



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Многомерные статистические методы анализа

Кафедра прикладной математики
факультета математики и компьютерных наук

Образовательная программа бакалавриата
01.03.05 - Статистика

Направленность (профиль) программы
Анализ больших данных

Форма обучения
Очная

Статус дисциплины: входит в обязательную часть ОПОП

Махачкала, 2023

Рабочая программа дисциплины "Многомерные статистические методы анализа" составлена в 2023 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки - 01.03.05 Статистика (уровень бакалавриата) от 14.08.2020 г. №10.32

Разработчик: кафедра прикладной математики, Кадиев Р.И. д.ф.-м.н. профессор

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры прикладной математики от «20» января 2023 г., протокол № 5

Зав. кафедрой Р Кадиев Р.М.

на заседании Методической комиссии факультета математики и компьютерных наук от «20» 01 2023 г., протокол № 4

Председатель М.К. Ризаев М.К.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «20» февраль 2023 г.

Начальник УМУ А.Г. Гасангаджиева А.Г.

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина "Многомерные статистические методы анализа" входит в фундаментальный модуль ОПОП *бакалавриата* по направлению подготовки 01.03.05 - Статистика.

Дисциплина реализуется на факультете *математики и компьютерных наук кафедрой прикладной математики*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением и освоением следующего материала: многомерные генеральная и выборочная совокупность; статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей; корреляционный анализ; регрессионный анализ; компонентный анализ; факторный анализ; методы многомерной классификации.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных – ПК-1, ПК-7.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости: контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме зачета и экзамена.

Объем дисциплины 8 зачетных единиц (282 часа), в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
7	108	32	16	16			44	зачет
8	180	28	32	14			106	экзамен
ИТОГО	288	60	48	30			150	

1. Цели освоения дисциплины.

Целью изучения дисциплины «Многомерные статистические методы анализа» является формирование у студентов фундаментальных теоретических знаний по вопросам методики и практики применения методов многомерного статистического анализа данных, а также обучение студентов современным программным средствам в которых реализованы модули, осуществляющие решение задач многомерного анализа.

В ходе изучения курса у студента должно формироваться представление о конкретных практических ситуациях, в которых необходимо использование методов многомерного статистического анализа.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ по спектру наиболее распространенных статистических методов анализа данных и условий их применения;
- изучение концепции и технологии современного анализа данных на компьютере;
- изучение принципов работы программных средств, предназначенных для многомерного статистического анализа данных;
- изучение современных визуальных методов анализа данных и использования их для статистического вывода и формулировки гипотез о структуре данных;
- выработка умения самостоятельного решения задач по выбору методов анализа в практических ситуациях;

- получение навыков применения программных систем; предназначенных для многомерного статистического анализа данных, а также тестировании программных модулей на модельных данных;

- изучение рынков программного обеспечения по анализу данных

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата.

Дисциплина "Многомерные статистические методы анализа» входит в фундаментальный модуль ОПОП *бакалавриата* по направлению подготовки 01.03.05 - Статистика. Знания по многомерным статистическим методам анализа необходимы для данной специальности, как для освоения различных смежных дисциплин, так и крайне нужны для создания математических моделей социально-экономических процессов с целью прогнозирования показателей этих процессов.

Изучение дисциплины "Многомерные статистические методы анализа" предполагает хорошее знание теории вероятностей, математической статистики, эконометрики, различные пакеты прикладных программ и основами технологии анализа и обработки данных и программирования в объеме ФГОС ВО подготовки бакалавров.

Знания, приобретенные при изучении дисциплины ""Многомерные статистические методы анализа», могут найти применение при выполнении индивидуальных заданий, курсовом и дипломном проектировании.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ПК-1. Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	ПК-1.1. Знает методы сбора и обработки данных, полученными в области математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Знает: стандартные методы и технические средства для статистических наблюдений. Умеет: применить стандартные методы и технические средства при статистических наблюдениях. Владеет: методами и техническими средствами для статистических наблюдений.	Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен
	ПК-1.2. Умеет сбора и обработки данных, полученными в области математических и естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.	Знает: собирать данные об объекте исследования и выбрать соответствующий инструментарий для обработки информации. Умеет: собирать исходные данные об объекте исследования и выбрать соответствующий инструментарий для обработки информации. Владеет: методами сбора данных об объекте исследования и выбора соответствующий инструментарий для обработки информации.	

	<p>ПК-1.3. Владеет навыками сбора и обработки данных, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.</p>	<p>Знает: статистические методы обработки информации, в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий. Умеет: применять статистические методы для обработки информации, в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий. Владеет: статистическими методами обработки информации, в том числе с применением информационно-коммуникационных технологий</p>	
<p>ПК-7. Способен осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач.</p>	<p>ПК-7.1. Знает осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знает: осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач. Умеет: осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач. Владеет: навыками выбора методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач.</p>	<p>Контрольные работы, лабораторные работы, экзамен</p>
	<p>ПК-7.2. Умеет осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знает: осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач. Умеет: осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач. Владеет: навыками выбора методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач.</p>	
	<p>ПК-7.3. Владеет навыками выбора методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач.</p>	<p>Знает: осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач. Умеет: осуществлять выбор методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач. Владеет: навыками выбора методов и инструментальных средств анализа больших данных для решения профессиональных задач.</p>	

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов.

4.2.1. Структура дисциплины.

