

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Автоматики и информационных технологий в управлении»

«СОГЛАСОВАНО»

Заведующий кафедрой АИТУ

/П.В. Бабаян/

18 05 2023 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе

/А.В. Корячко/

26 05 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) подготовки
Программирование и анализ данных

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2023

Общая трудоемкость

4 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	66,35	66,35	66,35	66,35
Контактная работа	66,35	66,35	66,35	66,35
Сам. работа	33	33	33	33
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Левитин Аркадий Викторович



Рабочая программа дисциплины

Многомерный статистический анализ

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

составлена на основании учебного плана:

01.03.02 Прикладная математика и информатика

утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от 18.05.2023 г. № 7

Срок действия программы: 2023-2024 уч.г.

Зав. кафедрой Бабаян Павел Вартанович



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Автоматики и информационных технологий в управлении

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Многомерный статистический анализ» является приобретение базовых знаний и умений в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, изучение основных методов многомерного статистического анализа, овладение прикладными аспектами данных методов в постановочной части решаемых задач и интерпретации результатов.
1.2	Задачи дисциплины:
1.3	– изучить объект, предмет и задачи МСА;
1.4	– изучить характеристики многомерных случайных величин;
1.5	– изучить основы корреляционного анализа;
1.6	– изучить основы компонентного и факторного анализа;
1.7	– изучить основы методов классификации данных;
1.8	– изучить основы кластерного анализа.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	
2.1.2	- основные понятия и методы математического анализа;
2.1.3	- основные понятия и методы алгебры и аналитической геометрии;
2.1.4	- основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики;
2.1.5	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Вариационное исчисление и оптимальное управление
2.2.2	Математические методы прогнозирования
2.2.3	Моделирование информационных процессов и систем
2.2.4	Моделирование систем
2.2.5	Оптимальные системы
2.2.6	Анализ хозяйственной деятельности предприятия
2.2.7	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.8	Научно-исследовательская практика
2.2.9	Научно-исследовательская работа
2.2.10	Нейротехнологии в экономике
2.2.11	Преддипломная практика
2.2.12	Производственная практика
2.2.13	Производственная практика
2.2.14	Финансовый менеджмент

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-2: Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы	
ПК-2.1. Проводит сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в экономической деятельности и бизнесе	
Знать методы сбора, обработки, анализа и обобщения передового отечественного и международного опыта в экономической деятельности и бизнесе Уметь проводить сбор, обработку, анализ и обобщение передового отечественного и международного опыта в экономической деятельности и бизнесе Владеть информационными технологиями, используемыми при сборе, обработке, анализе и обобщении передового отечественного и международного опыта в экономической деятельности и бизнесе	
ПК-2.2. Проводит сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в экономической деятельности и бизнесе	

Знать методы сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в экономической деятельности и бизнесе
Уметь проводить сбор, обработку, анализ и обобщение результатов экспериментов и исследований в экономической деятельности и бизнесе
Владеть информационными технологиями, используемыми при сборе, обработке, анализе и обобщении результатов экспериментов и исследований в экономической деятельности и бизнесе

ПК-3: Способен проводить эксперименты и оформлять результаты исследований и разработок при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по отдельным разделам темы

ПК-3.1. Проводит экспериментальные исследования в экономической деятельности и бизнесе
Знать методы корреляционного, компонентного, факторного, классификационного и кластер-ного анализа
Уметь выполнять программно-алгоритмическую реализацию изученных методов для экспериментального исследования и решения конкретных аналитических задач в экономической деятельности и бизнесе
Владеть информационными технологиями, используемыми при проведении экспериментальных исследований в экономической деятельности и бизнесе
ПК-3.2. Составляет отчеты по результатам экспериментальных исследований в экономической деятельности и бизнесе
Знать принципы составления отчетов по результатам экспериментальных исследований
Уметь выполнять статистическую обработку результатов экспериментальных исследований в экономической деятельности и бизнесе
Владеть информационными технологиями, используемыми при составлении отчетов по результатам экспериментальных исследований в экономической деятельности и бизнесе

