Учреждение образования
«Белорусский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Ректор учреждения образования
«Белорусский государственный
экономический университет»
_____ А.В.Егоров
30.06. 2025 г.
Регистрационный № УД 6719-25/уч.

МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИКЕ

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности
7-06-0311-01 «Экономика»

2025

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта углубленного высшего образования ОСВО 7-06-0311-01-2023 и учебного плана по специальности 7-06-0311-01 «Экономика».

СОСТАВИТЕЛЬ:

Л.А. Сошникова профессор кафедры статистики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор экономических наук, профессор.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.П. Ельсуков, доцент кафедры бизнес-администрирования УО «Института бизнеса БГУ», кандидат экономических наук, доцент

Н.Н. Говядинова, доцент кафедры информационных технологий учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой статистики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»
(протокол № 10 от 22.04.2025);

Методической комиссией по специальностям «Экономическая кибернетика (по направлениям)»; «Прикладная математика»; «Экономика» с профилизацией «Анализ данных в экономике и бизнесе»
(протокол № 9 от 23.05.2025)

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»
(протокол № 6 от 25.06.2025).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Многомерный статистический анализ в экономике» направлена на изучение теории и методологии прикладного многомерного статистического анализа, применения методов многомерного статистического анализа в различных социально-экономических исследованиях, при построении статистических систем поддержки принятия решений (включая статистические программные продукты), при анализе случайных процессов и больших массивов данных.

Цель преподавания учебной дисциплины «Многомерный статистический анализ в экономике» – формирование у магистрантов теоретических знаний и практических навыков для решения научно-исследовательских и прикладных экономических задач связанных с выявлением закономерностей в задачах микроэкономики и макроэкономики.

Достижение поставленной цели предполагает решение следующих **задач**:

– систематическое изучение теоретических основ многомерного статистического анализа данных;

– приобретение практических умений и навыков для использования методов статистического анализа данных в конкретных ситуациях с помощью статистических пакетов прикладных программ;

– формирование навыков для интерпретации полученных результатов.

В результате изучения учебной дисциплины «Многомерный статистический анализ в экономике» формируются следующие компетенции:

универсальная:

применять методы научного познания в исследовательской деятельности, генерировать и реализовывать инновационные идеи;

специализированная:

применять многомерные методы статистики для выявления неявных (латентных) закономерностей в структуре и тенденциях развития исследуемых процессов.

В результате освоения данной учебной дисциплины магистранты должны:

***знать*:**

– перечень основных методов и алгоритмов реализации многомерного статистического анализа;

– условия и особенности их применения в экономико-статистических исследованиях;

– специальное статистическое программное обеспечение для выполнения расчетов на компьютере.

***уметь*:**

– выполнять расчеты по различным алгоритмам и методам многомерного статистического анализа вручную и с использованием специальных компьютерных программ;

– правильно интерпретировать полученные результаты;

– соотносить типы решаемых статистических задач и необходимый статистический инструментарий многомерного анализа.

***иметь навык*:**

– решения задач по рассматриваемым методам многомерного статистического анализа;

– использования современными информационными технологиями для реализации многомерных статистических методов;

– работы с современными статистическими пакетами компьютерных программ;

– самостоятельных выводов и обобщений в области изучаемых процессов и явлений.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине магистрант должен приобрести не только теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развивать свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны.

Учебная дисциплина «Многомерный статистический анализ в экономике» относится к модулю «Эффективность информационных технологий и систем и методы количественного анализа данных» компонента учреждения образования. Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей с учебными дисциплинами. Так, основой для изучения дисциплины «Многомерный статистический анализ в экономике» является дисциплина первой ступени «Теория вероятностей и математическая статистика», «Эконометрика», а также дисциплины углубленного высшего образования «Многомерный статистический анализ». Знания, полученные в результате изучения дисциплины, будут способствовать успешному прохождению производственной практики по специальности и подготовки магистерской диссертации.

Форма получения углубленного высшего образования: дневная, заочная.

В соответствии с учебным планом университета на изучение учебной дисциплины «Многомерный статистический анализ в экономике» отводится:

дневная форма получения образования:

общее количество учебных часов – 100, аудиторных – 32 часа, из них лекции – 12 часов, лабораторные занятия – 20 часов

Самостоятельная работа магистранта – 68 часов.

заочная форма получения образования:

аудиторных – 10 часов, из них лекции – 4 часов, лабораторные занятия – 6 часов.

Распределение аудиторного времени по курсам и семестрам:

– дневная форма получения образования: 1 семестр: лекции – 12 часов, лабораторные занятия – 20 часов.

– заочная форма получения образования: 1 курс, 1 семестр: лекции – 4

часа; лабораторных 6 часов;

Самостоятельная работа студента – 90 часов.