№ п/п	Название разделов и тем дисциплины	Семестр	Аудиторные занятия, в том числе				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практ. занятия	Лаборат. работы	Контр.сам. раб.		
Модуль 1. Многомерные генеральная и выборочная совокупности.								
1.	Введение в предмет Этапы статистического анализа. Статистическое исследование зависимостей.	7	2				4	Контрольная работа, коллоквиум.
2.	Многомерная генеральная и выборочная совокупности.	7	2				4	
3.	Статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей.	7	2	2	2		4	
4.	Исследование множественных линейных связей. Частные и множественный коэффициенты корреляции.	7	4	2	2		6	
Итого по первому модулю.			10	4	4		18	
Модуль 2. Корреляционный анализ.								
5	Корреляционный анализ двухмерной модели.	7	2	2			2	Контрольная работа, коллоквиум.
6.	Корреляционный анализ трехмерной модели.	7	2	2	2		2	
7.	Некоторые вопросы корреляционного анализа многомерной модели	7	4		2		4	
8.	Ранговая корреляция.	7	4	2	2		4	
Итого по второму модулю			12	6	6		12	
Модуль 3. Регрессионный анализ.								
9.	Основные понятия и задача регрессионного анализа.	7	2				2	Контрольная работа, коллоквиум.
10.	Простейшее линейное уравнение регрессии.	7	4	2	2		4	
11.	Множественное линейное уравнение регрессии.	7	4	2	2		4	
12.	Нелинейная регрессия.	7	2	2	2		4	
Итого по третьему модулю			10	6	6		14	
Итого за 7 семестр			32	16	16		44	

Модуль 4. Компонентный анализ.								
13.	Метод главных компонент.	8	2		4		10	Контрольная работа, коллоквиум
14.	Линейная модель метода главных компонент	8	4	2	4		10	
Итого по четвертому модулю			6	2	8		20	
Модуль 5. Квадратурные формы и главные компоненты.								
15.	Линейный оператор и отвечающая ему матрица.	8	2	2	4		8	Контрольная работа, коллоквиум
16.	Квадратичная форма и главные компоненты.	8	4	2	4		10	
Итого по пятому модулю		8	6	4	8		18	
Модуль 6. Факторный анализ.								
17.	Основные понятия факторного анализа	8	2		4		4	Контрольная работа, коллоквиум
18.	Метод главных факторов.	8	2	2	4		6	
19.	Метод вращения.	8	4	2	4		6	
Итого по шестому модулю		8	8	4	8		16	
Модуль 7. Методы многомерной классификации.								
20.	Методы многомерной классификации.	8	4	2	4		8	Контрольная работа, коллоквиум
21.	Дискриминантный анализ.	8	4	2	4		8	
Итого по седьмому модулю		8	8	4	8		16	
Модуль 8. Подготовка к экзамену.							36	
Итого за 8 семестр			28	14	32		106	
Итого			60	30	48		150	

4.3. Содержание дисциплины, структурирование по темам (разделом)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Многомерные генеральная и выборочная совокупности.

Тема 1. Введение в предмет "Многомерные статистические методы". Этапы статистического анализа. Статистическое исследование зависимостей.

Применение многомерных статистических методов в социально-экономических исследованиях. Многомерное нормальное распределение, как основная модель современных многомерных методов. Особенности анализа количественных и качественных показателей. Многомерные методы статистического оценивания и сравнения.

Тема 2. Многомерная генеральная и выборочная совокупности.

Распределение генеральной совокупности. Некоторые характеристики генеральной совокупности. Параметры связи между генеральной совокупности. Многомерная нормально распределенная генеральная совокупность. Выборка из генеральной совокупности.

Тема 3. Статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей.

Точечные оценки параметров генеральной совокупности. Доверительные области. Доверительная область для вектора математического ожидания. Определение совместной доверительной области для математического ожидания и дисперсии. Гипотезы о параметрах многомерной нормально распределенной генеральной совокупности. Сравнение вектора генеральных средних со стандартом. Сравнение двух генеральных совокупностей.

Тема 4. Исследование множественных линейных связей. Частные и множественный коэффициенты корреляции.

Характеристики многомерных статистических взаимосвязей. Требования, которым должна удовлетворять многомерная выборка измеренных данных экономических показателей. Оценка ковариационной (корреляционной) матрицы. Оценки частных и множественных коэффициентов корреляции. Проверка их значимости и построение доверительных областей.

Модуль 2. Корреляционный анализ.

Тема 5. Корреляционный анализ двухмерной модели.

Основные понятия. Точечная оценка параметров двухмерной модели. Примеры вычисления выборочных характеристик для двумерной модели. Проверка значимости и интервальная оценка параметров связи для двумерной модели. Корреляционный анализ затрат и оплата труда.

Тема 6. Корреляционный анализ трехмерной модели.

Основные параметры модели. Оценивание и проверка значимости параметров модели. Корреляционный анализ показателей эффективности работы предприятий на основе трехмерной модели.

Тема 7. Некоторые вопросы корреляционного анализа многомерной модели.

Корреляционная матрица. Параметры связи l -го порядка. Частные коэффициенты корреляции. Множественные коэффициенты корреляции. Проверка значимости частных и множественных коэффициентов.

Тема 8. Ранговая корреляция.

Общие понятия о статистических методах обработки порядковых переменных. Особенности представления статистической взаимосвязи между порядковыми переменными. Вычисление ранговых коэффициентов корреляции Спирмена и Кендалла. Представление взаимосвязи порядковых переменных с помощью таблиц сопряженностей.

Модуль 3. Регрессионный анализ.

Тема 9. Основные понятия и задача регрессионного анализа.