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Историю развития данной дисциплины, основные факты, имена учёных, внёсших значительный вклад в её становление. Основные теоретические сведения, методы и процедуры. Методы корреляционного, компонентного, факторного, классификационного и кластер-ного анализа.
3.2	Уметь:
3.2.1	Применять методы многомерного статистического анализа для решения практических задач с использованием передового отечественного и международного опыта в экономической деятельности и бизнесе. Применять методы многомерного статистического анализа для решения практических задач сбора, обработки, анализа в экономической деятельности и бизнесе. Выполнять программно-алгоритмическую реализацию изученных методов для экспериментального исследования и решения конкретных аналитических задач в экономической деятельности и бизнесе.
3.3	Владеть:
3.3.1	Навыками сбора и обработки данных для многомерного статистического анализа. Навыками использования методов многомерного статистического анализа для расчета экономических и социально-экономических показателей.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Объект, предмет и задачи МСА					
1.1	Объект и предмет МСА. Ретроспектива значимых результатов МСА. Матрица данных и задачи многомерного анализа. /Тема/	6	0			Экзамен

1.2	/Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
1.3	/Лаб/	6	0		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
1.4	/Пр/	6	0		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
1.5	/Ср/	6	5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
	Раздел 2. Характеристики многомерных случайных величин и основы корреляционного анализа					
2.1	Скалярные случайные величины и их основные характеристики. /Тема/	6	0			Экзамен
2.2	/Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.3	/Лаб/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.4	/Пр/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен

2.5	/Ср/	6	2,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.6	Многомерные случайные величины и их основные характеристики. Парная, частная и множественная корреляция случайных величин. /Тема/	6	0			Экзамен
2.7	/Лек/	6	2,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.8	/Лаб/	6	2,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.9	/Пр/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.10	/Ср/	6	2,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.11	Выборочные оценки числовых характеристик случайных величин. Проверка значимости выборочных характеристик. /Тема/	6	0			Экзамен
2.12	/Лек/	6	2,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.13	/Лаб/	6	2,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен

2.14	/Пр/	6	0,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
2.15	/Ср/	6	2,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
	Раздел 3. Основы компонентного и факторного анализа					
3.1	Основные задачи компонентного анализа. Метод главных компонент. Сингулярное разложение матриц. Вклад главных компонент в суммарную дисперсию. Геометрический смысл главных компонент. /Тема/	6	0			Экзамен
3.2	/Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
3.3	/Лаб/	6	3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
3.4	/Пр/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
3.5	/Ср/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
3.6	Основные задачи факторного анализа. Принципы Терстоуна. Проблема вращения факторного пространства. Методы кватримакс и варимакс. /Тема/	6	0			Экзамен

3.7	/Лек/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
3.8	/Лаб/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
3.9	/Пр/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
3.10	/Ср/	6	3,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
	Раздел 4. Основы классификационного анализа					
4.1	Постановка задачи. Расстояние между строками МД. /Тема/	6	0			Экзамен
4.2	/Лек/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.3	/Лаб/	6	0		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.4	/Пр/	6	1		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен

4.5	/Ср/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.6	Метод «к-ближайших соседей». Метод опорных векторов. /Тема/	6	0			Экзамен
4.7	/Лек/	6	3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.8	/Лаб/	6	0		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.9	/Пр/	6	4		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.10	/Ср/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.11	Наивный байесовский классификатор. Деревья решений. /Тема/	6	0			Экзамен
4.12	/Лек/	6	3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.13	/Лаб/	6	0		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен

4.14	/Пр/	6	3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
4.15	/Ср/	6	2,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
Раздел 5. Основы кластерного анализа						
5.1	Основные задачи кластерного анализа. Иерархический кластерный анализ. Расстояния между кластерами. Дендрограмма. /Тема/	6	0			Экзамен
5.2	/Лек/	6	3,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
5.3	/Лаб/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
5.4	/Пр/	6	0		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
5.5	/Ср/	6	3,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
5.6	Итерационные методы кластеризации. Метод «k-средних». Метод FOREL. /Тема/	6	0			Экзамен
5.7	/Лек/	6	3,5		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен

5.8	/Лаб/	6	3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
5.9	/Пр/	6	3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
5.10	/Ср/	6	3		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
Раздел 6. Промежуточная аттестация						
6.1	/Тема/	6	0			
6.2	Прием экзамена /ИКР/	6	0,35		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
6.3	Консультация перед экзаменом /Кнс/	6	2		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен
6.4	Подготовка к экзамену /Экзамен/	6	44,65		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6	Экзамен

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Оценочные материалы по дисциплине "Многомерный статистический анализ")

