МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Экономическое отделение

Утверждаю

Первый заместитель директора
НЧИ КФУ Симонова Л. А.

_____ "____" _____20___ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Многомерные статистические методы Б1.В.ДВ.01.02

Направление подготовки: 09.03.03 - Прикладная информатика
Профиль подготовки: Прикладная информатика в экономике
Квалификация выпускника: бакалавр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2019
Автор(ы): Розенцвайг А.К.
Рецензент(ы): Махмутов И.И.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Исавнин А. Г.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 20__г.

Учебно-методическая комиссия Высшей школы экономики и права (Экономическое отделение) (Набережночелнинский институт (филиал)):
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__г.

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

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

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1. Основная литература

7.2. Дополнительная литература

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Розенцвайг А.К. (Кафедра бизнес-информатики и математических методов в экономике, Экономическое отделение), AKRozencvajg@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способен проводить описание и математическое моделирование прикладных процессов и информационного обеспечения решения прикладных задач

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен демонстрировать способность и готовность:

Знать:

- задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость ис-пользования количественных

и качественных оценок

-многомерные статистические методы (корреляционный и регрессионный анализ, методы снижения размерности пространства, методы многомерной классификации) для решения задач в области экономики, а именно:

- точечные оценки параметров многомерной генеральной совокупности (оценку вектора математических ожиданий компонентов случайного вектора и их начальных мо-ментов, ковариационной и корреляционной матриц случайного вектора и т.п.);
- доверительную область для математического ожидания, совместную доверитель-ную область для математического ожидания и дисперсии;
- проверять гипотезы о параметрах многомерной генеральной совокупности (срав-нение вектора генеральных

средних со стандартом, сравнение двух генеральных совокуп-ностей);

Уметь:

- применять корреляционный анализ в социально-экономических исследованиях;
- получать уравнение регрессии, интервальные оценки для коэффициентов регрессии;
- применять метод главных компонент в социально-экономических исследованиях;
- определять компоненты дисперсии в факторном анализе;

Владеть:

- преобразованием корреляционной матрицы, применением различных методов расчёта общностей;
- проведением классификации объектов по иерархическому агломеративному алгоритму;
- проведением классификации объектов по правилу дискриминации.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.01.02 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.03 "Прикладная информатика (Прикладная информатика в экономике)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 102 часа(ов), в том числе лекции - 34 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 68 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 150 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре; экзамен в 7 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в предмет "Многомерные статистические методы". Этапы статистического анализа. Статистическое исследование зависимостей.	6	2	0	4	10
2.	Тема 2. Исследование множественных линейных связей. Частные и множественный коэффициенты корреляции	6	4	0	6	10
3.	Тема 3. Корреляционный анализ количественных переменных. Основные показатели тесноты связи. Коэффициент детерминации. Проверка гипотезы о наличии парной линейной связи, доверительный интервал.	6	4	0	8	15
4.	Тема 4. Корреляционное отношение: проверка гипотезы о наличии парной нелинейной связи, доверительный интервал.	6	4	0	8	15
5.	Тема 5. Корреляционный анализ порядковых переменных.	6	2	0	6	10
6.	Тема 6. Компонентный анализ. Методы снижения размерности многомерного пространства. Метод главных компонент.	7	2	0	6	20
7.	Тема 7. Факторный анализ. Основная модель факторного анализа. Компоненты дисперсии в факторном анализе.	7	4	0	6	20
8.	Тема 8. Кластер-анализ. Расстояние между объектами. Расстояние между классами. Задачи кластер-анализа. Виды процедур кластер-анализа: иерархические, параллельные и последовательные.	7	4	0	10	25
9.	Тема 9. Дискриминантный анализ. Общая идея. Распознавание образов и классификация объектов.	7	4	0	8	25
10.	Тема 10. Обзорное занятие.	7	4	0	6	
	Итого		34	0	68	150

4.2 Содержание дисциплины

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. 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.

Тема 3. Корреляционный анализ количественных переменных. Основные показатели тесноты связи. Коэффициент детерминации. Проверка гипотезы о наличии парной линейной связи, доверительный интервал.

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 4. Корреляционное отношение: проверка гипотезы о наличии парной нелинейной связи, доверительный интервал.

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.

Тема 5. Корреляционный анализ порядковых переменных.

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.

Тема 6. Компонентный анализ. Методы снижения размерности многомерного пространства. Метод главных компонент.