Трудоемкость – 3 з.е.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Содержание и назначение прикладного многомерного статистического анализа

Понятие многомерного статистического анализа, его место и роль в социально-экономических исследованиях. Роль истории белорусской государственности и государственной идеологии Республики Беларусь в формировании профессиональных компетенций специалиста в области экономики и менеджмента.

Теоретические основы современного статистического анализа экономической информации. Взаимосвязь современных статистических методов с развитием информационных технологий и вычислительной техники.

Задачи, решаемые при помощи методов многомерного статистического анализа. Классификация методов многомерного статистического анализа: методы изучения корреляционных связей; методы снижения размерности признакового пространства; методы многомерной классификации.

Тема 2. Проверка статистических гипотез в анализе многомерных случайных величин

Статистические гипотезы в анализе одномерных и многомерных случайных величин. Проверка гипотезы о равенстве вектора средних значений заданному вектору. Критерий Хотеллинга. Проверка гипотезы о равенстве двух векторов средних значений.

Анализ различий результатов производственно-хозяйственной деятельности организаций. Проверка маркетинговых гипотез.

Тема 3. Множественный корреляционно-регрессионный анализ

Понятие корреляционной зависимости и методы ее изучения. Парные и частные коэффициенты корреляции, способы их вычисления в матричной форме. Множественные коэффициенты детерминации и корреляции, их экономическая интерпретация.

Оценка параметров уравнения линейной регрессии. Проверка адекватности регрессионной модели и значимости отдельных коэффициентов регрессии (t-критерий Стьюдента и F-критерий Фишера–Снедекора). Применение корреляционно – регрессионного анализа для оценки тесноты и определения формы связи между социально-экономическими явлениями.

Использование компьютеров и специальных статистических пакетов программ для проведения многомерного корреляционно – регрессионного анализа в задачах управления (оценка влияния факторов на эффективность деятельности организации). Содержательная интерпретация полученных результатов корреляционно – регрессионного анализа.

Тема 4. Методы многомерной классификации (политетический подход)

Общая характеристика методов многомерной классификации. Отличительная особенность многомерных группировок. Взаимосвязь методов

кластерного анализа с другими методами многомерного статистического анализа.

Меры сходства и расстояния. Расстояние между объектами: евклидова метрика, расстояние city-block (l - норма), расстояние Минковского, расстояние Махаланобиса.

Иерархический кластерный анализ. Агломеративный и дивизимный алгоритмы иерархического анализа. Алгоритмы объединения кластеров (методы ближайшего соседа, дальнего соседа, метод средней связи). Геометрическая интерпретация результатов иерархического кластерного анализа.

Итеративные методы кластерного анализа. Метод k-средних, метод поиска сгущений.

Оценка результатов разбиения на кластеры. Функционалы качества классификации.

Применение методов кластерного анализа в менеджменте при разбиении персонала на различные по уровню мотивации группы, классификации поставщиков, выявлении схожих производственных ситуаций и т.д.

Тема 5. Классификация многомерных наблюдений и статистические методы распознавания образов

Общая экстремальная постановка задачи классификации. Параметрические и непараметрические методы классификации при наличии обучающих выборок (методы дискриминантного анализа). Основные положения дискриминантного анализа и условия его применения. Дискриминантные переменные и дискриминантные функции. Расчет коэффициентов дискриминантной функции и их содержательная интерпретация.

Процедуры классификации в дискриминантном анализе. Классификация при наличии двух обучающих выборок. Расчет константы дискриминации. Обобщение алгоритма классификации для k-обучающих выборок ($k > 2$). Взаимосвязь между дискриминантными переменными и дискриминантными функциями.

Вопросы практического применения дискриминантного анализа. Дискриминантные модели Э. Альтмана для определения возможности наступления кризисных ситуаций на предприятиях промышленности.

Тема 6. Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей

Общая экстремальная постановка задачи снижения размерности и два подхода к определению критерия информативности показателей. Основные методы снижения размерности, нацеленные на оптимизацию критериев автоинформативности: факторный анализ, метод главных компонент, метод экстремальной группировки признаков, методы целенаправленного проецирования исходных многомерных данных.

Сущность и классификация методов факторного анализа. Задачи, решаемые при помощи методов факторного анализа. Выявление скрытых (латентных) переменных. Фундаментальная теорема факторного анализа (теорема Терстоуна). Проблемы факторного анализа. Модели и алгоритмы реализации факторного анализа.

Метод главных компонент. Система линейных уравнений для определения значений главных компонент. Понятие факторной нагрузки. Матрица факторных нагрузок и экономическая интерпретация ее элементов. Вычисление значений главных компонент. Формирование названий главных компонент. Определение вклада каждой компоненты в суммарную дисперсию исходных переменных. Использование главных компонент при проведении корреляционно – регрессионного анализа.