Основные понятия. Линейная множественная регрессионная модель. Основные задачи экономического исследования, которые решаются с помощью регрессионного анализа. Предпосылки статистического анализа и основные причины их нарушения. Оценка вектора коэффициентов линейного уравнения регрессии и остаточной дисперсии с помощью метода наименьших квадратов.

Тема 10. Простейшее линейное уравнение регрессии.

Нахождение оценок для параметров уравнения. Определение интервальных оценок для параметров уравнения. Определение интервальной оценки для условного математического ожидания.

Тема 11. Множественное линейное уравнение регрессии.

Нахождение и анализ свойств оценок для параметров уравнения. Проверка значимости уравнения регрессии. Определение интервальных оценок для параметров уравнения. Взвешенный метод наименьших квадратов.

Тема 12. Нелинейная регрессия.

Выбор формы адекватного уравнения регрессии. Понятие о нелинейной регрессии. Уравнения нелинейного регрессионного анализа в многомерной модели. Оценка вектора коэффициентов уравнения нелинейной регрессии и остаточной дисперсии с помощью метода наименьших квадратов. Доверительное и интервальное оценивание параметров регрессии и ее прогнозных значений.

Модуль 4. Компонентный анализ.

Тема 13. Метод главных компонент.

Статистический подход в методе главных компонент. Многомерное нормальное распределение как модель, на которой основываются методы многомерного статистического анализа. Геометрическая интерпретация плотности вероятности двумерного нормального распределения.

Тема 14. Линейная модель метода главных компонент.

Общие положения. Получение матрицы весовых коэффициентов по алгоритму метода главных компонент.

Модуль 5. Квадратурные формы и главные компоненты.

Тема 15. Линейный оператор и отвечающая ему матрица.

Линейное преобразование. Линейный оператор. Характеристические числа и собственные вектора линейного оператора. Характеристический многочлен подобных матриц. Собственные векторы при одном и том же характеристическом числе. Характеристическая матрица и характеристический многочлен. Метод Фаддеева.

Тема 16. Квадратичная форма и главные компоненты.

Квадратичные формы и главные компоненты. Главные компоненты двумерного, трехмерного и конечномерного пространства. Дисперсия исследуемых признаков в методе главных компонент.

Модуль 6. Факторный анализ.

Тема 17. Основные понятия факторного анализа.

Основные проблемы факторного анализа. Основная модель факторного анализа. Различие предпосылок компонентного и факторного анализа. Факторное отображение и факторная структура. Компоненты дисперсии в факторном анализе. Преобразование корреляционной матрицы в факторном анализе. Получение и использование матрицы нагрузок и матрицы индивидуальных значений.

Тема 18. Метод главных факторов.

Метод главных факторов и его алгоритм. Получение первого главного фактора.

Тема 19. Метод вращения.

Проблема вращения. Использование методов вращения в факторном анализе. Понятие ортогонального и косоугольного вращения. Вращение при помощи ортогональных матриц. Обобщенные факторы. Использование факторного анализа в социально-экономических исследованиях.

Модуль 6. Методы многомерной классификации.

Тема 20. Методы многомерной классификации.

Классификация без обучения. Кластерный анализ. Основные понятия. Расстояние между объектами и мера близости. Расстояние между кластерами. Функционал качества разбиения. Иерархические кластер-процедуры.

Тема 21. Дискриминантный анализ

Математическое описание метода дискриминантного анализа. Метод классификации с обучением. Линейный дискриминантный анализ. Дискриминантный анализ при нормальном законе распределения показателей.

4.3.1. Содержание практических занятий по дисциплине.

Модуль 1. Многомерные генеральная и выборочная совокупности.

Тема 1. Введение в предмет "Многомерные статистические методы". Этапы статистического анализа. Статистическое исследование зависимостей.

Применение многомерных статистических методов в социально-экономических исследованиях. Многомерное нормальное распределение, как основная модель современных многомерных методов. Особенности анализа количественных и качественных показателей. Многомерные методы статистического оценивания и сравнения.

Тема 2. Многомерная генеральная и выборочная совокупности.

Распределение генеральной совокупности. Некоторые характеристики генеральной совокупности. Параметры связи между генеральной совокупности. Многомерная нормально распределенная генеральная совокупность. Выборка из генеральной совокупности.

Тема 3. Статистическое оценивание и сравнение многомерных генеральных совокупностей.

Точечные оценки параметров генеральной совокупности. Доверительные области. Доверительная область для вектора математического ожидания. Определение совместной доверительной области для математического ожидания и дисперсии. Гипотезы о параметрах многомерной нормально распределенной генеральной совокупности. Сравнение вектора генеральных средних со стандартом. Сравнение двух генеральных совокупностей.

Тема 4. Исследование множественных линейных связей. Частные и множественный коэффициенты корреляции.

Характеристики многомерных статистических взаимосвязей. Требования, которым должна удовлетворять многомерная выборка измеренных данных экономических показателей. Оценка ковариационной (корреляционной) матрицы. Оценки частных и множественных коэффициентов корреляции. Проверка их значимости и построение доверительных областей.

Модуль 2. Корреляционный анализ.

Тема 5. Корреляционный анализ двумерной модели.

Основные понятия. Точечная оценка параметров двумерной модели. Примеры вычисления выборочных характеристик для двумерной модели. Проверка значимости и интервальная оценка параметров связи для двумерной модели. Корреляционный анализ затрат и оплата труда.

Тема 6. Корреляционный анализ трехмерной модели.

Основные параметры модели. Оценивание и проверка значимости параметров модели. Корреляционный анализ показателей эффективности работы предприятий на основе трехмерной модели.