Модель, математическое обоснование и алгоритм метода главных компонент. Собственные векторы и собственные значения корреляционной матрицы, и их использование для получения матрицы весовых коэффициентов. Квадратичные формы и главные компоненты. Главные компоненты двумерного, трехмерного и конечномерного пространства. Получение и использование матрицы индивидуальных значений главных компонент. Особенности регрессии на главные компоненты. Использование метода главных компонент в экономических и социальных исследованиях.

Тема 7. Факторный анализ. Основная модель факторного анализа. Компоненты дисперсии в факторном анализе.

Линейная модель факторного анализа. Различие предпосылок компонентного и факторного анализа. Основные проблемы 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. Метод главных факторов. Получение первого главного фактора. Использование методов вращения. Использование факторного анализа в социально-экономических исследованиях.

Тема 8. Кластер-анализ. Расстояние между объектами. Расстояние между классами. Задачи кластер-анализа. Виды процедур кластер-анализа: иерархические, параллельные и последовательные.

Методы вычисления расстояний или близости между объектами или признаками: расстояние

Махаланобиса,обычное и взвешенное евклидово расстояние, хеммингово расстояние. Меры близости между кластерами. Расстояния измеряемые по принципу:"ближайшего соседа", "дальнего соседа", по центрам тяжести групп. Классификация признаков на основе матриц коэффициентов статистической связи между ними. Иерархические (деревообразные) кластер-процедуры. Метод классификации агломеративные и дивизимные. Иерархическое дерево результатов агломеративной классификации. Построение дендрограмм. Классификация

больших совокупностей объектов методами параллельных процедур. Классификация в пространстве главных компонент и общих факторов.

Тема 9. Дискриминантный анализ. Общая идея. Распознавание образов и классификация объектов.

Математическое описание метода дискриминантного анализа. Обучающие выборки. Линейный дискриминантный анализ при известных параметрах многомерного нормального закона распределения. Вероятность ошибочной классификации с помощью дискриминантной функции. Оценка качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков. Пошаговый дискриминантный анализ. Применение дискриминантного анализа в социально-экономических исследованиях.

Тема 10. Обзорное занятие.

Обсуждение порядка выполнения и содержания домашней письменной работы по анализу многомерных выборочных данных экономических явлений и процессов. Использование статистического пакета программ Statistica: модули Multiple Regression (множественная регрессия), Principal Components & Classification Analysis, Factor Analysis.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"".

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ПК-5	1. Введение в предмет "Многомерные статистические методы". Этапы статистического анализа. Статистическое исследование зависимостей.
2	Лабораторные работы	ПК-5	2. Исследование множественных линейных связей. Частные и множественный коэффициенты корреляции
3	Лабораторные работы	ПК-5	3. Корреляционный анализ количественных переменных. Основные показатели тесноты связи. Коэффициент детерминации. Проверка гипотезы о наличии парной линейной связи, доверительный интервал.
4	Лабораторные работы	ПК-5	4. Корреляционное отношение: проверка гипотезы о наличии парной нелинейной связи, доверительный интервал.
5	Контрольная работа	ПК-5	5. Корреляционный анализ порядковых переменных.
	Зачет	ПК-5	
Семестр 7			
	Текущий контроль		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Лабораторные работы	ПК-5	6. Компонентный анализ. Методы снижения размерности многомерного пространства. Метод главных компонент.
2	Лабораторные работы	ПК-5	7. Факторный анализ. Основная модель факторного анализа. Компоненты дисперсии в факторном анализе.
3	Лабораторные работы	ПК-5	8. Кластер-анализ. Расстояние между объектами. Расстояние между классами. Задачи кластер-анализа. Виды процедур кластер-анализа: иерархические, параллельные и последовательные.
4	Лабораторные работы	ПК-5	9. Дискриминантный анализ. Общая идея. Распознавание образов и классификация объектов.
5	Лабораторные работы	ПК-5	10. Обзорное занятие.
	Экзамен	ПК-5	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Семестр 6					
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2 3 4
Контрольная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	5
	Зачтено		**Не зачтено**		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
Семестр 7					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Текущий контроль					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1 2 3 4 5
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 6

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 1

Многомерные выборки. Предварительный анализ многомерных данных.

1. В чем состоят цели многомерного анализа данных?
2. Формальное описание данных, используемых в многомерном статистическом анализе.
3. Представление статистических данных в электронном виде.
4. Определите основные шкалы измерений в многомерных выборках.
5. Как произвести преобразование данных из одной шкалы в другую?
6. Определите понятие диапазон значений признака и способы оценки диапазона значений.
7. Какие статистические методы используют в предварительном анализе данных?
8. Основные виды статистических характеристик многомерной выборки.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

9. Характеристики вариации статистических данных.
10.Характеристики корреляционной связи статистических данных.