Сущность метода главных факторов. Разложение дисперсии в факторном анализе. Критерий определения числа общих факторов. Понятие простой факторной структуры. Вращение пространства общих факторов с целью получения простой структуры. Статистическая оценка надежности решений в факторном анализе. Вычисление матрицы значений общих факторов для отдельных единиц наблюдения.

Использование метода главных компонент для анализа деятельности организаций.

Использование компьютеров и специальных статистических пакетов программ для проведения компонентного и факторного анализа. Интерпретация полученных результатов компьютерного решения задач.

Построение вспомогательного координатного пространства заданной размерности на базе парных сравнений объектов (многомерное шкалирование).

Тема 7. Канонический корреляционный анализ

Особенности метода канонических корреляций в изучении причинно-следственных связей массовых экономических явлений. Математическая модель и алгоритм вычисления канонических переменных и коэффициентов канонической корреляции. Процедуры отсева малозначимых факторов. Критерий оценки значимости коэффициентов канонических корреляции. Экономическая интерпретация результатов канонического корреляционного анализа.

Использование канонических корреляций в практике экономического анализа деятельности организаций. Оценка тесноты связи между множеством показателей эффективности и факторами её определяющими.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Многомерный статистический анализ в экономике»
Специальность 7-06-0311-01 «Экономика», профилизация «Анализ данных в экономике и бизнесе»
Дневная форма получения углубленного высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов							Иное*	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСРС				
						Л	Пз	Лаб		
Тема 1	Содержание и назначение прикладного многомерного статистического анализа	-							[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]	
Тема 2	Проверка статистических гипотез в анализе многомерных случайных величин	2							[1], [2], [3], [4], [12]	Экспресс-опрос
	Проверка статистических гипотез в анализе многомерных случайных величин				2				[1], [2], [3], [4], [11], [14]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 3	Множественный корреляционно-регрессионный анализ	2							[1], [2], [3], [4]	Экспресс-опрос
	Множественный корреляционно-регрессионный анализ				4				[1], [2], [3], [4], [5]	Контрольная работа
Тема 4	Методы многомерной классификации (политетический подход)	2							[1], [2], [3], [4]	Экспресс-опрос
	Методы многомерной классификации (политетический подход)				4				[1], [2], [3], [4]	Контрольная работа
Тема 5	Классификация многомерных наблюдений и статистические методы распознавания образов	2							[1], [2], [3], [4]	Экспресс-опрос
	Классификация многомерных наблюдений и статистические методы распознавания образов				4				[1], [2], [3], [4], [11], [14]	Опрос, анализ практических ситуаций
Тема 6	Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей	2							[1], [2], [3], [4]	Экспресс-опрос

	Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей				4				[1], [2], [3], [4]	Контрольная работа
Тема 7	Канонический корреляционный анализ	2							[2], [3], [4], [5], [6], [7], [12],	Экспресс-опрос
	Канонический корреляционный анализ				2				[2], [3], [4], [5], [7], [12],	Опрос
	Всего часов	**12**			**20**					**экзамен**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «Многомерный статистический анализ в экономике»
Специальность 7-06-0311-01 «Экономика», профилизация «Анализ данных в экономике и бизнесе»
Заочная форма получения углубленного высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов							Литература	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСРС				
						Л	Пз	Лаб		
Тема 1	Содержание и назначение прикладного многомерного статистического анализа	-							[1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]	
Тема 2	Проверка статистических гипотез в анализе многомерных случайных величин	2							[1], [2], [3], [4], [12]	Экспресс-опрос
	Проверка статистических гипотез в анализе многомерных случайных величин								[1], [2], [3], [4]	
Тема 3	Множественный корреляционно-регрессионный анализ								[1], [2], [3], [4]	
	Множественный корреляционно-регрессионный анализ								[1], [2], [3], [4]	
Тема 4	Методы многомерной классификации (политетический подход)	2							[1], [2], [3], [4]	Экспресс-опрос
	Методы многомерной классификации (политетический подход)				2				[1], [2], [3], [4]	Контрольная работа
Тема 5	Классификация многомерных наблюдений и статистические методы распознавания образов	2							[1], [2], [3], [4]	Экспресс-опрос
	Классификация многомерных наблюдений и статистические методы распознавания образов				2				[1], [2], [3], [4]	Опрос
Тема 6	Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей								[1], [2], [3], [4]	
	Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей				2				[1], [2], [3], [4]	Тест

Тема 7	Канонический корреляционный анализ								[2], [3], [4], [5], [6], [7], [12],	
	Канонический корреляционный анализ								[2], [3], [4], [5], [7], [12],	
	Всего часов	**4**			**6**					**Экзамен**

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Литература

Основная:

1. Количественные методы анализа в экономике = Quantitative Methods of Analysis in Economics : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности магистратуры "Экономика" / [И.В. Белько и др.]. – Минск : РИВШ, 2021. - 239 с. : ил.

2. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS : учебное пособие / под ред. И. В. Орловой. – Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. – 310 с. - ISBN 978-5-9558-0108-7. – Текст : электронный. – URL: https://znanium.com/catalog/product/2073497 (дата обращения: 24.06.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Ниворожкина, Л. И. Многомерные статистические методы в экономике : учебник / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский. – Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2023. – 203 с. – (Высшее образование). – DOI: https://doi.org/10.12737/21773. - ISBN 978-5-369-01621-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1048326 (дата обращения: 24.06.2025). – Режим доступа: по подписке.

4. Сошникова, Л. А. Многомерный статистический анализ : практикум : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальностям "Статистика", "Бухгалтерский учет, анализ и аудит", "Финансы и кредит", "Национальная экономика", "Государственное управление и экономика". – Минск : БГЭУ, 2024. – 229, [1] с.

5.Чураков, Е. П. Введение в многомерные статистические методы: учебное пособие / Е. П. Чураков. – С.-Пб. : Лань, 2022. – 148 с.

Дополнительная:

6. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных и машинное обучение на Statistica / В.П. Боровиков. — М. : ЮНИТИ-ДАНА. 2018. — 354 с.

7. Многомерные статистические методы: учебник / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин — М. : Финансы и статистика, 2003. — 352 с.

8. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для вузов / Л.А. Сошникова, В.Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер, под ред. проф. В.Н. Тамашевича. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. — 598 с.

9.Толмачев, М. Н. Бизнес-аналитика: Статистическая обработка данных : учебное пособие / М. Н. Толмачев, Э. Ю. Чурилова. – Москва : КноРус, 2026. – 283 с. – ISBN 978-5-406-14932-4. – URL: https://book.ru/book/959211 (дата обращения: 24.06.2025). – Текст : электронный.

10. Халафян, А.Л. STATISTICA 6. Статистический анализ данных : учебник / А.Л. Халафян — М.: ООО «Бином-Пресс», 2007 г. — 512 с.

Электронные ресурсы:

11. Сошникова, Л. А. Многомерный статистический анализ в управлении : электронный учебно-методический комплекс для специальностей 1-25 01 15 «Национальная экономика», 1-26 01 01 «Государственное управление», 6-05-0311-04 «Национальная экономика», 6-05-0414-03 «Государственное управление и экономика» / Л. А. Сошникова, Е. Е. Шарилова // Электронная библиотека БГЭУ. – URL: http://edoc.bseu.by:8080/handle/edoc/101989 (дата обращения: 24.06.2025).

Нормативные правовые акты:

12. Конституция Республики Беларусь 1994 года: с изменениями и дополнениями, принятыми на республиканских референдумах 24 ноября 1996 года, 16 октября 2004 года и 27 февраля 2022 года // Онлайн-сервис готовых правовых решений ilex / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2023.

13. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года // Экономический бюллетень НИЭИ Мин-ва экономики Респ. Беларусь. – 2015. – № 4. – С. 6 – 99.

14. О концепции информационной безопасности Республики Беларусь Постановление Совета Безопасности Республики Беларусь от 18.03.2019 N 1. // Онлайн-сервис готовых правовых решений ilex / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2023.

15. Об информации, информатизации и защите информации : Закон Республики Беларусь от 10.11.2008 N 455-З (ред. от 10.10.2022) // Онлайн-сервис готовых правовых решений ilex / ООО «ЮрСпектр». – Минск, 2023.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Задачи и методы многомерного статистического анализа.
2. Проблемы статистического анализа в современных социально- экономических исследованиях
3. Теоретические основы многомерного статистического анализа (МСА) и его место в системе общественных наук
4. Задачи, решаемые при помощи методов МСА
5. Понятие многомерного признакового пространства и особенности обработки многомерных статистических данных
6. Основы аналитической геометрии в МСА
7. Понятие вектора, основные действия над векторами. Экономический смысл полученных результатов
8. Проверка статистических гипотез. Проверка гипотезы о равенстве вектора средних значений заданному постоянному вектору.
9. Представление и обработка статистических данных в матрицах
10. Виды матриц, используемых в статистических исследованиях
11. Действия над матрицами, свойства матриц. Определитель матрицы
12. Вычисление обратной матрицы, ковариационной и корреляционной матриц
13. Проверка статистических гипотез о равенстве векторов средних значений
14. Статистические гипотезы в анализе одномерных и многомерных величин
15. Проверка статистической гипотезы о равенстве ковариационных матриц
16. Робастное статистическое оценивание
17. Понятие устойчивого (робастного) оценивания в статистических исследованиях
18. «Грубые ошибки» и методы их обнаружения в статистических данных
19. Методы устойчивого оценивания параметров статистической совокупности. Вычисления устойчивых оценок средних величин (подходы Винзора, Хубера и Пуанкаре)
20. Многомерный корреляционно-регрессионный анализ (МКРА)
21. Особенности проведения МКРА и его использование в современном анализе социально-экономических явлений и процессов
22. Кластерный анализ. Способы определения расстояний в кластерном анализе
23. Многомерные группировки в социально-экономических исследованиях. Общий алгоритм кластерного анализа
24. Представление статистических данных, их характеристика в кластерном анализе
25. Иерархический агломеративный кластерный анализ
26. Статистическая оценка качества разбиения совокупности на кластеры. Использование в кластерном анализе функционалов качества
27. Дискриминантный анализ