Тема 7. Некоторые вопросы корреляционного анализа многомерной модели.

Корреляционная матрица. Параметры связи l -го порядка. Частные коэффициенты корреляции. Множественные коэффициенты корреляции. Проверка значимости частных и множественных коэффициентов.

Тема 8. Ранговая корреляция.

Общие понятия о статистических методах обработки порядковых переменных. Особенности представления статистической взаимосвязи между порядковыми переменными. Вычисление ранговых коэффициентов корреляции Спирмена и Кендалла. Представление взаимосвязи порядковых переменных с помощью таблиц сопряженностей.

Модуль 3. Регрессионный анализ.

Тема 9. Основные понятия и задача регрессионного анализа.

Основные понятия. Линейная множественная регрессионная модель. Основные задачи экономического исследования, которые решаются с помощью регрессионного анализа. Предпосылки статистического анализа и основные причины их нарушения. Оценка вектора коэффициентов линейного уравнения регрессии и остаточной дисперсии с помощью метода наименьших квадратов.

Тема 10. Простейшее линейное уравнение регрессии.

Нахождение оценок для параметров уравнения. Определение интервальных оценок для параметров уравнения. Определение интервальной оценки для условного математического ожидания.

Тема 11. Множественное линейное уравнение регрессии.

Нахождение и анализ свойств оценок для параметров уравнения. Проверка значимости уравнения регрессии. Определение интервальных оценок для параметров уравнения. Взвешенный метод наименьших квадратов.

Тема 12. Нелинейная регрессия.

Выбор формы адекватного уравнения регрессии. Понятие о нелинейной регрессии. Уравнения нелинейного регрессионного анализа в многомерной модели. Оценка вектора коэффициентов уравнения нелинейной регрессии и остаточной дисперсии с помощью метода наименьших квадратов. Доверительное и интервальное оценивание параметров регрессии и ее прогнозных значений.

Модуль 4. Компонентный анализ.

Тема 13. Метод главных компонент.

Статистический подход в методе главных компонент. Многомерное нормальное распределение как модель, на которой основываются методы многомерного статистического анализа. Геометрическая интерпретация плотности вероятности двумерного нормального распределения.

Тема 14. Линейная модель метода главных компонент.

Общие положения. Получение матрицы весовых коэффициентов по алгоритму метода главных компонент.

Модуль 5. Квадратурные формы и главные компоненты.

Тема 15. Линейный оператор и отвечающая ему матрица.

Линейное преобразование. Линейный оператор. Характеристические числа и собственные вектора линейного оператора. Характеристический многочлен подобных матриц. Собственные векторы при одном и том же характеристическом числе. Характеристическая матрица и характеристический многочлен. Метод Фаддеева.

Тема 16. Квадратичная форма и главные компоненты.

Квадратичные формы и главные компоненты. Главные компоненты двумерного, трехмерного и конечномерного пространства. Дисперсия исследуемых признаков в методе главных компонент.

Модуль 6. Факторный анализ.

Тема 17. Основные понятия факторного анализа.

Основные проблемы факторного анализа. Основная модель факторного анализа. Различие предпосылок компонентного и факторного анализа. Факторное отображение и факторная структура. Компоненты дисперсии в факторном анализе. Преобразование корреляционной матрицы в факторном анализе. Получение и использование матрицы нагрузок и матрицы индивидуальных значений.

Тема 18. Метод главных факторов.

Метод главных факторов и его алгоритм. Получение первого главного фактора.

Тема 19. Метод вращения.

Проблема вращения. Использование методов вращения в факторном анализе. Понятие ортогонального и косоугольного вращения. Вращение при помощи ортогональных матриц.

обобщенные факторы. Использование факторного анализа в социально-экономических исследованиях.

Модуль 7. Методы многомерной классификации.

Тема 20. Методы многомерной классификации.

Классификация без обучения. Кластерный анализ. Основные понятия. Расстояние между объектами и мера близости. Расстояние между кластерами. Функционал качества разбиения. Иерархические кластер-процедуры.

Тема 21. Дискриминантный анализ

Математическое описание метода дискриминантного анализа. Метод классификации с обучением. Линейный дискриминантный анализ. Дискриминантный анализ при нормальном законе распределения показателей.

4.3.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.

Модуль 1. Многомерные генеральная и выборочная совокупности.

1. **Лабораторная работа № 1.** Проверка влияния факторов на результирующий показатель.

Модуль 2. Корреляционный анализ.

2. **Лабораторная работа № 2.** Оценивание и проверка значимости параметров многомерной совокупности.

Модуль 3. Регрессионный анализ.

3. **Лабораторная работа № 3.** Оценка параметров различных регрессий.

Модуль 4. Компонентный анализ.

4. **Лабораторная работа № 4.** Компонентный анализ показателей деятельности предприятий.

Модуль 5. Квадратурные формы и главные компоненты.

5. **Лабораторная работа № 5.** Вычисление и интерпретация главных компонент.

Модуль 6. Факторный анализ.

6. **Лабораторная работа № 6.** Проведение факторного анализа по данным показателям.

Модуль 7. Методы многомерной классификации.

6. **Лабораторная работа № 7.** Проведение классификацию предприятий по алгоритму кластерного анализа.

5. Образовательные технологии.

В основе преподавания дисциплины «*Эконометрическое моделирование*» лежит лекционно-семинарская система обучения в сочетании с лабораторными занятиями. Это связано с необходимостью активного продумывания теоретического материала и дальнейшего приложения его к прикладным задачам. Индивидуальные особенности обучающихся учитываются подбором заданий разного уровня сложности для самостоятельной работы студентов.

