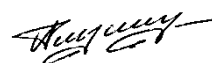


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
уравнений в частных производных
и теории вероятностей



А.В. Глушко
25.05.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.02.11 Многомерный статистический анализ и прогнозирование

1. Код и наименование специальности: 10.05.04 Информационно-аналитические системы безопасности
2. Профиль специализации: Автоматизация информационно-аналитической деятельности
3. Квалификация: специалист по защите информации
4. Форма обучения: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: Кафедра уравнений в частных производных и теории вероятностей
6. Составители программы: Ткачева Светлана Анатольевна, канд. физ.-мат. наук, доцент
7. Рекомендована: Научно-методическим советом математического факультета
Протокол № 0500-06 от 25.05.23
8. Учебный год: 2025/2026 Семестр(ы): 6

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цели освоения учебной дисциплины:

- формирование у студентов научного представления о многомерном статистическом анализе случайных социально-экономических явлений, а также анализа и прогнозирования в исследовании развития социально-экономических процессов и явлений;
- изучение основ многомерного статистического анализа;
- исследование характера явных и неявных зависимостей между объектами или признаками;
- выявление скрытой зависимости между признаками для уменьшения размерности пространства признаков за счет выявления внутренней структуры.

Задачи учебной дисциплины:

- обучение студентов принципам и методам организации сбора многомерных статистических данных, их обработки и анализа полученных результатов;
- обучение студентов многомерным методам исследования зависимостей, снижения размерности пространства признаков и многомерной классификации объектов;
 - обучение студентов практическому применению полученных теоретических данных по дисциплине с использованием персональных компьютеров и соответствующих программных средств.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Многомерный статистический анализ и прогнозирование» относится к Блоку 1 Обязательной части (Группа учебных дисциплин "Физико-математические науки"), т.е. является обязательной дисциплиной для изучения обучающимися.

Для ее успешного освоения необходимы знания и умения, приобретенные в результате обучения по предшествующим дисциплинам: «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей», «Математическая статистика».

Студент должен владеть элементами математического анализа, алгебры, обыкновенных дифференциальных уравнений, теории вероятностей, математической статистики. Многомерный статистический анализ расширяет возможности принятия таких решений в задачах, где основные параметры не могут контролироваться с достаточной точностью. Многомерные статистические методы в настоящее время широко используются в экономике, технике, социологии, демографии, медицине и других областях знаний и позволяют моделировать сложные процессы и явления.

Дисциплина является предшествующей для курса «Методы анализа данных», и способствует ее освоению.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-10	Способен разрабатывать и применять математические модели и методы анализа массивов данных и интерпретировать профессиональный смысл получаемых формальных	ОПК-10.1	Демонстрирует знания математических моделей и методов анализа массивов данных	Знать: математические модели и методы анализа массивов данных;
		ОПК-10.2	Разрабатывает формализованные модели, методы и алгоритмы решения типовых задач автоматизированной информационно-	Уметь: разрабатывать формализованные модели, методы и алгоритмы решения типовых задач автоматизированной информационно-аналитической поддержки процессов принятия решений; решать задачи индивидуального и группового выбора наилучших вариантов решений в условиях неопределенности имеющейся

	результатов		аналитической поддержки процессов принятия решений	информации на основе использования различных критериев выбора и принципов согласования; Владеть: навыками применения методов машинного обучения для решения задач распознавания, классификации, прогнозирования.
		ОПК-10.3.	Решает задачи индивидуального и группового выбора наилучших вариантов решений в условиях неопределенности имеющейся информации на основе использования различных критериев выбора и принципов согласования	

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5 / 180.