28. Задачи дискриминантного анализа, особенности его проведения и общий алгоритм
29. Проведение дискриминантного анализа при наличии двух обучающих выборок
30. Проведение дискриминантного анализа при наличии трёх и более обучающих выборок
31. Факторный анализ
32. Сущность и классификация современных методов факторного анализа
33. Фундаментальная теорема факторного анализа
34. Теоретические проблемы факторного анализа и пути их решения
35. Метод главных компонент. Общая математическая модель и алгоритм метода главных компонент.
36. Использование метода главных компонент в системе других статистических методов
37. Разложение дисперсии в факторном анализе
38. Метод главных факторов
39. Цели и методы вращения пространства общих факторов (главных компонент)
40. Метод канонических корреляций
41. Математическая модель метода канонических корреляций

Перечень лабораторных занятий

Основная цель проведения лабораторных занятий состоит в закреплении теоретического материала курса, приобретении навыков обработки статистических данных, анализа результатов, грамотного оформления отчетов.

Тематика лабораторных занятий по учебной дисциплине «Многомерный статистический анализ в экономике»

Для дневной формы получения углубленного высшего образования:

Тема 2. Проверка статистических гипотез в анализе многомерных случайных величин (2 часа)

Тема 3. Множественный корреляционно-регрессионный анализ (4 часа)

Тема 4. Методы многомерной классификации (политетический подход) (4 часа)

Тема 5. Классификация многомерных наблюдений и статистические методы распознавания образов (4 часа)

Тема 6. Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей (4 часа)

Тема 7. Канонический корреляционный анализ (2 часа)

Для заочной формы получения углубленного высшего образования:

Тема 4. Методы многомерной классификации (политетический подход) (2 часа)

Тема 5. Классификация многомерных наблюдений и статистические методы распознавания образов (2 часа)

Тема 6. Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей (2 часа)

Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

Для выполнения лабораторных работ по учебной дисциплине «Многомерный статистический анализ в экономике» используются пакеты прикладных программ:

1. *Statistica*
2. *IBM SPSS Statistics*

Примерный перечень типовых заданий и контрольных задач для текущего контроля знаний магистрантов:

Тесты по теме 2 «Проверка статистических гипотез в анализе многомерных случайных величин»

1. Статистическая гипотеза представляет собой:

а) выдвигаемое теоретическое предположение относительно характера распределения или относительно параметров распределения случайных величин генеральной совокупности;

б) суждения относительно степени однородности совокупности;

в) суждения относительно степени сходства нескольких совокупностей;

г) суждения относительно закона распределения случайной величины.

2. Параметрическая гипотеза – это:

а) суждение относительно параметров распределения случайной величины;

б) суждение относительно закона распределения случайной величины;

в) суждение относительно степени однородности случайной выборки;

г) закон распределения случайной величины.

3. Непараметрическая гипотеза – это:

а) суждение относительно закона распределения случайной величины;

б) суждение относительно параметров распределения случайной величины;

в) закон распределения случайной величины;

г) суждение относительно степени однородности случайной выборки.

4. При проверке статистической гипотезы используют понятия:

а) нулевая гипотеза;

б) альтернативная гипотеза;

в) одномерная гипотеза;

г) многомерная гипотеза;

5. Будет ли статистической гипотезой:

а) суждение о равенстве двух векторов средних значений;

б) суждение о несущественности различий характеристик двух человек;

в) суждение о том, что случайная величина подчиняется нормальному закону распределения;

г) суждение о необходимости выбора определенного вида и формы средней величины.