По данной дисциплине учебным планом предусмотрено также проведение занятий в интерактивных формах. Лекции проводятся в аудиториях, оснащенных видеопроекторами. В университете функционирует Центр современных образовательных технологий, в котором предусматриваются мастер-классы специалистов.

Традиционные образовательные технологии - лекции в сочетании с практическими занятиями, семинарами и с лабораторными работами, самостоятельное изучение определенных разделов. Использование персональных компьютеров при выполнении лабораторных работ и сдаче итогового экзамена. Чтение лекций с использованием компьютера и проектора, проведение лабораторных работ в компьютерном классе.

При реализации учебной дисциплины используются электронные практикумы, электронные учебники, презентации средства диагностики и контроля разработанные

специалистами кафедры т.д. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, составляет 20% аудиторных занятий

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов (СРС) включает контролируруемую и внеаудиторную самостоятельную работу, направлена на повышение качества обучения, углубление и закрепление знаний студента, развитие аналитических навыков по проблематике учебной дисциплины, активизацию учебно-познавательной деятельности студентов и снижение аудиторной нагрузки. Часть программного материала выносится для самостоятельного внеаудиторного изучения с последующим текущим или итоговым контролем знаний на занятиях или экзамене. Контроль СРС и оценка ее результатов организуется как самоконтроль (самооценка) студента, а также как контроль и оценка со стороны преподавателя, например в ходе собеседования. Баллы, полученные по СРС студентом, обязательно учитываются при итоговой аттестации по курсу.

Формы контроля СРС включают: тестирование; устную беседу по теме с преподавателем; выполнение индивидуального задания и др. Роль студента в СРС - самостоятельно организовывать свою учебную работу по предложенному преподавателем, методически обеспеченному плану. СРС по курсу учитывает индивидуальные особенности слушателей и включает не только задания, связанные с решением типовых задач, но также творческие задания, требующие самостоятельно «добывать» знания из разных областей, группировать и концентрировать их в контексте конкретной решаемой задачи. Технология обучения предусматривает выработку навыков презентации результатов выполненного индивидуального задания и создание условий для командной работы над комплексной темой с распределением функций и ответственности между членами коллектива. Оценка результатов выполнения индивидуального задания осуществляется по критериям, известным студентам, отражающим наиболее значимые аспекты контроля за выполнением этого вида работ.

6.2. Темы и содержание самостоятельной работы.

Разделы и темы для самостоятельного изучения.	Виды и содержание самостоятельной работы.
1. Генеральная и выборочная совокупности.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки.
2. Оценка параметров многомерной генеральной совокупности.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации,

	подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки.
3. Гипотеза о параметрах многомерной нормально распределенной генеральной совокупности.	Изучение документации программного обеспечения.
3. Виды нелинейных функций и их применение в регрессионном анализе.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки.
4. Основная модель факторного анализа.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки.
5. Методы многомерной классификации.	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе) и подготовка докладов на семинарах и практических занятиях, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка заключения по обзору; -работа с тестами и вопросами для самопроверки.

7. Фонд оценочных средств, для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Типовые контрольные задания.

7.1.1. Комплект тестовых заданий

1. Выберите правильный вариант.

Представление исходных эмпирических данных в доступном для интерпретации виде, называется

- а) описательная математическая модель
- б) эмпирическая математическая модель
- в) многомерная математическая модель
- г) многофакторная математическая модель.

2. Выберите правильный вариант.

Основоположником применения многомерных методов в психологии является:

- а) Ч. Спирмен
- б) Ф. Гальтон
- в) Л. Терстоун
- г) С. Стивенс

3. Выберите правильный вариант.

Исходной информацией математических методов является:

- а) представление эмпирических данных в пригодном для интерпретации виде
- б) определение взаимосвязи при небольшой численности объектов или признаков
- в) разработка наиболее известных методик
- г) обоснование модели интеллекта.

4. Выберите правильный вариант.

Многомерные методы можно классифицировать по тем основаниям. Исключите лишнее.

- а) по назначению
- б) по способу сопоставления данных
- в) по исходным предположениям о структуре данных
- г) по виду исходных данных.

5. Выберите правильный вариант.

В классификацию многомерных методов по назначению не входят:

- а) методы экстраполяции
- б) методы классификации
- в) структурные методы
- г) методы интерпретации.

6. Выберите правильный вариант.

Что не относится к многомерным методам, исходящим из предположения о согласованной изменчивости признаков, измеренных у множества объектов:

- а) факторный анализ
- б) множественный регрессионный анализ
- в) многомерное шкалирование
- г) дискриминантный анализ.

7. Выберите правильный вариант.

Что не относится к методам, использующим в качестве исходных данных только признаки, измеренные у группы объектов:

- а) кластерный анализ
- б) множественный регрессионный анализ
- в) дискриминантный анализ
- г) факторный анализ.

8. Выберите правильный вариант.

В группе структурных методов входит:

- а) многомерное шкалирование и факторный анализ
- б) множественный регрессионный анализ и факторный анализ
- в) кластерный анализ и факторный анализ
- г) дискриминантный анализ и факторный анализ.

9. Выберите правильный вариант.

Как по другому называются методы экстраполяции:

- а) предсказания
- б) моделирования
- в) шкалирования
- г) классификации.

10. Выберите правильный вариант.

Как называется наиболее распространённая универсальная компьютерная статистическая программа, необходимая для работы с многомерными методами:

- а) STATISTICA
- б) SPSS
- в) Exell
- г) Marchcard.

11. Выберите наиболее полное и правильное определение.