Форма промежуточной аттестации экзамен – 6 семестр

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			6 семестр		
Контактная работа		96	96		
в том числе:	лекции	48	48		
	практические	48	48		
	лабораторные	-	-		
	курсовая работа	-	-		
	контрольные работы	2	2		
Самостоятельная работа		48	48		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час./экзамен – <u>36</u> час.)		36	36		
Итого:		180	180		

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
		1. Лекции	Электронный университет, страница курса
1.1	Назначение, содержание и основные этапы	Предмет и содержание курса. Связь теории вероятностей, математической статистики и многомерного	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5

	<p>многомерного статистического анализа. Множественный корреляционный анализ</p>	<p>статистического анализа (МСА). Задачи МСА в области социально-экономических исследований и процессов. Основные этапы проведения МСА</p> <p>Генеральная и выборочная совокупности. Многомерное нормальное распределение, как основная модель МСА</p> <p>Однофакторная и многофакторная модели линейной регрессии</p>	
1.2	<p>Снижение размерности исследуемого признака и отбор наиболее информативных показателей</p>	<p>Сущность и типологизация задач снижения размерности. Математическая модель, ее обоснование и алгоритм метода главных компонент</p> <p>Собственные векторы и собственные значения корреляционной матрицы, их использование для получения матрицы факторных нагрузок. Основные числовые характеристики главных компонент</p> <p>Вычисление, свойства и назначение матрицы нормированных значений главных компонент. Применение метода главных компонент в экономических и социологических исследованиях</p>	<p>https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5</p>
1.3	<p>Факторный анализ, эвристические методы снижения размерности, многомерное шкалирование</p>	<p>Факторный анализ, виды факторного анализа, основные цели ФА, особенности ФА, этапы реализации ФА, методики ФА..</p> <p>Сущность и общий вид линейной модели факторного анализа, ее связь и отличие от модели компонентного анализа. Факторное отображение и факторная структура. Компоненты дисперсии в факторном анализе</p> <p>Методы расчета общностей. Использование методов вращения. Экономическая интерпретация общих факторов.</p>	<p>https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5</p>
1.4	<p>Классификация многомерных наблюдений без обучения (непараметрический случай), кластерный анализ</p>	<p>Общая постановка задачи автоматической классификации, классификации без обучения, понятия кластерного анализа. Кластерный анализ, элементы КА, форма представления КА,</p> <p>Диаграмма рассеяния, близость объектов, виды мер расстояния между объектами, методы определения мер сходства, основные подходы КА, анализ качества классификации, дендрограмма, методы КА.</p>	<p>https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5</p>

		Метрики расстояния и близости между объектами, расстояния между кластерами. Функционалы качества разбиения. Основные типы задач и алгоритмов кластерного анализа.	
1.5	Классификация многомерных наблюдений при наличии обучающих выборок, дискриминантный анализ	<p>Дискриминантный анализ. Области применения и методы дискриминантного анализа (ДА). Постановка задачи на исследование методами ДА. Геометрическая интерпретация ДА. Критерии сравнения выборок по нескольким признакам. Алгоритм выполнения ДА. Методы классификации с обучением, основные понятия дискриминантного анализа.</p> <p>Обучающие выборки. Линейный дискриминантный анализ при известных параметрах многомерного нормального закона распределения (случай двух классов и общий случай).</p> <p>Вероятность ошибочной классификации с помощью дискриминантной функции. Оценка качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков.</p>	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
1.6	Дисперсионный анализ. Классификация многомерных наблюдений без обучения. Канонические корреляции	<p>Дисперсионный анализ. Проверяемые гипотезы и требования к анализируемым данным. Графическая интерпретация дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ-постановка задачи.</p> <p>Двухфакторный дисперсионный анализ - постановка задачи. Многофакторный дисперсионный анализ, постановка задачи. Понятие и задача расщепления смеси вероятностных распределений.</p> <p>Алгоритм решения задачи автоматической классификации в рамках модели смеси распределений, приводящий к схеме дискриминантного анализа.</p>	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
1.7	Методы анализа и прогнозирования систем	<p>Интегральная оценка потенциала многомерного динамического объекта</p> <p>Выявление катастроф в развитии случайных процессов</p> <p>Использование теории рисков в оценке развития случайного процесса</p> <p>Каноническая корреляция в сложных системах. Корреляция качественных признаков. Методология формирования системы информативных признаков</p> <p>Алгоритм решения задачи таксономии. Моделирование случайных процессов</p>	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
1.8	Приложения многомерного статистического	Оценка ресурсного потенциала предприятия. Оценка инвестиционной привлекательности предприятия	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5