Контрольная работа №1

Задача 1. Для того, чтобы оценить уровень различия двух групп предприятий легкой промышленности по двум признакам, было проведено выборочное обследование. В выборку попали 9 предприятий (5 швейных и 4 по пошиву обуви).

Результаты наблюдения представлены в следующей таблице:

№ п/п	Швейные фабрики		Обувные фабрики	
	X_1	X_2	X_1	X_2
1	40	9	20	7
2	25	8	80	6
3	17	10	12	9
4	20	8	60	6
5	22	6		

В таблице:

X_1 – численность работающих;

X_2 – средняя дневная заработная плата, ден. ед.

Проверьте гипотезу о сходстве двух групп предприятий по двум признакам вместе.

Задача 2. Ниже в таблице приведены результаты статистического наблюдения, проводимого на предприятиях, входящих в состав концерна.

Номер объекта	Вариант 1		Вариант 2	
	X_1	X_2	X_1	X_2
1	10	1,9	18	1,9
2	12	1,0	19	2,3
3	14	1,8	21	1,8
4	15	2,6	19	2,1
5	14	2,0	20	2,6
Среднее значение				

Вариант 1 – функционирование предприятий в условиях старой системы управления концерном, а вариант 2 – в условиях новой системы управления.

В таблице:

X_1 - производительность труда одного работающего, тыс. ден. ед./чел.

X_2 - фондоотдача активной части ОПФ, ден. ед.

Проверьте существенность различия значений показателей производственно-хозяйственной деятельности предприятий концерна в условиях старой и новой систем управления.

Задача 3. С целью оценки эффективности новой технологии содержания и кормления крупного рогатого скота производится сравнение среднего веса скота по реализации (X_1) и среднегодовых удоев молока на одну корову (X_2) по

двум хозяйствам. В первом хозяйстве, где фермы работают по старой технологии, обследовано 20 коров и установлено, что $\overline{X}_1$=300 ц, $\overline{X}_2$=30,0 ц.

Во втором хозяйстве, внедрившем прогрессивную технологию, обследовано 30 животных и получены следующие показатели: $\overline{X}_1$=450 ц, $\overline{X}_2$=45,0 ц.

В результате анализа получена объединенная ковариационная матрица:

$$S_* = \begin{pmatrix} 0,25 & 2,85 \\ 2,85 & 9,00 \end{pmatrix}.$$

Решите вопрос о существенности влияния новой технологии на продуктивность крупного рогатого скота в целом и влияние ее на увеличение среднего веса животных ($\overline{X}_1$) и увеличение средних надоев молока ($\overline{X}_2$) в отдельности, α=0,01.

Тесты по теме 4 «Методы многомерной классификации (политетический подход)»

1.Кластерный анализ – это совокупность методов, позволяющих:

а) выявлять (на основании реально существующих связей признаков или объектов) функциональные связи между двумя многомерными случайными величинами;

б) классифицировать многомерные наблюдения;

в) выявлять зависимости одной случайной величины Y (отклик) от нескольких случайных величин $X_1, X_2 ... X_m$ (предикторы);

г) снижать размерность многомерного признакового пространства.

2. При помощи методов кластерного анализа можно решать следующие задачи:

а) проводить многомерную классификацию объектов или признаков;

б) проверять выдвигаемые предположения о наличии некоторой структуры в изучаемой совокупности;

в) обрабатывать материалы экспертного оценивания;

г) строить новые классификации для слабоизученных явлений.

3. В кластерном анализе для оценки степени различия между объектами используются:

а) евклидово расстояние;

б) взвешенное евклидово расстояние;

в) расстояние Махаланобиса;

г) коэффициент корреляции Пирсона.

4. В кластерном анализе для оценки степени сходства между признаками используются:

а) евклидово расстояние;

б) взвешенное евклидово расстояние;

в) коэффициент корреляции Пирсона.

г) коэффициент ранговой корреляции.

5. Какие из перечисленных методов относятся к методам кластерного анализа:
а) иерархические (агломеративный и дивизимный) методы;
б) метод поиска сгущений;
в) метод триад;
г) метод *k*- средних.

6. Какие методы кластерного анализа могут привести к образованию пересекающихся кластеров:
а) иерархический агломеративный кластерный анализ;
б) метод поиска сгущений;
в) метод *k*- средних;
г) иерархический дивизимный кластерный анализ.

7. При использовании метода одиночной связи на очередном шаге в существующий кластер будет включен объект, который:
а) имеет минимальное сходство со всеми объектами кластера;
б) имеет максимальное сходство хотя бы с одним объектом кластера;
в) имеет среднее сходство со всеми объектами кластера;
г) имеет максимальное сходство со всеми объектами кластера.