Факторный анализ – это

- а) комплекс аналитических методов, позволяющий выявить скрытые признаки, а также причины их возникновения и внутренние закономерности их взаимосвязи;
- б) метод, направленный на преобразование исходного набора признаков в более простую и содержательную форму;
- в) раздел многомерного статистического анализа, объединяющий методы оценки размерности множества наблюдаемых переменных посредством исследования структуры корреляционный матриц.

12. Выберите наиболее полное и правильное определение.

Фактор – это

- а) причина, движущая сила какого – либо психического изменения или явления;
- б) связь между действием и его психическим следствием;
- в) скрытая причина согласованной изменчивости наблюдаемых переменных.

13. Выберите правильный вариант.

Основателем факторного анализа является:

- а) Л. Терстоун;
- б) Ф. Гальтон;
- в) К. Пирсон;
- г) Ч. Спирмен.

14. Выберите правильный вариант.

Исходной информацией для проведения факторного анализа является:

- а) анализ корреляций;
- б) корреляционная матрица;
- в) матрица интеркорреляционных показателей;
- г) нет правильного ответа.

15. Выберите правильный вариант.

Кто в 1931 году выдвинул идею единого генерального фактора G, лежащего в основе успешности выполнения любых тестов, связанных с измерением интеллектуальных свойств:

- а) Л. Терстоун;
- б) Ф. Гальтон;
- в) К. Пирсон;
- г) Ч. Спирмен.

16. Выберите правильный вариант.

Кто в 1927 году разработал математически обоснованную методику факторного анализа, теоретической основой которого послужила однофакторная теория.

- а) Л. Терстоун;
- б) Ч. Спирмен.
- в) Ф. Гальтон;
- г) К. Пирсон;

17. Выберите правильный вариант.

Кто в 1931 году разработал мультифакторный анализ оценки многих коррелирующих между собой и относительно независимых факторов, объясняющий мультифакторную концепцию интеллекта:

- а) Л. Терстоун;
- б) Ч. Спирмен.
- в) Ф. Гальтон;
- г) К. Пирсон.

18. Выберите правильный вариант.

Основное назначение факторного анализа заключается:

- а) анализ корреляций множества признаков;
- б) уменьшение размерности исходных данных;
- в) переход от множества исходных переменных к существенно меньшему числу новых переменных – факторов;
- г) нет правильного ответа.

19. Выберите правильный вариант.

Аналоги коэффициентов корреляции в факторном анализе называются:

- а) интерпретация факторов;
- б) факторные нагрузки;
- в) факторные выбросы;
- г) абсолютная величина факторной нагрузки.

20. Выберите правильный вариант.

К основным задачам факторного анализа относятся:

- а) исследование структуры взаимосвязей переменных;
- б) идентификация факторов как скрытых латентных переменных;
- в) вычисление значений факторов для испытуемых как новых, интегральных переменных;
- г) все ответы верны.

21. Выберите правильный вариант.

Метод, который преобразует набор коррелирующих исходных переменных в другой набор – некоррелирующих переменных, называется:

- а) модель главных компонент;
- б) анализ главных компонент;
- в) факторный анализ главных компонент;
- г) метод главных компонент.

22. Выберите правильный ответ.

Каждый элемент корреляционной матрицы называется:

- а) собственное значение;
- б) информативность компонента;
- в) компонентная нагрузка;
- г) коэффициент компонента.

23. Выберите правильный вариант.

Часть дисперсии переменной, объясняемая главными компонентами (факторами) называется:

- а) общность;
- б) факторная структура;
- в) факторные нагрузки;
- г) нет правильного ответа.

24. Выберите правильный вариант.

Основной результат применения факторного анализа называется:

- а) общность;
- б) факторная структура;
- в) факторные нагрузки;
- г) нет правильного ответа.

15. Выберите правильный вариант.

Критерий, которой определяет число факторов как равное числу компонент, собственные значения которых больше 1, называется:

- а) критерий Фишера;
- б) критерий Манна–Уитни;
- в) критерий Кайзера;
- г) критерий Колмогорова–Смирнова.

26. Выберите правильный вариант.

Способ определения числа факторов, который требует построения графика собственных значений, называется:

- а) критерий отсеивания Кеттелла;
- б) критерий Кайзера;

- в) критерий Колмогорова–Смирнова;
- г) критерий Фишера.

27. Выберите правильный вариант.

Часть дисперсии, обусловленная спецификой данной переменной и ошибками измерения, называется:

- а) общность;
- б) характерность;
- в) информативность;
- г) полнота факторизации.

28. Выберите правильный вариант.

Доля дисперсии, обусловленная каким-либо данным фактором, называется:

- а) общность;
- б) характерность;
- в) информативность;
- г) полнота факторизации.

29. Выберите правильный вариант.

Различные способы получения факторной структуры при заданном числе факторов, называется:

- а) методы факторного анализа;
- б) модели факторного анализа;
- в) проблемы факторного анализа;
- г) нет правильного ответа.

30. Исключите лишнее.

К методам факторного анализа не относится:

- а) обобщённый метод наименьших квадратов;
- б) обобщённый метод наибольших квадратов;
- в) метод максимального правдоподобия;
- г) анализ главных компонент.

31. Исключите лишнее.

К методам факторного анализа не относится:

- а) метод главных осей;
- б) метод не взвешенных наименьших квадратов;
- в) факторный анализ образов;
- г) многофакторный анализ образов.

32. Выберите правильный вариант.

Какой критерий позволяет определить минимально допустимое количество факторов для данного числа переменных:

- а) χ^2 критерий;
- б) F критерий;
- в) λ критерий;
- г) нет правильного ответа.