	анализа	Оценка конкурентоспособности потребительских товаров Концепция рациональной инвестиционной политики. Ассортиментная политика торгового предприятия	
		Имитационное моделирование потребительского рынка	
2. Практические занятия			Электронный университет, страница курса
2.1	Назначение, содержание и основные этапы многомерного статистического анализа. Множественный корреляционный анализ	Особенности многомерного статистического анализа. Задачи МСА. Методы МСА. Применение МСА в экономике. Основы корреляционного анализа. Однофакторная и многофакторная модели линейной регрессии. Частные и множественные коэффициенты корреляции	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
2.2	Снижение размерности исследуемого многомерного признака и отбор наиболее информативных показателей	Метод главных компонент. Собственные векторы и собственные значения корреляционной матрицы Вычисление, свойства и назначение матрицы нормированных значений главных компонент. Численный пример на метод главных компонент. Матрица нагрузок главных компонент на исходные признаки	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
2.3	Факторный анализ, эвристические методы снижения размерности, многомерное шкалирование	Факторный анализ. Методика факторного анализа Сущность и общий вид линейной модели факторного анализа. Применение ФА и его практическая реализация.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
2.4	Классификация многомерных наблюдений без обучения (непараметрический случай), кластерный анализ	Кластерный анализ, элементы, форма представления, диаграмма рассеяния, близость объектов Кластерный анализ, виды мер расстояния между объектами, методы определения мер сходства, основные подходы кластерного анализа Анализ качества классификации, дендрограмма, методы кластерного анализа	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
2.5	Классификация многомерных наблюдений при наличии обучающих выборок, дискриминантный анализ	Дискриминантный анализ. Методы ДА. Дискриминантный анализ. Алгоритм выполнения ДА. Оценка качества дискриминантной функции и информативности отдельных признаков.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
2.6		Дисперсионный анализ.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5

	Дисперсионный анализ. Классификация многомерных наблюдений без обучения. Канонические корреляции	Однофакторный дисперсионный анализ-постановка задачи.	hp?id=2560#section-5
		Двухфакторный дисперсионный анализ - постановка задачи. Многофакторный дисперсионный анализ - постановка задачи.	
		Алгоритм решения задачи автоматической классификации в рамках модели смеси распределений, приводящий к схеме дискриминантного анализа	
2.7	Методы анализа и прогнозирования систем	Интегральная оценка потенциала многомерного динамического объекта Использование теории рисков в оценке развития случайного процесса	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
		Каноническая корреляция в сложных системах. Корреляция качественных признаков.	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
		Алгоритм решения задачи таксономии. Моделирование случайных процессов	
2.8	Приложения многомерного статистического анализа	Оценка ресурсного потенциала предприятия. Оценка инвестиционной привлекательности предприятия	https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5
		Оценка конкурентоспособности потребительских товаров Ассортиментная политика торгового предприятия	
		Имитационное моделирование потребительского рынка. Пример	

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	
1	Назначение, содержание и основные этапы многомерного статистического анализа. Множественный корреляционный анализ	6	6		6	4	22
2	Снижение размерности исследуемого многомерного признака и отбор наиболее информативных показателей.	6	6		6	4	22
3	Факторный анализ, эвристические методы	6	6		6	4	22

	снижения размерности, многомерное шкалирование						
4	Классификация многомерных наблюдений без обучения (непараметрический случай), кластерный анализ	6	6		6	4	22
5	Классификация многомерных наблюдений при наличии обучающих выборок, дискриминантный анализ	6	6		6	4	22
6	Дисперсионный анализ. Классификация многомерных наблюдений без обучения. Канонические корреляции	6	6		6	4	22
7	Методы анализа и прогнозирования систем	6	6		6	6	24
8	Приложения многомерного статистического анализа	6	6		6	4	22
	Итого:	48	48		48	36	180

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

В процессе преподавания дисциплины используются такие виды учебной работы, как лекции, практические занятия, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся, на которую отводится 48 часов.