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
---	---------------------	----------	-------------------	-------------------------

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Чураков Е.П.	Многомерные статистические методы. Ч.1 : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2013,	, https://elibrsreu.ru/ebs/download/1024
Л1.2	Чураков Е.П.	Многомерные статистические методы. Ч.2 : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2014,	, https://elibrsreu.ru/ebs/download/1265
Л1.3	Чураков Е.П.	Многомерные статистические методы : учеб. пособие	Рязань, 2014, 48с.	, 1
Л1.4	Чураков Е. П.	Введение в многомерные статистические методы	Санкт-Петербург: Лань, 2021, 148 с.	978-5-8114-2149-7, https://e.lanbook.com/book/168986

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Александровская Ю. П.	Многомерный статистический анализ в экономике : учебное пособие	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017, 96 с.	978-5-7882-2191-5, http://www.iprbookshop.ru/79330.html
Л2.2	Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Уебе Г., Шефер М.	Многомерный статистический анализ в экономике : Учеб.пособие для вузов	М.:ЮНИТИ-ДАНА, 1999, 598с.	5-238-00099-5, 1
Л2.3	Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И.	Многомерные статистические методы для экономистов и менеджеров : Учебник для вузов	М.:Финансы и статистика, 2000, 350с.	5-279-01945-3, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Чураков Е.П.	Многомерные статистические методы : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2007,	, https://elibrsreu.ru/ebs/download/2046
Л3.2	Чураков Е.П.	Многомерные статистические методы : Метод.указ.и задания к лаб.работам	Рязань, 2007, 40с.	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Официальный интернет портал РГРТУ [электронный ресурс] http://www.rsreu.ru
Э2	Электронная библиотека РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - по паролю. - http://elibrsreu.ru/

Э3	Электронно-библиотечная система IRPbooks [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю. - https://www.iprbookshop.ru/
Э4	Электронно-библиотечная система «Лань» [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю. - https://e.lanbook.com
Э5	Электронно-библиотечная система «Лань» [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю. - https://e.lanbook.com Электронно-библиотечная система «Лань» [электронный ресурс]. - Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ - свободный, доступ из сети интернет- по паролю. - https://e.lanbook.com
Э6	Образовательный портал РГРТУ [электронный ресурс]. - Режим доступа: по паролю.- https://edu.rsreu.ru

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
Chrome	Свободное ПО
Anaconda3	Свободно распространяемое программное обеспечение под лицензиями

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	440 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, лабораторных работ, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специальная мебель (28 посадочных места), 14 компьютеров с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, мультимедиа проектор, экран, доска.
2	445 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специальная мебель (54 посадочных места), компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ, мультимедиа проектор, экран, доска, колонки звуковые.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ "Методические указания дисциплины "Многомерный статистический анализ")
--

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Ф. УТКИНА**

Кафедра «Автоматики и информационных технологий в управлении»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.08 «МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ»

Направление 01.03.02
«Прикладная математика и информатика»

ОПОП
«Программирование и анализ данных»

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2023 г.

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях и лабораторных работах. При оценивании результатов освоения практических занятий и лабораторных работ применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных и практических работ и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленными для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением экзамена.

Форма проведения экзамена – письменный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. После выполнения письменной работы обучаемого производится ее оценка преподавателем и, при необходимости, проводится теоретическая беседа с обучаемым для уточнения экзаменационной оценки.

Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по темам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	2	3	4
1	<i>Тема 1</i> Объект, предмет и задачи МСА	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2	Экзамен
2	<i>Тема 2</i> Характеристики многомерных случайных величин и основы корреляционного анализа	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2	Экзамен
3	<i>Тема 3</i> Основы компонентного и факторного анализа	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2	Экзамен
4	<i>Тема 4</i> Основы классификационного анализа	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2	Экзамен
5	<i>Тема 5</i> Основы кластерного анализа	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2	Экзамен

Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1). Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2). Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
- 3). Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, умение
- 4). Качество ответа (его общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция)
- 5). Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме бальной отметки:

«Отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и значимый 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.

«Хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в програм-

ме 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.

«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.

«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.

