дисперсия и среднее квадратическое отклонение случайной функции. Свойства.
8. Корреляционная (автокорреляционная) функция. Графическое представление корреляционной функции и дисперсии случайного процесса. Свойства корреляционной функции случайного процесса.
9. Взаимная корреляционная функция. Свойства взаимной корреляционной функции двух случайных функций.
10. Корреляционная матрица. Некоррелированный векторный случайный процесс.
11. Понятие стационарности случайных функций в узком и широком смысле. Нестационарность случайных функций. Эквивалентность стационарности для нормальных случайных процессов.
12. Стационарный случайный процесс в широком смысле. Приведение случайного процесса к стационарному виду.
13. Свойства корреляционной функции стационарного случайного процесса.
14. Стационарная система случайных процессов. Стационарно связанные функции.
15. Понятие эргодического стационарного процесса. Эргодическое свойство случайного процесса. Связь основных классов стационарных процессов.
16. Характеристики эргодического случайного процесса. Оценка характеристик эргодического случайного процесса.
17. Линейные и нелинейные преобразования (операторы) случайных процессов. Основные виды преобразований (операторов) случайных процессов.
18. Дифференцирование случайных процессов. Интегрирование случайных процессов.
19. Случайное поле и его характеристики. Функция распределения случайного поля.
20. Пространственно-временные моменты от случайного поля.
21. Однородное случайное поле. Изотропное случайное поле.
22. Равномерная и регулярная схемы расположения точек на карте. Проверка гипотезы равномерности сети по критерию Пирсона χ^2 .
23. Осреднение случайной функции по множеству реализаций. Правила объединения экспериментальных данных.
24. Свойства оценок. Состоятельность. Несмещенность. Эффективность.
25. Статистические оценки математического ожидания и корреляционной функции случайного процесса. Влияние дискретности наблюдений.
26. Оценка стационарности процесса в узком и широком смысле.
27. Гидрометеорологические измерения. Влияние ошибок в исходных данных. Случайные погрешности.
28. Оценка корреляционной функции эргодического случайного процесса.
29. Общая схема анализа погрешностей измерений и расчетов.
30. Случайные погрешности статистических характеристик. Случайная ошибка для автокоррелированного ряда.
31. Понятие марковского случайного процесса. Марковское свойство. Марковость в гидрометеорологических процессах.
32. Определение марковского случайного процесса. Граф состояний. Типы вершин в графе состояний. Цепь Маркова k-го порядка.
33. Марковская цепь (цепь Маркова). Переходные вероятности марковской цепи. Однородная и неоднородная марковская цепь.

34. Стохастическая матрица. Свойства. Свойства матрицы перехода системы.
35. Понятие о непрерывном марковском процессе.
36. Уравнения Колмогорова. Правило составления дифференциальных уравнений для вероятностей состояний.
37. Предельный стационарный режим. Эргодические цепи Маркова. Циклическая цепь Маркова.
38. Предельный стационарный режим. Финальные вероятности с дискретным временем. Правило для финальных вероятностей.
39. Предельный стационарный режим. Предельные вероятности с непрерывным временем.
40. Потоки событий. Поток Пальма. Простейший поток событий. Потоки Эрланга.
41. Простейший поток событий. Стационарность. Безпоследствие. Ординарность.
42. Простейший поток событий. Закон Пуассона. Показательный закон.
43. Потоки Эрланга. Применение потоков Эрланга в статистическом анализе
44. Закон Эрланга k -го порядка. Характеристики потока Эрланга k -го порядка.
45. Процесс гибели и размножения. Закон распределения процесса гибели и размножения.
46. Уравнения Колмогорова процесса гибели и размножения.
47. Уравнения предельных вероятностей состояний. Правило для предельных вероятностей состояний.
48. Циклический процесс. Предельные вероятности циклического процесса.
49. Циклический процесс. Закон распределения времени системы S в состоянии S_i .
50. Ветвящийся циклический процесс. Предельные вероятности состояний.