8. При использовании метода полной связи на очередном шаге в существующий кластер будет включен объект, который:
а) имеет минимальное сходство со всеми объектами кластера;
б) имеет максимальное сходство хотя бы с одним объектом кластера;
в) имеет минимальное сходство хотя бы с одним объектом кластера;
г) имеет среднюю степень сходства со всеми объектами кластера.

9. При использовании метода Уорда на очередном шаге в существующий кластер будет включен объект, который:
а) имеет минимальное сходство со всеми объектами кластера;
б) дает наименьшее приращение суммарной внутрикластерной дисперсии;
в) имеет минимальное сходство хотя бы с одним объектом кластера;
г) имеет среднюю степень сходства со всеми объектами кластера.

10. При определении расстояния между кластерами по алгоритму «ближайшего соседа» расстояние между кластерами оценивается:
а) по расстоянию между ближайшими объектами кластеров;
б) по расстоянию между наиболее удаленными объектами кластеров;
в) по расстоянию между центрами кластеров;
г) по среднему расстоянию между объектами кластеров.

11. При определении расстояния между кластерами по алгоритму «дальнего соседа» расстояние между кластерами оценивается:
а) по расстоянию между ближайшими объектами кластеров;
б) по расстоянию между наиболее удаленными объектами кластеров;
в) по расстоянию между центрами кластеров;
г) по среднему расстоянию между объектами кластеров.

12. Для оценки качества многомерной классификации используются:

а) сумма внутрикластерных расстояний объектов до центров кластеров;
б) сумма внутрикластерных дисперсий;
в) сумма расстояний между центрами кластеров;
г) сумма расстояний между всеми классифицируемыми объектами.

Контрольная работа № 2

Задача 1. С целью анализа различий показателей производственно-хозяйственной деятельности родственных предприятий было проведено выборочное обследование.

Из генеральной совокупности была сформирована выборка из 6 предприятий. Результаты выборочного наблюдения представлены в следующей таблице:

Номер объекта	X_1	X_2	Номер объекта	X_1	X_2
1	25	3,25	4	32	2,90
2	20	2,85	5	30	2,94
3	35	2,90	6	41	3,00

В таблице:
X_1 – валовая добавленная стоимость на одного работника, тыс. ден. ед.;
X_2 – фондоотдача основных производственных фондов, ден. ед.

По приведенным выше данным следует провести классификацию предприятий методом иерархического агломеративного кластерного анализа, используя эвклидову метрику и алгоритм ближайшего соседа. Результаты классификации представить в виде дендрограммы. Исходные данные нормировать по формуле: $z_{ij} = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j}$.

Задача 2. В ходе статистического наблюдения, проводимого на предприятиях, входящих в состав концерна, были получены следующие данные

Номер объекта	Вариант 1		
	X_1	X_2	X_3
1	10,8	1,90	180
2	12,0	1,02	150
3	14,0	1,86	165
4	15,6	2,65	200
5	14,8	2,00	210
Среднее значение $(\bar{X}_j)$			

В таблице:
X_1 - производительность труда одного работающего, тыс. ден. ед./чел.
X_2 - фондоотдача активной части ОПФ, ден. ед.
X_3 - средняя месячная заработная плата, ден. ед.

Провести классификацию объектов при помощи иерархического агломеративного кластерного анализа, используя алгоритм средней связи и расстояние city-block. Результаты классификации представить на графике.

Задача 3. По 8 регионам страны известны помесячные значения демографических показателей:

Регионы	Браки на 1000 человек	Родившиеся на 1000 человек
1	5,7	8,1
2	7,0	9,2
3	3,2	9,7
4	8,6	9,0
5	2,8	9,1
6	6,4	10,1
7	8,7	9,9
8	10,7	9,4

Используя метод иерархического кластерного анализа, проведите классификацию регионов по двум переменным, используя алгоритм «средней связи».

Тесты по теме 6 «Снижение размерности исследуемого признакового пространства и отбор наиболее информативных показателей»

1. При помощи факторного анализа можно:

а) выявлять (на основании реально существующих связей признаков или объектов) латентные характеристики изучаемых явлений и процессов;

б) проводить многомерную классификацию признаков и объектов;

в) выявлять (на основании реально существующих связей признаков или объектов) функциональные связи между двумя многомерными случайными величинами;

г) выявлять (на основании реально существующих связей признаков или объектов) корреляционные связи между изучаемыми явлениями и процессами;

2. Какое из равенств представляет «*Фундаментальную теорему факторного анализа*»:

а) $z_{ij} = a_{j1}f_{1i} + a_{j2}f_{2i} + ... + a_{jr}f_{ri}$;

б) $R = AA^T$;

в) $R = \frac{1}{n}Z^T Z$;

г) $Z = AF$.