Типовые контрольные задания или иные материалы

Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Объект и предмет МСА. Матрица данных и задачи МСА.
2. Скалярные непрерывные случайные величины.
3. Несмещенные, состоятельные и эффективные оценки.
4. Доверительный интервал для m_x при известной дисперсии D_x гауссовой СВ.
5. Доверительный интервал для m_x при неизвестной дисперсии D_x гауссовой случайной величины. Доверительный интервал для D_x гауссовой случайной величины.
6. Двумерные случайные величины. Распределение вероятностей. Плотность вероятностей. Условная плотность вероятностей.
7. Двумерные случайные величины. Моменты случайной величины. Коэффициенты ковариации и корреляции случайной величины. Ковариационная и корреляционная матрицы.
8. Двумерная гауссова случайная величина.
9. Многомерные случайные величины. Распределение вероятностей. Плотность вероятностей.

10. Основные характеристики многомерной случайной величины.
 11. Выборочные оценки числовых характеристик многомерных случайных величин.
 12. Проверка значимости выборочных характеристик.
 13. Метод главных компонент. Модель представления и основное уравнение компонентного анализа. Сингулярное разложение прямоугольной вещественной матрицы.
 14. Метод главных компонент. Сингулярное разложение корреляционной матрицы. Матрица нагрузок и декоррелирующее преобразование МД.
 15. Метод главных компонент. Вклад главных компонент в суммарную дисперсию.
 16. Метод главных компонент. Примеры.
 17. Факторный анализ. Модель и основное уравнение. Усечение матрицы нагрузок на главные компоненты.
 18. Факторный анализ. Вращение факторного пространства. Принципы Терстоуна.
 19. Факторный анализ. Методы кватримакс и варимакс.
 20. Факторный анализ. Примеры.
 21. Постановка задачи классификации данных. Расстояние между строками МД.
 22. Решение задачи классификации. Примеры на плоскости.
 23. Метод 1-ближайших соседей (k-Nearest Neighbors, KNN).
 24. Метод опорных векторов (support vector machine, SVM). Жесткий зазор.
 25. Метод опорных векторов (support vector machine, SVM). Мягкий зазор.
- Расширение пространства признаков.
26. Наивный байесовский метод.
 27. Использование деревьев решений.
 28. Иерархический кластерный анализ.
 29. Метод кластеризации «k-средних».
 30. Метод кластеризации ФорЭл.

Лабораторный практикум

№ п/п	№ темы дисциплины	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, час
1	2	Многомерный корреляционный анализ	6
2	3	Компонентный анализ	5
3	5	Кластерный анализ	5

Типовые задачи для проверки знаний

Задачи компонентного анализа

Задача 3.1. Имеются следующие факторные нагрузки (табл. 3.17).

Таблица 3.17

x_i	a_{i1}	a_{i2}	a_{i3}	a_{i4}	a_{i5}
1	0,72	0,80	0,13	−0,08	−0,02
2	0,67	−0,46	−0,22	0,13	0,09
3	0,92	0,68	0,19	0,02	0,00
4	0,85	−0,21	−0,34	0,21	0,01
5	0,58	−0,47	−0,06	−0,15	−0,10

Требуется:

1) определить вклад каждой компоненты в суммарную дисперсию; 2) выделить главные компоненты; 3) объяснить экономический смысл проведенных расчетов.

Задача 3.2. Имеются следующие собственные значения семи компонент (табл. 3.18).

Таблица 3.18

G_j	1	2	3	4	5	6	7
λ_j	3,21	2,60	1,96	1,12	0,85	0,44	0,17

Требуется:

1) определить долю вариации каждой компоненты, а также накопленную долю вариации;

2) используя сочетание критериев, ответить на вопрос, сколько компонент и какие следует выделить для нахождения существенных оценок?

Задача 3.3. Имеются семь компонент, собственные значения двух из которых больше единицы. Ниже приведены факторные нагрузки этих компонент (табл. 3.19).

Таблица 3.19

Показатель	a_{i1}	a_{i2}
Доля городского населения	0,815	0,092
Доля населения трудоспособного возраста	0,508	0,684
Плотность населения	0,463	0,142
Денежные вклады населения в сберегательные кассы	0,689	– 0,304
Денежные доходы населения	0,874	– 0,215
Средний размер семьи	– 0,316	0,828
Доля женщин	– 0,387	0,792

Требуется определить вклад каждой компоненты в суммарную дисперсию и объяснить его экономический смысл.

Задача 3.4. В табл. 3.20 приведены следующие коэффициенты корреляции четырех показателей бытовой инфраструктуры.