Образцы тестов, заданий к зачету, билетов, тестов, заданий к экзамену

Задача 2

Найти: а) математическое ожидание; б) корреляционную функцию; в) дисперсию случайной функции $X(t) = U \cos 2t$, где U — случайная величина, причем $M(U) = 5$, $D(U) = 6$.

Задача 3

Случайная функция $X(t) = (t^2 + 1)U$, где U — случайная величина, возможные значения которой принадлежат интервалу $(0, 10)$. Найти реализации функции $X(t)$ в двух испытаниях, в которых величина U приняла значения; а) $u_1 = 2$; б) $u_2 = 3,5$.

Задача 4

Случайная функция $X(t) = U \sin t$, где U — случайная величина. Найти сечения $X(t)$, соответствующие фиксированным значениям аргумента: а) $t_1 = \pi/6$; б) $t_2 = \pi/2$.

Задача 5

Случайный процесс определяется формулой $Y(t) = X \cdot e^{-t}$, $t > 0$, $X \sim N(3; 1)$, $f(x) = \frac{1}{1 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-3)^2}{2 \cdot 1^2}}$, т. е. X — с. в., распределена по нормальному закону с $a = 3$, $\sigma = 1$. Найти математическое ожидание случайного процесса $Y(t)$.

Задача 6

Случайный процесс определяется формулой

$$Y(t) = X \cdot e^{-t}, \quad t > 0, \quad X \sim N(3; 1), \quad f(x) = \frac{1}{1 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-3)^2}{2 \cdot 1^2}},$$

 т. е. X — с. в., распределена по нормальному закону с $a = 3$, $\sigma = 1$.
 Найти дисперсию и ско случайного процесса $Y(t)$.

Задача 7

Случайный процесс определяется формулой

$$Y(t) = X \cdot e^{-t}, \quad t > 0, \quad X \sim N(3; 1), \quad f(x) = \frac{1}{1 \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-3)^2}{2 \cdot 1^2}},$$

 т. е. X — с. в., распределена по нормальному закону с $a = 3$, $\sigma = 1$.
 Найти корреляционную и нормированную корреляционную функции с. п. $Y(t)$.

Задача 8

Известна корреляционная функция K_x случайной функции $X(t)$. Найти корреляционную функцию случайной функции: а) $Y(t) = X(t) \cdot (t+1)$; б) $Z(t) = CX(t)$, где C — постоянная.

Задача 9

Известна корреляционная функция K_x случайной функции $X(t)$. Найти корреляционную функцию случайной функции $Y(t) = X(t) + t^2$.

Задача 10

Найти взаимную корреляционную функцию двух с. п. $X(t) = t \cdot V$ и $Y(t) = (t+2)V$, где V — с. в., причем $DV = 3$.

Задача 11

Найти м.о. случайного процесса вида:

$$X(t) = A \sin(\omega t + \varphi), \quad f(\varphi) = \begin{cases} \frac{1}{2\pi} & \text{при } \varphi \in [0, 2\pi] \\ 0 & \text{при } \varphi \notin [0, 2\pi]. \end{cases}$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: Высшая школа, 2001. — 479с.
2. Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. — М.: Высшая школа, 2001. — 400с.
3. Малинин, В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Учебник, — СПб.: изд. РГГМУ, 2008. — 408 с.
4. Завгородний, В.Н. Специальные главы статистического анализа процессов и полей [Электронный ресурс]: презентации курса лекций.— Режим доступа: <http://moodle.rshu.ru/course/view.php?id=514>

б) дополнительная литература:

1. Вентцель, Е.С., Овчаров, Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. — Учеб. пособие для вузов. — 2-е изд., стер. — М.: Высш. шк., 2000.