2. Лабораторные работы

Тема 2

Методы статистического оценивания и сравнения многомерных генеральных совокупностей.

1. Что понимается под статистической гипотезой и какие характерные признаки для нее существуют?
2. Что означает: простая и сложная, одномерная и многомерная статистическая гипотезы?
3. Какого рода ошибки могут допускаться при выполнении статистического анализа.
4. Как определяется достоверность выводов при проверке статистических гипотез?
5. Условия применения статистического критерия.
6. Определите предпосылки применения критерия Фишера.
7. Определите предпосылки применения критерия Стьюдента.
8. Приведите примеры ситуаций в которых целесообразно применении критерия Фишера.
9. Приведите примеры ситуаций в которых целесообразно применении критерия Стьюдента.
10. Приведите примеры ситуаций в которых целесообразно применении критерия Пирсона.

3. Лабораторные работы

Тема 3

1. Основные задачи экономического исследования, которые решаются с помощью регрессионного анализа.
2. Теоретические предпосылки статистического анализа и основные причины их нарушения.
3. Мультиколлинеарность статистических переменных.
4. Гетероскедастичность выборочных данных.
5. Автокоррелированность случайной составляющей.
6.Линейная множественная регрессионная модель.
7. Коэффициент детерминации.
8. Оценка вектора коэффициентов линейного уравнения регрессии с помощью метода наименьших квадратов.
9. Доверительные интервалы параметров регрессии.
10.Оценка остаточной дисперсии регрессии регрессии.

4. Лабораторные работы

Тема 4

1. Понятие о нелинейной регрессии.
2. Уравнения нелинейного регрессионного анализа в многомерной модели.
3. Выбор формы адекватного уравнения регрессии.
4. Способы линеаризации уравнения регрессии.
5. Методы оценки вектора коэффициентов уравнения нелинейной регрессии.
6. Метод наименьших квадратов в матричной форме.
7. Оценка остаточной дисперсии нелинейного уравнения регрессии.
8. Оценка качества регрессии с помощью корреляционного отношения.
9. Интервальное оценивание параметров регрессии и ее прогнозных значений.
10.Проверка статистических гипотез относительно параметров регрессии.

5. Контрольная работа

Тема 5

1. Порядковые переменные в статистике.
2. Общие понятия о статистических методах обработки порядковых переменных.
3. Особенности представления статистической взаимосвязи между порядковыми переменными.
4. Вычисление коэффициента корреляции Спирмена.
5. Вычисление коэффициента корреляции Кендалла.
6. Представление взаимосвязи порядковых переменных с помощью таблиц сопряженностей.
7. Таблицы сопряженности для дихотомических переменных.
8. Вычисление коэффициента конкордации.
9. Вычисление коэффициента взаимной сопряженности Пирсона.
10.Роль нечисловой информации в экономических исследованиях.

Зачет

Вопросы к

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Предмет и методы многомерного статистического анализа.
2. Роль многомерных методов статистического анализа в социально-экономических исследованиях.
3. Характеристики генеральной совокупности.
4. Многомерная нормально распределённая генеральная совокупность.
5. Характеристики связи между статистическими показателями.

6. Матрица парных коэффициентов корреляции.
7. Коэффициент множественной корреляции.
8. Точечные оценки параметров многомерной генеральной совокупности.
9. Интервальные оценки параметров многомерной генеральной совокупности.
10. Доверительная область для вектора математических ожиданий.
11. Проверка гипотез о параметрах многомерной генеральной совокупности.
12. Сравнение вектора генеральных средних со стандартом.
13. Сравнение двух генеральных совокупностей.
14. Корреляционный анализ, его назначение.
15. Использование корреляционного анализа в социально-экономических исследованиях.
16. Линейная множественная регрессионная модель.
17. Метод наименьших квадратов оценки параметров линейной регрессионной модели.
18. Дисперсионный анализ, дисперсия регрессии и остаточная регрессия.
19. Выбор формы регрессии для нелинейной регрессионной модели.
20. Оценка качества регрессии с помощью корреляционного отношения.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Лабораторные работы

Тема 6

1. Модель компонентного анализа .многомерного пространства.
2. Математическое обоснование метода главных компонент.
3. Алгоритм метода главных компонент.
4. Собственные векторы и собственные значения корреляционной матрицы
5. Вычисление матрицы весовых коэффициентов.
6. Квадратичные формы и главные компоненты.
7. Главные компоненты двумерного и трехмерного пространства.
8. Главные компоненты конечномерного пространства.
9. Вычисление матрицы индивидуальных значений главных компонент.
10. Использование метода главных компонент в экономическом анализе.