Таблица 3.20

Показатель	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	1	0,92	0,86	0,78
x_2		1	0,73	0,95
x_3			1	0,84
x_4				1
x_1 — обеспеченность городского населения жилой площадью; x_2 — доля комплексно благоустроенного жилья; x_3 — объем бытовых услуг на 1000 жителей; x_4 — число телефонных аппаратов на 1000 жителей.				

Требуется определить собственные значения вектора корреляционной матрицы и сделать необходимые экономические выводы.

Задача 3.5. По приведенным в задаче 3.4 данным требуется выделить главные компоненты и определить их факторные нагрузки.

Задача 3.6. По данным задачи 3.4 требуется определить значения главных компонент со следующими стандартизованными значениями переменных x_i (табл. 3.21):

Таблица 3.21

x_i	A	B	C	D
x_1	1	0,92	0,86	0,78
x_2		1	0,73	0,95
x_3			1	0,84
x_4				1

Задача 3.7. Имеются следующие данные по 17 объектам и 6 признакам (табл. 3.22).

Требуется построить компонентную модель с собственными значениями $\lambda_1 = 2,8$; $\lambda_2 = 1,3$ и дать экономическую интерпретацию выделенных компонент.

Таблица 3.22

Объект	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	8,2	0,6	37,3	15,5	121,4	46,1
2	9,9	0,5	33,1	15,9	128,6	54,5
3	9,9	0,7	32,7	17,9	160,7	39,4
4	10,3	0,6	56,1	20,4	119,3	54,7
5	11,7	0,8	32,5	15,9	91,9	45,3
6	11,2	0,8	55,2	21,7	137,4	30,5
7	14,3	0,8	47,2	20,9	88,0	41,8
8	14,2	0,8	47,6	18,9	138,2	30,6
9	15,3	0,7	51,8	20,6	184,6	43,1
10	12,9	1,1	33,6	22,2	12,6	29,2
11	13,4	6,8	57,7	30,8	146,0	76,6
12	16,8	0,9	60,3	4,0	200,6	55,5
13	14,6	0,8	56,2	33,0	203,1	36,4
14	13,8	0,8	68,7	29,9	473,3	39,2
15	16,0	0,9	61,3	28,3	190,4	46,3
16	17,3	0,9	76,3	30,9	163,4	39,5
17	19,5	1,0	81,7	28,9	223,0	50,5

Задачи факторного анализа

Задача 3.8. Определите вклады общих факторов в дисперсию i -переменной при $r_1 = 0,8G_1 + 0,5G_2 + 0,33G$. Прокомментируйте смысл полученных оценок.

Задача 3.9. На основе парных коэффициентов корреляции (табл. 3.23) постройте редуцированную корреляционную матрицу, проведите разложение вариации каждой переменной на: а) обусловленную общим фактором; б) специфическую (характерную).

Таблица 3.23

x_i	1	2	3	4
1	1	0,65	0,72	0,44
2		1	0,58	0,86
3			1	0,35
4				1

Задача 3.10. Получены факторные нагрузки для двух взаимно некоррелированных факторов (табл. 3.24).

Таблица 3.24

x_i	a_{i1}	a_{i2}
x_1	0,60	– 0,10
x_2	0,40	– 0,40
x_3	0,70	0,30
x_4	0,70	0,40
x_5	0,50	– 0,50

Требуется:

1) определить факторную нагрузку и специфичность признаков x_i ; 2) найти суммарную общность.

Задача 3.11. По данным задачи 3.3 требуется определить, какую долю общей суммарной дисперсии объясняет межгрупповая (факторная) дисперсия, вклад каждого фактора в общую дисперсию.

Задача 3.12. Имеются два некоррелируемых фактора со следующими нагрузками (табл. 3.25).

Таблица 3.25

x_i	a_{i1}	a_{i2}
x_1	0,40	0,70
x_2	0,60	-0,50
x_3	-0,30	0,80
x_4	0,50	0,40
x_5	+0,70	0,50

Требуется преобразовать факторные нагрузки путем вращения системы координат на 30° ($\sin 30^\circ = 0,5000$, $\cos 30^\circ = 0,8660$) против часовой стрелки.

Задача 3.13. Имеются следующие собственные векторы и собственные значения корреляционной матрицы (табл. 3.26).