Самостоятельная учебная деятельность студентов по дисциплине «Многомерный статистический анализ и прогнозирование» предполагает выполнение следующих заданий:

- 1) самостоятельное изучение учебных материалов по разделам 1-8 с использованием основной и дополнительной литературы, информационно-справочных и поисковых систем;
- 2) подготовку к текущим аттестациям: выполнение практических заданий, самостоятельное освоение понятийного аппарата по каждой теме.

На лекциях рассказывается теоретический материал, на практических занятиях решаются примеры по теоретическому материалу, прочитанному на лекциях.

При изучении курса «Многомерный статистический анализ и прогнозирование» обучающимся следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на

аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий.

1. После каждой лекции студентам рекомендуется подробно разобрать прочитанный теоретический материал, выучить все определения и формулировки теорем, разобрать примеры, решенные на лекции. Перед следующей лекцией обязательно повторить материал предыдущей лекции.

2. Перед практическим занятием обязательно повторить лекционный материал. После практического занятия еще раз разобрать решенные на этом занятии примеры, после чего приступить к выполнению домашнего задания. Если при решении примеров, заданных на дом, возникнут вопросы, обязательно задать на следующем практическом занятии или в присутственный час преподавателю.

3. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по темам, изучить примеры. Решая задачи, предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить практические задачи.

4. Выбрать время для работы с литературой по дисциплине в библиотеке..

5. Материалы курса в системе «Электронный университет»:
<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5>

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
01	Александровская, Ю. П. Многомерный статистический анализ в экономике : учебное пособие / Ю. П. Александровская. — Казань : КНИТУ, 2017. — 96 с. — ISBN 978-5-7882-2191-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/138272

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
02	Чураков, Е. П. Многомерные статистические методы : учебное пособие / Е. П. Чураков. — Рязань : РГРТУ, 2013 — Часть 1 — 2013. — 96 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168187
03	Чураков, Е. П. Многомерные статистические методы : учебное пособие / Е. П. Чураков. — Рязань : РГРТУ, 2014 — Часть 2 — 2014. — 48 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168197

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
7	http://mschool.kubsu.ru – библиотека электронных учебных пособий. (http://mschool.kubsu.ru/ms/1.htm)
8	Т. Андерсон Введение в многомерный статистический анализ - http://www.nehudlit.ru/books/detail737978.html
9	Электронный учебник по статистике. Statsoft. Inc. (http://www.statsoft.ru/)
10	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. – (http://www.lib.vsu.ru/)
11	Электронный курс https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Электронный учебник по статистике. Statsoft. Inc. (http://www.statsoft.ru/)
2	Халафян А.А. Теория вероятностей, математическая статистика и анализ данных.

	Основы теории и практика на компьютере Statistika Excel. Более 150 примеров решения задач : [учебное пособие для бакалавров специальностей немат. направления, изучающих высш. математику - эконом., юрид., информ. технологий, техн., естеств.-науч., гуманитар.] / А.А. Халафян, В.П. Боровиков, Г.В. Калайдина .— Москва : URSS : ЛЕНАНД, 2017 .— 317 с.
3	Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS: Учебное пособие / Под ред. И.В. Орловой. – М. ; Вузовский учебник, 2009. – 310 с.
4	Положение об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются следующие образовательные технологии: логическое построение дисциплины, установление межпредметных связей, обозначение теоретического и практического компонентов в учебном материале, актуализация личного и учебно-профессионального опыта обучающихся, включение элементов дистанционных образовательных технологий.

В практической части курса используется стандартное современное программное обеспечение персонального компьютера.

В части освоения материала лекционных и лабораторных занятий, самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины, прохождения текущей и промежуточной аттестации может применяться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии на портале «Электронный университет ВГУ», электронный курс (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2560#section-5>).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, специализированная мебель.