2. Лабораторные работы

Тема 7

1. Основные проблемы факторного анализа.
2. Различие предпосылок компонентного и факторного анализа.
3. Факторное отображение и факторная структура.
4. Преобразование корреляционной матрицы в факторном анализе.
5. Определить общую модель факторного анализа.
6. Линейная модель факторного анализа.
7. Какие компоненты дисперсии рассматриваются в факторном анализе?
8. Что такое факторная структура и факторное отображение?
9. Основные преимущества, которые получают с переходом к анализу общих факторов.
10. Использование факторного анализа в экономических исследованиях.

3. Лабораторные работы

Тема 8

1. Основные задачи кластерного анализа.
2. Назовите метрики расстояния между объектами, описываемыми непрерывными признаками.
3. Назовите метрики расстояния между объектами, описываемыми бинарными признаками.
4. Назовите метрики расстояния между классами.
5. Что такое функционал качества разбиения?
6. Меры близости между кластерами.
7. Расстояния измеряемые по принципу "ближайшего соседа" и "дальнего соседа".
8. Расстояния измеряемые по принципу по центрам тяжести групп.
9. Что такое дендрограмма?
10. Как строится дендрограмма?

4. Лабораторные работы

Тема 9

1. Основные задачи дискриминантного анализа.
2. Приведите формальную постановку одной из задач дисперсионного анализа.
3. Выбор правила дискриминации.
4. Определите понятие дискриминантной функции.
5. Определите понятия обучающей и контрольной выборки.

6. Как оценить точность классификации методом скользящего экзамена?
7. Линейный дискриминационный анализ.
8. Определите линейную дискриминантную функцию.
9. Дискриминационный анализ при нормальном законе распределения переменных.
10.Экономическая интерпретация результатов дискриминации.

5. Лабораторные работы

Тема 10

Анализ многомерных выборочных данных экономических явлений и процессов с использованием статистического

пакета программ Statistica.

Модуль Multiple Regression (множественная регрессия)

1. ввести исходные данные многомерной выборки
2. рассчитать выборочные характеристики данных
3. корреляционную матрицу
4. оценить параметры множественной регрессии
5. выполнить дисперсионный анализ для уравнения регрессии

Модуль Principal Components & Classification Analysis

6. ввод значений переменных классификации
7. собственные числа корреляционной матрицы переменных
8. оценить вариацию, объясненную факторами
9. получить коэффициенты факторных нагрузок

Модуль Cluster Analysis

10. выбрать метод автоматической классификации k-средних
11. ввести переменные и объекты классификации.
12. получить таблицы со средним по переменным для каждого кластера и расстояниями между кластерами
13. получить описательные статистики (мат. ожидание, стандартное отклонение и дисперсию) для каждого кластера.

Модудь Factor Analysis.

14. выбрать метод поиска латентных факторов, например Principal Factor Analysis ? Maximum likelihood factors.
15. получить значения собственных чисел и долю объясненной факторами вариации.
16. получить значения факторов для каждого наблюдения.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Предмет и методы многомерного статистического анализа. Роль многомерных методов статистического анализа

в социально-экономических исследованиях.

2. Метод главных компонент, его назначение,
3. Математическая модель метода главных компонент.
4. Алгоритм метода, получение матрицы весовых коэффициентов.
5. Геометрический смысл метода главных компонент.
6. Факторный анализ, его назначение, линейная модель.
7. Компоненты дисперсии в факторном анализе.
8. Преобразование корреляционной матрицы, методы расчёта общностей.
9. Вращение факторной структуры. Обобщённые факторы.
10. Сущность задач классификации.
11. Цель методов классификации.
12. Классификации без обучения.
13. Кластерный анализ, основные понятия и назначение.
14. Методы расчёта расстояния между объектами.
15. Методы расчёта расстояния между кластерами.
16. Иерархические кластер-процедуры.
17. Параллельные кластер-процедуры. Функционалы качества.
18. Методы классификации с обучением. Дискриминантный анализ: постановка задачи.
19. Вероятность ошибочной классификации. Классификационное правило для двух классов,
20. Обобщённое классификационное правило для трёх и более классов.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 6			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1 2 3 4	10 10 10 10
Контрольная работа	Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	5	10
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
Семестр 7			
Текущий контроль			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1 2 3 4 5	10 10 10 10 10
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Чураков Е.П. Введение в многомерные статистические методы [Электронный ресурс] : учебное пособие. Электрон.

дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 148 с. - ISBN: 978-5-8114-2149-7. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/87598.

2. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.М. Симчера. - Москва: Финансы и статистика, 2008. - 400 с. - ISBN 978-5-279-03184-9 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279031849.html

3. Горяинова Е.Р. Прикладные методы анализа статистических данных [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. Р. Горяинова, А. Р. Панков, Е. Н. Платонов. - Москва : ИД Высшей школы экономики, 2012. - 1000 с. - ISBN 978-5-7598-0866-4
- Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785759808664.html

7.2. Дополнительная литература:

1. Божко В.П. Информационные технологии в статистике [Электронный ресурс] : учебник / В.П. Божко. - Москва : Финансы и статистика,2011 . - 152 с. - ISBN 978-5-279-03514-4 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785279035144.html

2. Ларионова И. А. Статистика : введение в регрессионный анализ : временные ряды [Электронный ресурс] / И. А. Ларионова. - Москва :
МИСиС, 2016. - 75 с. - ISBN 978-5-87623-936-5. Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239365.html

3. Рунова Л.П. Методы бизнес-прогнозирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л. П. Рунова. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 109 с.
- ISBN 978-5-9275-2553-9 - Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927525539.html

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Официальный сайт Росстат - http://www.gks.ru

Федеральный образовательный портал Экономика - http://ecsocman.hse.ru

Электронный учебник пакета STATISTICA - http://www.statsoft.ru/home/textbook/de

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекционный материал необходимо дополнительно прорабатывать, конспектировать дополнительную и методическую литературу. Нужно детально рассматривать базовые понятия и определения теории вероятностей и математической статистики, статистики, обращая особое внимание на их экономический смысл смысл, которые важны при использовании их в последующем для понимания полученных результатов и принятия решений.
лабораторные работы	Лабораторные работы выполняются по индивидуальным вариантам заданий, предусмотрены методические указания к их выполнению. При выполнении лабораторных работ дополнительно можно использовать электронные ресурсы и обучающие курсы, специальную литературу в печатном и электронном виде, а также справочные системы используемых программных продуктов.
самостоя-тельная работа	Для освоения теоретического материала необходимо законспектировать основные понятия, определения и методы многомерного статистического анализа, которые рассматривались на лекциях по каждой теме. При решении задач следует внимательно просмотреть методическую литературу, где представлены практические способы и демонстрационные варианты их решения.

Вид работ	Методические рекомендации
контрольная работа	Контрольная работа по многомерному статистическому анализу оформляется в произвольной форме с обязательным указанием названия кафедры, специальности, номера группы, ◆ варианта, ФИО студента и преподавателя. Номер варианта для выполнения контрольной работы выдается студенту индивидуально по списку группы или усмотрению преподавателя. Типовое содержание: - изложение теоретических предпосылок и обоснование расчетных формул статистических характеристик; - обоснование применяемых методов их вычисления с учетом экономического характера статистических данных; - выполнение численных расчетов необходимо сопровождать обсуждением экономического содержания полученных результатов. Величины, которые необходимы при проведении многомерного статистического анализа, вычисляются с использование стандартных программ Microsoft Excel и Statistica. В конце работы на отдельном листе прилагается список использованной методической и учебной литературы.
зачет	При подготовке к зачету необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций, а также на методические материалы, которые конспектировались в процессе выполнения самостоятельной работы, и лабораторных занятиях в течение семестра. На зачете задаются два теоретических вопроса и тематическая задача с использованием пакета Statistica.
экзамен	При подготовке к экзамену необходимо использовать рекомендованную учебную литературу. Дополнительно рекомендуется использовать конспекты лекций, учебно - методические пособия, а также материалы конспектов в процессе выполнения самостоятельной работы и лабораторных работ в течение семестра. На экзамене задаются два теоретических вопроса и тематическая задача, решение которой предполагает использование компьютерных программ.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Многомерные статистические методы" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Освоение дисциплины "Многомерные статистические методы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.03.03 "Прикладная информатика" и профилю подготовки Прикладная информатика в экономике .