33. Выберите правильный вариант.

Индекс сложности каждого фактора, называется:

- а) квартимакс;
- б) варимакс;
- в) вращение;
- г) варимакс – вращение.

34. Выберите правильный вариант.

Какой этап является первым в последовательности факторного анализа:

- а) факторизация матрицы интеркорреляций;
- б) выбор исходных данных;
- в) вращение факторов;
- г) принятие решение о качестве факторной структуры.

35. Выберите правильный ответ.

Значения фактора для каждого объекта (испытуемого), называются:

- а) оценки факторных коэффициентов;

- б) факторные оценки;
- в) факторная структура;
- г) оценочные факторы.

36. Выберите правильный ответ.

Коэффициенты линейного уравнения, связывающего значения фактора и значения исходных переменных, называются:

- а) оценки факторных коэффициентов;
- б) факторные оценки;
- в) факторная структура;
- г) оценочные факторы.

37. Выберите правильный вариант.

Принцип, который означает, что все переменные располагаются на осях факторов, называется:

- а) принцип сложной структуры;
- б) принцип простой структуры;
- в) принцип одной структуры;
- г) нет правильного ответа.

38. Выберите правильный вариант.

После просмотра всех факторов каждому из них присваивается:

- а) индекс;
- б) коэффициент;
- в) наименование;
- г) ранг.

39. Выберите правильный вариант.

Решение, при котором каждая переменная имеет большую нагрузку только по одному фактору, а по остальным её нагрузки близки к нулю, называется:

- а) множественная структура;
- б) сложная структура;
- в) простая структура;
- г) нет правильного ответа.

40. Выберите правильный вариант.

Наиболее состоятельной оценкой факторных коэффициентов является:

- а) коэффициенты множественной регрессии;
- б) коэффициенты корреляции;
- в) параметрические критерии;
- г) непараметрические критерии.

7.1.2. Примерные контрольные вопросы к коллоквиумам.

Вопросы к зачету:

1. Характеристики многомерных выборочных данных.
2. Методы анализа многомерных данных.
3. Цели многомерного анализа данных.
4. Представление данных, используемых в многомерном статистическом анализе.
5. Основные шкалы измерений в многомерных выборках.
6. Как произвести преобразование данных из одной шкалы в другую?
7. Понятие диапазона значений признака, способы оценки диапазона значений.
8. Статистические методы предварительного анализа данных.
9. Основные виды статистических характеристик многомерной выборки.
10. Характеристики вариации статистических данных.
11. Характеристики корреляционной связи статистических данных.
12. Определение и свойства ковариации
13. Коэффициент линейной корреляции, его свойства.
14. Порядковые переменные в статистике.
15. Общие понятия о статистических методах обработки порядковых переменных.
16. Особенности представления статистической взаимосвязи между порядковыми переменными.

17. Вычисление коэффициента корреляции Спирмена.
18. Вычисление коэффициента корреляции Кендалла.
19. Представление взаимосвязи порядковых переменных с помощью таблиц сопряженностей.
20. Вычисление коэффициента конкордации.
21. Вычисление коэффициента взаимной сопряженности Пирсона.
22. Статистическая гипотеза, ее характерные признаки.?
23. Простая и сложная, одномерная и многомерная статистическая гипотезы.
24. Порядок определения достоверности выводов при проверке статистических гипотез.
25. Условия применения статистического критерия.
26. Порядок применения критерия Фишера.
27. Порядок применения критерия Стьюдента.
28. Примеры ситуаций в которых целесообразно применение критерия Фишера.
29. Примеры ситуаций в которых целесообразно применение критерия Стьюдента.
30. Примеры ситуаций в которых целесообразно применение критерия Пирсона.

Вопросы к экзамену:

1. Предмет и методы многомерного статистического анализа.
2. Роль многомерных методов статистического анализа в социально-экономических исследованиях.
3. Многомерные выборки. Предварительный анализ многомерных данных.
4. Статистические данные, используемые в многомерном статистическом анализе.
5. Определите основные шкалы измерений в многомерных выборках.
6. Понятие диапазона значений признака и способы оценки диапазона значений.
7. Какие статистические методы используют в предварительном анализе данных?
8. Основные виды статистических характеристик многомерной выборки.
9. Характеристики вариации статистических данных.
10. Характеристики корреляционной связи статистических данных.
11. Точечные оценки парного и частного коэффициентов корреляции
12. Множественные коэффициенты корреляции, их статистический смысл
13. Корреляционное отношение. Исследование парных нелинейных связей
14. Спецификация регрессионной модели. Выбор вида функции регрессии.
15. Использование факторного анализа в экономических исследованиях.
16. Компоненты дисперсии в факторном анализе.
17. Преобразование корреляционной матрицы, методы расчёта общностей.
18. Вращение факторной структуры. Обобщённые факторы.
19. Сущность задач классификации.
20. Цель применения методов классификации.
21. Основные задачи кластерного анализа.
22. Кластерный анализ, основные понятия и назначение
23. Метрики расстояния между объектами, описываемыми непрерывными признаками.
24. Метрики расстояния между объектами, описываемыми бинарными признаками.
25. Метрики расстояния между классами.
26. Функционал качества разбиения кластеров
27. Меры близости между кластерами.
28. Расстояния, измеряемые по принципу "ближайшего соседа" и "дальнего соседа".
29. Расстояния, измеряемые по центрам тяжести групп.
30. Порядок построения дендрограммы.
31. Иерархические кластер-процедуры.
32. Параллельные кластер-процедуры. Функционалы качества.
33. Дискриминантный анализ: постановка задачи.
34. Основные задачи дискриминантного анализа.
35. Приведите формальную постановку одной из задач дисперсионного анализа.
36. Выбор правила дискриминации.
37. Определите понятие дискриминантной функции.
38. Определите понятия обучающей и контрольной выборки.