Для самостоятельной работы используется класс с компьютерной техникой, оснащенный необходимым программным обеспечением электронными учебными пособиями и законодательно - правовой и нормативной поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть: специализированная мебель, персональные компьютеры. В самостоятельной работе обучающиеся используют ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ (электронный каталог: <http://www.lib.vsu.ru>)

Ubuntu (бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ubuntu.com/download/desktop>)
 VisualStudioCommunity (бесплатное и/или свободное ПО, лицензия <https://visualstudio.microsoft.com/ru/vs/community/>);

LibreOffice (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>)

При реализации дисциплины с использованием дистанционного образования возможны дополнения материально-технического обеспечения дисциплины.

19. Фонд оценочных средств:

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Назначение, содержание и основные этапы многомерного статистического анализа. Множественный корреляционный анализ	ОПК-10	ОПК-10.1, ОПК-10.2	КИМ (экзамен), Комплект заданий для контрольной работы № 1
2	Снижение размерности исследуемого многомерного признака и отбор наиболее информативных показателей.	ОПК-10	ОПК-10.1, ОПК-1.2	0 КИМ (экзамен), КИМ Комплект заданий для контрольной работы № 1
3	Факторный анализ, эвристические методы снижения размерности, многомерное шкалирование	ОПК-10	ОПК-10.2, ОПК-10.3	КИМ (экзамен), КИМ Комплект заданий для контрольной работы № 2
4	Классификация многомерных наблюдений без обучения (непараметрический случай), кластерный анализ	ОПК-10	ОПК-10.2	КИМ (экзамен), КИМ Комплект заданий для контрольной работы № 2
5	Классификация многомерных наблюдений при наличии обучающих выборок, дискриминантный анализ	ОПК-10	ОПК-10.1	КИМ (экзамен), КИМ Комплект заданий для контрольной работы № 2
6	Дисперсионный анализ. Классификация многомерных наблюдений без обучения. Канонические корреляции	ОПК-10	ОПК-10.2, ОПК-10.3	КИМ (экзамен), КИМ Комплект заданий для контрольной работы №2
7	Методы анализа и прогнозирования систем	ОПК-10	ОПК-10.2, ОПК-10.3	КИМ (экзамен), Комплект заданий для контрольной работы № 1,2
8	Приложения многомерного статистического анализа	ОПК-10	ОПК-10.2, ОПК-10.3	КИМ (экзамен), КИМ Комплект заданий для контрольной работы № 1,2
Промежуточная аттестация Форма контроля - экзамен				КИМ (экзамен), КИМ Комплект заданий для контрольных работ № 1,2

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Примерный перечень заданий для контрольных работ

Контрольная работа №1

Задание 1. Компания-производитель сотовых телефонов в течение года наращивала выпуск продукции x и ежемесячно отслеживала издержки y . Данные представлены в таблице:

Выпуск, тыс. шт.	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675
Издержки,	612	671	747	792	845	981	1220	1341	1539	1975	2126	2308

млн руб.													
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1. Статистически проверить гипотезы о линейной и квадратичной зависимости издержек от выпуска с помощью критерия, основанного на группировке данных (данные разбить на 4 интервала в зависимости от объема выпуска). Уровень значимости принять равным 0,05.

2. Найти оптимальный выпуск, если отпускная цена модели составляет 2900 руб.

Задание 2. В условиях предыдущей задачи

1. Подсчитать выбочный коэффициент корреляции. Проверить гипотезу о наличии линейной связи при уровне значимости 0,05. Найти интервальную оценку коэффициента корреляции с доверительной вероятностью 95%.

2. Определить значение корреляционного отношения. Проверить гипотезу о наличии связи при уровне значимости 0,05. Группировать данные по 4 интервалам в зависимости от объема выпуска

Контрольная работа №2

Задание 1. В инвестиционный портфель входят акции 40 компаний. Известны доходность и риск каждого вида ценных бумаг, выраженные в виде математического ожидания и среднеквадратического отклонения прибыли:

(7;2), (9;7), (8;6), (11;3), (15;8), (12;4), (16;11), (4;2), (6;3), (10;1), (15;11), (7;3), (9;3), (12;2), (12;7), (5;6), (18;12), (10;3), (14;5), (16;3), (6;1), (8;2), (13;3), (14;3), (15;7), (8;7), (5;2), (6;4), (9;5), (10;2), (10;7), (16;10), (12;5), (17;7), (9;4), (17;11), (14;6), (16;5), (9;9), (7;8).