Таблица 3.26

	P_1	P_2	P_3	P_4
$\lambda_1 = 2,5$	2,32	1,74	0,56	1
$\lambda_2 = 1,7$	-1,12	-0,46	-0,17	2

Требуется определить факторные нагрузки a_{ij} и провести преобразование факторного решения путем вращения системы координат на 45° ($\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,71$) против часовой стрелки.

Задача 3.14. Имеются следующие коэффициенты корреляции (табл. 3.27).

Таблица 3.27

x_i	x_1	x_2	x_3	x_4
x_1	х	0,78	0,92	0,86
x_2	0,78	х	0,67	0,76
x_3	0,92	0,67	х	0,82
x_4	0,86	0,76	0,82	х

Требуется определить общности и с помощью критерия триад проверить гипотезу о наличии одного общего фактора.

Задачи кластерного анализа

Задача 3.15. Имеются следующие исходные данные (табл. 3.28).

Таблица 3.28

Объект	Признак			
	x_1	x_2	x_3	x_4
1	13,8	0,8	68,7	29,9
2	16,0	0,9	61,3	28,3
3	15,3	0,7	51,8	20,6
4	9,9	0,7	32,7	17,9
5	16,8	0,9	60,3	4,0

Требуется построить матрицу евклидовых расстояний между объектами, стандартизуя приведенные данные по значениям следующих общих средних и среднеквадратических отклонений (табл. 3.29).

Таблица 3.29

Показатель	x_1	x_2	x_3	x_4
$\bar{x}_i$	13,49	0,79	52,31	22,10
σ_i	3,02	0,15	15,19	7,50

Задача 3.16. Требуется определить группы однородных объектов по данным задачи 3.15. Расчеты провести по центрографическому алгоритму «ближайшего соседа».

Задача 3.17. Требуется определить группы однородных объектов (кластеры) по центрографическому алгоритму «дальнего соседа» по данным задачи 3.15.

Задача 3.18. Имеются данные о 36 объектах, каждый из которых попарно характеризуется признаками x_1 и x_2 , и x_3 и x_4 (табл. 3.30). Требуется определить центрографическим методом существующие кластеры.

Объект	Признак					Объект	Признак				
	x_1	x_2	x_3	x_4	S		x_1	x_2	x_3	x_4	S
1	1,75	5,25	8	16	1	19	5,28	5,0	13	7	3
2	2,65	5,50	11	15	1	20	5,21	4,54	10	5	3
3	1,80	4,47	10	6	1	21	6,01	5,00	12	9	3
4	2,50	4,75	7	9	1	22	5,23	4,23	15	8	3
5	3,00	5,00	12	7	1	23	6,00	4,37	14	8	3
6	3,54	4,71	8	6	1	24	5,76	3,92	15	7	3
7	2,82	4,22	10	5	1	25	3,50	2,00	8	4	4
8	2,53	4,07	8	5	1	26	2,77	1,54	4	4	4
9	2,25	4,04	12	16	1	27	3,51	1,40	3	6	4
10	2,06	3,95	9	8	1	28	4,00	1,75	7	2	4
11	2,75	3,75	9	7	1	29	3,03	1,00	8	2	4
12	3,24	3,93	10	8	1	30	3,25	0,88	6	3	4
13	4,14	3,52	12	11	2	31	3,69	0,49	5	2	4
14	4,62	3,34	13	7	2	32	4,20	1,00	7	2	4
15	4,27	3,11	11	8	2	33	2,30	6,11	10	14	—
16	3,78	2,92	15	6	2	34	5,21	1,18	13	4	—
17	4,25	2,76	14	5	2	35	4,75	3,25	11	8	—
18	4,53	2,60	14	5	2	36	3,13	2,50	7	3	—

Задача 3.19. По данным задачи 3.18 из совокупности первых 18 объектов выделить второй кластер, используя центрографический алгоритм поиска однородных объектов, приняв за начальную точку координаты 15-го объекта.

Задача 3.20. По данным задачи 3.18 из совокупности вторых 18 объектов (объекты 19–36) выделить третий кластер, приняв за начальную точку координаты 28-го объекта.

Задача 3.21. Имеются следующие данные по 10 объектам

Таблица 3.31

Признак	Объект									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_1	1	2,3	1,2	1,1	1,5	2,4	1,6	1,5	1,6	1,7
x_2	2	8	2	1	5	8	3	4	4	5

Требуется выделить множество кластеров и обосновать предпочтительный метод кластеризации.