2. Письменный, Д.Т. Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам. – 3-е изд. – М.: Айрес-пресс, 2008. – 288с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

ЭБС ГидроМетеоОнлайн

ЭБС biblio-online.ru

<http://www.mathnet.ru.ru/> - общероссийский математический портал

<http://www.lib.mexmat.ru> – электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Для эффективного освоения курса проводятся занятия в следующих формах:

ознакомление путем чтения лекций в группе с оригинальными и уникальными материалами, раскрывающими суть теоретических положений;

семинары-конференции (С) с заслушиванием докладов (сообщений) и содокладов, подготовленных студентами по тематическим вопросам, нуждающимся в углубленном изучении;

семинары-дискуссии по проблемам, недостаточно научно разработанным вопросам;

разбор и анализ ситуаций, почерпнутых из жизни организаций по материалам прессы или известных студентам по другим информационным источникам;

обсуждение интересных или поучительных результатов отдельных индивидуально выполненных студенческих работ;

При этом преподаватель должен всячески поощрять индивидуальную работу студентов исследовательского характера. Важнейшими элементами самостоятельной работы студента является подготовка к семинарским занятиям (рабочая тетрадь РТ), анализ конкретных ситуаций (кейс-анализ), изучение и рецензирование современной литературы по проблемам статистического (Р) и др.

Для текущего контроля знаний и закрепления пройденного материала кроме обязательных контрольных работ (КР) проводятся самостоятельные работы, тестирование (Т).

Вид занятий	Организация самостоятельной работы студента
Теоретический материал	Написать конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проработать теоретический материал по конспектам лекций и по материалам, размещенным на платформе MOODLE 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 MOODLE РГГМУ.

Практические работы	Проработать соответствующий теоретический материал для понимания задач практической работы по конспекту лекций и по материалам, размещенным на платформе MOODLE 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.

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
	чтение лекций с использованием слайд-презентаций, выполнение контрольных расчетных заданий в компьютерном классе, интерактивное взаимодействие педагога и студента посредством платформ MOODLE, ZOOM	интерактивная система MOODLE РГГМУ (http://moodle.rshu.ru) ZOOM

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.

Помещение для самостоятельной работы – укомплектовано специализированной (учебной) мебелью, оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечено доступом в электронную информационно-образовательную среду организации

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – укомплектовано специализированной мебелью для хранения оборудования и техническими средствами для его обслуживания.

Разъяснение по разработке рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработка и реализация рабочей программы дисциплины (модуля) в РГГМУ осуществляется на основании и в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.12.2013 № 1367 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».

Рабочая программа дисциплины (модуля) является частью основной образовательной программы (далее - ОП) РГГМУ, разработанной по определенному направлению подготовки (специальности).

Рабочая программа дисциплины (модуля) формируется в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (далее – ФГОС ВО) и рабочим учебным планом РГГМУ по направлению подготовки (специальности).

Содержание рабочей программы дисциплины (модуля) разрабатывается и ежегодно обновляется соответствующей кафедрой РГГМУ (преподавателем или коллективом преподавателей).

Рабочая программа дисциплины (модуля) рассматривается на заседании кафедры, рекомендуется Ученым советом факультета.

Рабочая программа дисциплины (модуля) является единой для всех форм обучения, предусмотренных учебными планами РГГМУ.

Рабочая программа дисциплины (модуля) должна быть подготовлена на бумажном носителе и в электронном виде с соблюдением следующих требований:

- материалы должны быть распечатаны с одной стороны листа;
- шрифт основного текста – Times New Roman, 14 пт;
- шрифт текста в сносках – Times New Roman, 10 пт;
- шрифт текста в таблицах – Times New Roman, 12 пт;
- междустрочный интервал – полуторный;
- абзацный отступ – 10 мм;
- поля – по 20 мм с каждой стороны;
- все листы объединены в один пакет (без скрепления).

Примерная формулировка входных требований

ЗНАНИЯ

- объекты, предметы;
- понятия, определения, термины (понятийный аппарат курса);
- даты, факты, события, явления (фактологический материал курса);
- признаки, параметры, характеристики, свойства изучаемых в курсе объектов;
- системы, их элементы (базовые объемы курса), связи между ними, внешняя среда, процессы, функции и состояния систем;
- принципы, основы, теории, законы, правила, используемые в курсе для изучения объектов курса;
- методы, средства, приемы, алгоритмы, способы решения задач курса;
- модели, схемы, структуры, описывающие объекты курса и их деятельность;
- классификацию по различным критериям объектов курса, задач курса и способов их решения;
- оценки, границы, пределы, ошибки, ограничения изучаемых в курсе методов, моделей, теорий.