Разбить набор акций на кластеры, используя процедуру кластер-анализа любого типа. Критерий качества:

$1/n \sum n_i D_i + k \rightarrow \min$, где k – количество кластеров, n_i – число точек, попавших в i -кластер, D_i – дисперсия в i -кластере.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на занятиях.

Цель текущего контроля:

Определение уровня сформированности профессиональных компетенций, знаний и навыков деятельности в области знаний, излагаемых в курсе.

Задачи текущего контроля: провести оценивание

1. уровня освоения теоретических и практических понятий, научных основ профессиональной деятельности;

2. степени готовности обучающегося применять теоретические и практические знания и профессионально значимую информацию, сформированности когнитивных умений.

3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Текущий контроль предназначен для проверки хода и качества формирования компетенций, стимулирования учебной работы обучающихся и совершенствования методики освоения новых знаний. Он обеспечивается проведением контрольных заданий и проведением коллоквиума.

В ходе контрольной работы обучающемуся выдается КИМ с практическим перечнем из заданий и предлагается решить данные задания. В ходе выполнения заданий можно пользоваться любой литературой, ограничение по времени 90 минут.

Весь теоретический материал разбивается на две части и в течение семестра проводятся 2 коллоквиума: В ходе проведения коллоквиумов обучающемуся выдается программа коллоквиума, бланк ответа и билет с заданием. Ответ на вопрос КИМ должен быть дан за 60 минут.

Если текущая аттестация проводится в дистанционном формате, то обучающийся должен иметь компьютер и доступ в систему «Электронный университет». Если у обучающегося отсутствует необходимое оборудование или доступ в систему, то он обязан сообщить преподавателю об этом за 2 рабочих дня. На контрольную работу в дистанционном режиме отводится ограничение по времени контрольная работа - 180 минут, на коллоквиум – 90 минут.

При текущем контроле уровень освоения учебной дисциплины и степень сформированности компетенции определяются оценками «зачтено» и «незачтено», которые формируются следующим образом:

Контрольная работа – по 2 балла за каждую правильно решенную из заданий 1-2 и три балла за задание №2 контрольной работы. При получении не менее 2 баллов за контрольную работу выставляется оценка «зачтено».

Коллоквиум № 1, №2 – 5 баллов за полный ответ по вопросу КИМ. Баллы от 0 до 5 выставляются по критериям оценивание компетенций из п. 19.2 (0 – 2 балла по критериям оценивания на «неудовлетворительно», 3 балла – «удовлетворительно», 4 балла – «хорошо», 5 баллов – «отлично»). Возможно назначение баллов с точностью до десятых. При получении не менее 50% баллов (от 2,5 и выше) выставляется оценка «зачтено». Оценка в баллах сохраняется для дальнейшего использования при формировании оценки на экзамене в 6 семестре. В случае, если обучающийся удовлетворен оценками полученными на коллоквиумах, то он на экзамене получает «среднюю» оценку двух коллоквиумов. Если одна из частей теоретической части не сдана, то она сдается на экзамене и также выводится «средняя» оценка. Если же обучающийся не сдавал коллоквиумы, то он полностью сдает теоретический материал курса на экзамене.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация предназначена для определения уровня освоения всего объема учебной дисциплины. Промежуточная аттестация по дисциплине «Многомерный статистический анализ и прогнозирование» проводится в форме экзамена.

Промежуточная аттестация, как правило, осуществляется в конце семестра. Результаты текущей аттестации обучающегося по решению кафедры могут быть учтены при проведении промежуточной аттестации. При несогласии студента, ему дается возможность пройти промежуточную аттестацию (без учета его текущих аттестаций) на общих основаниях.

При проведении экзамена учитываются результаты двух коллоквиумов и учитывается выставляемая преподавателем оценка за контрольные работы, а так же за работу в ходе практических занятий.