39. Как оценить точность классификации методом скользящего экзамена?
40. Линейный дискриминационный анализ.
41. Определите линейную дискриминантную функцию.
42. Дискриминационный анализ при нормальном законе распределения переменных.
43. Экономическая интерпретация результатов дискриминации.
44. Цель и решаемые задачи компонентного анализа.
45. Графическое представление метода главных компонент.
46. Матрица факторных нагрузок в компонентном анализе, её назначение и свойства.
47. Определение собственных значений в компонентном анализе и их содержательная интерпретация
48. Матрица значений главных компонент, её определение и свойства
49. Модель компонентного анализа.
50. Свойства матрицы факторных нагрузок.
51. Метод k-средних и его модификации.
52. Задачи дискриминантного анализа, геометрическая интерпретация его применения.
53. Задачи дискриминантного анализа, примеры применения в экономике

7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Критерии оценивания компетенций (результатов).

- оценки "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "отлично" выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

- оценки "хорошо" заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

-оценки "удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка "удовлетворительно" выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

-оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля -50%. Текущий контроль по дисциплине включает:
—посещение занятий – 10 баллов,

- участие на практических занятиях – 10 баллов
 - выполнение лабораторных заданий – 10 баллов,
 - коллоквиум – 30 баллов,
 - выполнение аудиторных контрольных работ – 40 баллов.
- Промежуточный контроль по дисциплине включает:
- устный опрос(экзамен)- 100 баллов.

Рекомендуемые границы оценок:

- «отлично» - не менее 86% правильных ответов,
- «хорошо» - 66-85% правильных ответов,
- «удовлетворительно» - 51-65% правильных ответов,
- «неудовлетворительно» - менее 50% правильных ответов.

- «зачтено» выставляется студенту, если студентом дан ответ, свидетельствующий о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, сформированными навыками анализа явлений, процессов, умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа.

Допускается несколько ошибок в содержании ответа;

- «не зачтено», если студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) основная литература:

1. А.М. Дубов, В.С. Михитирян, Л.И. Трошин Многомерные статистические методы. - Москва "Финансы и статистика", 2005.
- 2.Тюрин Ю. Н. Анализ данных на компьютере: учеб. пособие для студентов вузов / Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров. - 4-е изд., перераб. - М. : Форум, 2014.
3. Козлов А. Ю. . Статистический анализ данных в MS Excel: Учебное пособие / А.Ю. Козлов, В.С. Мхитарян, В.Ф. Шишов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 320 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-004579-5 <http://znanium.com/go.php?id=238654>
4. Н. В. Концевая, И. В. Орлова, Е. С. Филонова и др., Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS. - М.: Вузовский учебник, 2011.
5. Э. А. Вуколов, Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013.

б) дополнительная литература:

- 1.Ниворожкина Л. И. Многомерные статистические методы в экономике: учебник для студ. вузов / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский. - М. ; Ростов н/Д : Дашков и К* : Наука- Спектр, 2008.
2. Боровиков В. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. (+CD)/ - СПб.: Питер, 2003.
3. С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян, Прикладная статистика в задачах и упражнениях. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
4. И. А. Палий, Прикладная статистика. - М.: Высш. шк., 2004.
5. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989.

6. Болч Б., Хуань К. Многомерные статистические методы экономики / Пер. с англ. – М.: Статистика, 1979.

7. А. И. Орлов, Вероятность и прикладная статистика: основные факты. - М.: КНОРУС, 2010.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

а) полнотекстовые базы данных:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://www.eLIBRARY.RU>
2. Ресурс Цифровые учебные материалы <http://abc.vvsu.ru/>
3. ЭБС «Руконт»: <http://www.rucont.ru/>
4. ЭБС «Юрайт»: <http://www.biblio-online.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Для изучения теоретического курса студентам необходимо использовать лекционный материал, учебники и учебные пособия из списка основной и дополнительной литературы, интернет источники.

По дисциплине "Многомерные статистические методы анализа" в конце каждого модуля проводится контрольная работа.

В контрольную работу включаются теоретические вопросы и задачи тех типов, которые были разобраны на предшествующих практических занятиях.

Рабочей программой дисциплины "Многомерные статистические методы анализа" предусмотрена самостоятельная работа студентов в объеме 114 часов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

– чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;

– подготовку к практическим занятиям;

– выполнение индивидуальных заданий;

– подготовку к контрольным работам, зачету и экзаменам.

С самого начала изучения дисциплины студент должен четко уяснить, что без систематической самостоятельной работы успех невозможен. Эта работа должна регулярно начинаться сразу после лекционных и практических занятий, для закрепления только что пройденного материала.

После усвоения теоретического материала можно приступить к самостоятельному решению задач из учебников и пособий, входящих в список основной литературы.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Microsoft Office (Excel, Power Point), Anaconda, Python, Jupyter Notebook

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий по данной дисциплине используются аудитории, оснащенные мультимедийным оборудованием.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с использованием ППП Excel и специализированных эконометрических пакетов «Анализ данных» и «Statistika».

Помещение для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Компьютерный класс, оборудованный для проведения лекционных и практических занятий средствами оргтехники, персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет; установленное лицензионное и свободное программное обеспечение.