УМЕНИЯ

- выбирать, выделять, отделять объекты курса из окружающей среды;
- оформлять, представлять, описывать, характеризовать данные, сведения, факты, результаты работы на языке символов (терминов, формул, образов), введенных и используемых в курсе;
- выбирать необходимые приборы и оборудование;
- высказывать, формулировать, выдвигать гипотезы о причинах возникновения той или иной ситуации (состояния, события), о путях (тенденциях) ее развития и последствиях;
- планировать свою деятельность по изучению курса и решению задач курса;
- рассчитывать, определять, находить, решать, вычислять, оценивать, измерять признаки, параметры, характеристики, величины, состояния, используя известные модели, методы, средства, решения, технологии, приемы, алгоритмы, законы, теории, закономерности;
- выбирать способы, методы, приемы, алгоритмы, меры, средства, модели, законы, критерии для решения задач курса;
- контролировать, проверять, осуществлять самоконтроль до, в ходе и после выполнения работы;
- изменять, дополнять, адаптировать, развивать методы, алгоритмы, средства, решения, приемы, методики для решения конкретных задач;
- формулировать, ставить, формализовать проблемы, вопросы и задачи курса.

ВЛАДЕНИЕ НАВЫКАМИ

- работать с компьютером как средством управления информацией;
- ставить цель и организовывать её достижение, *уметь пояснить* свою цель;
- использовать знания письменной и разговорной речи на иностранных языках;
- организовывать планирование, анализ, рефлекссию, самооценку своей учебно-познавательной деятельности;
- классифицировать, систематизировать, дифференцировать факты, явления, объекты, системы, методы, решения, задачи и т.д., самостоятельно формулируя основания для классификации;
- ставить познавательные задачи и выдвигать гипотезы;
- описывать результаты, формулировать выводы;
- находить нестандартные способы решения задач;
- обобщать, интерпретировать полученные результаты по заданным или определенным критериям;
- прогнозировать, предвидеть, предполагать, моделировать развитие событий, ситуаций, изменение состояния (параметров, характеристик) системы или элементов, результаты математического или физического эксперимента, последствия своих действий (решений, профессиональной деятельности);
- отыскивать причины явлений, обозначать свое понимание или непонимание по отношению к изучаемой проблеме и др.

Ожидаемые результаты освоения учебной дисциплины во взаимосвязи с компетентностной моделью выпускника

Знать (знание и понимание)		Уметь (интеллектуальные умения)		Владеть (интеллектуальные (практические) навыки)	
Знание Воспроизведение важной информации	Понимание Объяснение важной интерпретации	Применение Решение закрытых проблем	Анализ Решение открытых проблем	Синтез Нахождение системных ответов к проблемам	Оценка Обоснование критических суждений, основанных на прочных знаниях
Дать определение	Толковать	Интерпретировать	Распознавать	Составить	Составить суждение
Повторить	Обсудить	Применять	Анализировать	Распланировать	Определить ценность
Фиксировать	Описать	Употреблять	Различить	Предположить	Дать оценку
Перечислить	Переформулировать	Использовать	Оценить	Разработать	Произвести оценку
Вспомнить	Распознать	Демонстрировать	Вычислить	Сформулировать	Сравнить
Назвать	Объяснить	Инсценировать	Привести	Систематизировать	Пересмотреть
Рассказать	Выразить	Применить на практике	Проверить	Компоновать	Оценить
Акцентировать	Опознать	Проиллюстрировать	Сравнить	Собирать	Подсчитать
	Обнаружить	Действовать	Сопоставить	Составить	
	Сообщить	Разработать план	Критиковать	Создать	
	Рецензировать	Описать в общих чертах	Избирать	Наладить	
			Схематически обследовать	Организовать	
			Дискутировать	Подготовить	
			Ставить вопрос	Управлять	
			Соотнести		
			Решить		
			Исследовать		
			Классифицировать		