Если у обучающегося есть положительные оценки по двум коллоквиумам и положительная оценка работы в ходе обучения по практическим занятиям, включая оценку «зачтено» по контрольным работам, то оценка по экзамену может быть выставлена как среднее арифметическое данных оценок с округление десятых долей по математическим правилам. Если обучающийся не имеет положительной оценки по какому-либо коллоквиуму или практике, или не согласен с этой оценкой, он может ответить на соответствующие вопросы в ходе экзамена.

Весь теоретический материал курса содержится в следующих вопросах:

Часть 1

1. Основные этапы статистического анализа Предмет и задачи многомерного статистического анализа(МСА).
2. Основные этапы проведения МСА. Исходные данные и возможные результаты исследования
3. Методы МСА. Постановка задач с МСА.
4. Виды функций регрессии и рекомендации при их выборе.
5. Проверка гипотезы о виде функции регрессии. Корреляционный анализ количественных переменных. Коэффициент детерминации.
6. Измеритель линейной связи – парный коэффициент корреляции.
7. Измеритель нелинейной связи – корреляционное отношение.
8. Частные коэффициенты корреляции.
9. Множественный коэффициент корреляции.
10. Корреляционный анализ порядковых переменных. Ранговые коэффициенты корреляции.
11. Связь между несколькими порядковыми переменными. Коэффициент конкордации.
12. Корреляционный анализ категоризованных переменных.

13. Кластерный анализ. Расстояние между объектами. Расстояние между кластерами.
14. Элементы кластерного анализа.
15. Форма представления кластерного анализа
16. Диаграмма рассеяния.
17. Близость объектов, мера близости объектов
18. Виды мер расстояния между объектами.
19. Методы определения мер сходства.
20. Функционал качества.
21. Основные подходы кластерного анализа.
22. Анализ качества классификации
23. Дендрограмма.
24. Метод главных компонент.

Часть 2

25. Факторный анализ.
26. Виды факторного анализа.
27. Основные цели факторного анализа.
28. Особенности факторного анализа
29. Этапы реализации факторного анализа.
30. Методики факторного анализа.
31. Дискриминантный анализ.
32. Области применения и методы дискриминантного анализа (ДА).
33. Постановка задачи на исследование методами ДА.
34. Геометрическая интерпретация ДА.
35. Критерии сравнения выборок по нескольким признакам.
36. Алгоритм выполнения ДА
37. Дисперсионный анализ.
38. Проверяемые гипотезы и требования к анализируемым данным.
39. Графическая интерпретация дисперсионного анализа.
40. Однофакторный дисперсионный анализ-постановка задачи.
41. Двухфакторный дисперсионный анализ. Постановка задачи.
42. Многофакторный дисперсионный анализ.
43. Методы анализа и прогнозирования систем. Интегральная оценка потенциала многомерного динамического объекта.
44. Каноническая корреляция в сложных системах. Корреляция качественных признаков.
45. Алгоритм решения задачи таксономии. Моделирование случайных процессов
46. Приложения многомерного статистического анализа. Оценка ресурсного потенциала предприятия. Оценка инвестиционной привлекательности предприятия.
47. Оценка конкурентоспособности потребительских товаров Ассортиментная политика торгового предприятия
48. Имитационное моделирование потребительского рынка.

Пример КИМ(экзамен)

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Эмпирическая функция распределения и ее свойства
2. Статистические гипотезы. Критерии. Общий принцип выбора критической области
3. Найти $M[\bar{X}], D[\bar{X}]$, где $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ - выборочное среднее случайной величины ξ , $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ - выборка объема n значений случайной величины ξ .
4. Какая из следующих гипотез относительно параметров нормальной выборки является простой?

Варианты ответов: А) $\mu = 0, \sigma^2 > 5$ Б) $\mu = 2, \sigma^2 = 9$
 В) $\mu < 1, \sigma^2 > 1$ С) $\mu > 0, \sigma^2 < 2$

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Обучающийся не владеет основами учебно-программного материала, обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.	«Неудовлетворительно»
Обучающийся владеет знаниями основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком 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 «удовлетворительно» выставляется, если студент знает все определения по контрольно-измерительному материалу и может решить хотя бы один практический пример	"Удовлетворительно"
Обучающийся полностью владеет знаниями учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка "хорошо" выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он правильно и в полном объеме ответил на все теоретические вопросы билета, но допустил погрешности в практических примерах	"Хорошо"
Оценка «отлично» выставляется обучающимся, обнаружившим всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоившему основную программу и знакомому 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. Оценка «отлично» выставляется, если студент в полном объеме и правильно ответил на все вопросы контрольно-измерительного материала (как на теоретическую, так и на практическую части)	"Отлично"

20.3 Фонд оценочных средств сформированности компетенций студентов, рекомендуемый для проведения диагностических работ

ОПК-10. Способен разрабатывать и применять математические модели и методы анализа массивов данных и интерпретировать профессиональный смысл получаемых формальных результатов

1) задания закрытого типа (выбор одного ответа):

Test 1

Коэффициент корреляции может принимать значение:

- а) от -1 до +1;
- б) от 0 до +1;
- в) от -1 до 0;
- г) от +1 до + 2.

Ответ: а)

Test 2

Каким методом обычно определяются оценки коэффициентов двумерного линейного уравнения регрессии?

- а) методом наименьших квадратов
- б) методом линейной интерполяции
- в) методом максимального правдоподобия
- г) нелинейным методом наименьших квадратов

Ответ: а)

Test 3

Уравнение регрессии имеет вид $y = 2,7 + 3,5x$

На сколько единиц своего измерения в среднем изменится y при увеличении x на 1 единицу своего измерения:

- а) увеличится на 3,5
- б) не изменится
- в) уменьшится на 3,5
- г) увеличится на 2,7

Ответ: а)

Test 4

Парный коэффициент корреляции между переменными равен 1. Это означает:

- а) наличие нелинейной функциональной связи
- б) отсутствие связи
- в) наличие положительной линейной функциональной связи
- г) наличие отрицательной линейной функциональной связи

Ответ: в)

Test 5

Парный коэффициент корреляции между переменными равен -1 . Это означает:

- а) наличие нелинейной функциональной связи
- б) отсутствие связи
- в) наличие положительной линейной функциональной связи
- г) наличие отрицательной линейной функциональной связи

Ответ: г)

Задания открытого типа (короткий текст):

Вставьте пропущенное слово, символ или закончите определение

Test 6

Вероятность допустить ошибку рода – это отклонить основную(нулевую) гипотезу H_0 , которая в действительности является верной

Ответ:

Первого

Test 7

Вероятность допустить ошибку рода – это принятие основной(нулевой) гипотезы H_0 , когда она неверна (отклонение альтернативной гипотезы, которая в действительности является верной);

Ответ:

второго

Test 8

Критическая область для проверки гипотезы H_0 имеет вид $(K_{кр}, +\infty)$. Гипотеза будет, если $K_{набл} > K_{кр}$

Ответ:

отвергнута

Test 9

Если признак Y с признаком X , корреляционной зависимостью не связаны, то коэффициент корреляции r_{xy} равен (введите числовое значение)

.....

Ответ: 0

Test 10

Область принятия гипотезы H_0 имеет вид $(-K_{кр}, K_{кр})$. Гипотеза H_0 будет, если

$|K_{набл}| < K_{кр}$

Ответ: принята

справедлива

Критерии и шкалы оценивания заданий ФОС:

1) Задания закрытого типа (выбор одного варианта ответа, верно/неверно):

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

2) Задания закрытого типа (множественный выбор):

- 2 балла – указаны все верные ответы;
- 0 баллов – указан хотя бы один неверный ответ.

3) Задания закрытого типа (на соответствие):

- 2 балла – все соответствия определены верно;
- 0 баллов – хотя бы одно сопоставление определено неверно.

4) Задания открытого типа (короткий текст):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

5) Задания открытого типа (число):

- 2 балла – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ.

Задания раздела 20.3 рекомендуются к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных результатов освоения данной дисциплины (знаний, умений, навыков).