3. В факторном анализе дисперсия элементарного признака равна:

а) сумме общности и характерности;

б) сумме дисперсий общих факторов;

в) разности общности и характерности;

г) сумме надежности и ненадежности.

4. Редуцированная матрица корреляций (ковариаций) – это:

а) корреляционная (ковариационная) матрица, у которой на главной диагонали указаны общности;

б) корреляционная (ковариационная) матрица, у которой на главной диагонали указаны характерности;

в) корреляционная (ковариационная) матрица, у которой на главной диагонали стоят нули;

г) произведение корреляционной матрицы на транспонированную корреляционную матрицу.

5. Суммарная общность - это:

а) вклад всех общих факторов в суммарную дисперсию исходных переменных (элементарных признаков);

б) сумма общих дисперсий исходных переменных (элементарных признаков);

в) вклад характерных факторов в суммарную дисперсию исходных переменных (элементарных признаков);

г) сумма общностей и характерностей по всем исходным переменным.

6. Уравнение для вычисления коэффициентов при общих факторах записывается в следующем виде:

а) $h_j^2 = a_{1j}^2 + a_{2j}^2 + ... + a_{rj}^2$;

б) $Z_j = a_{j1}F_1 + a_{j2}F_2 + ... + a_{jr}F_r$;

в) $Y_j = a_{j1}X_1 + a_{j2}X_2 + ... + a_{jm}X_m$;

г) $R^2 = \beta_1 r_1 + \beta_2 r_2 + ... + \beta_m r_m$.

7. Изучаемое явление описывается четырьмя факторными переменными (X_1, X_2, X_3) и одной результативной переменной (Y). В этом случае максимально возможное число вычисленных главных компонент:

а) равно трем; б) равно четырем; в) равно двум; г) меньше трех.

8. Рекуррентные соотношения Фаддеева используются для:

а) расчета элементов матрицы факторных нагрузок;

б) для расчета коэффициентов характеристического многочлена;

в) для расчета значений общих факторов;

г) для расчета собственных векторов редуцированной матрицы.

9. Значения главных компонент вычисляются по формуле:

а) $A = V\lambda^{1/2}$;

б) $F = A^{-1}Z$;

в) $Z = FA$;

г) $R = AA^T$.

10. Вращение общих факторов преследует цель:

а) получение простой факторной структуры;

б) увеличение факторных нагрузок на каждый фактор;

в) увеличение доли суммарной дисперсии, объясненной общими факторами;

г) снижение факторных нагрузок на первый общий фактор.

Контрольная работа № 3

Задача 1.

1.На основе ниже приведенной матрицы факторных нагрузок (A), построенной с помощью метода главных компонент, определите вклад и долю каждой главной компоненты в общей дисперсии элементарных признаков.

	Factor Loadings (Unrotated) (Spreadsheet Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)	
Variable	**Factor 1**	Factor 2
X1	-0.863382	0.255997
X2	-0.764811	-0,643533
X3	-0.853918	0,317546

2. Для улучшения структуры главных факторов выполните их вращение **против** и **по** часовой стрелке на 45 градусов.
3. Сделайте выводы о качественных изменениях структуры главных факторов после каждого шага вращения.

$\sin 45^0 = 0.707$

$\cos 45^0 = 0.707$

Задача 2

Рассчитать редуцированную матрицу на основании матрицы парных корреляций

	Correlations (Экономические индикаторы) Marked correlations are significant at p < .05000 N=40 (Casewise deletion of missing data)					
Variable	**Means**	Std.Dev.	X1	X2	X3	X4
X1	6,79000	4,828059	1,000000	-0,927256	0,985244	0,912783
X2	14,06000	7,550507	-0,927256	1,000000	-0,917323	-0,905196
X3	7,12500	5,165703	0,985244	-0,917323	1,000000	0,896013
X4	9,34500	7,256790	0,912783	-0,905196	0,896013	1,000000

По имеющимся матрицам факторных нагрузок (A), редуцированной матрицы парных корреляций (R_h) определите:

1) насколько хорошо воспроизводится исходная матрица R_h, т.е. найдите матрицу корреляционных остатков (R_h - R^+);

2) уровень информативности двух главных факторов;

3) общность и специфичность для каждой переменной.

Задача 3

Известна матрица факторных нагрузок (A), полученная в ходе реализации метода главных факторов:

$$A = \begin{pmatrix} F_1 & F_2 \\ -0,863 & 0,256 \\ -0,765 & -0,644 \\ -0,854 & 0,318 \end{pmatrix}.$$

Определите:

1. Уровень информативности главных факторов;
2. Дисперсионные показатели общности и характерности для каждого из элементарных признаков (X_j);

Воспроизведенную редуцированную матрицу парных корреляций (R^+).

Организация самостоятельной работы магистрантов

Для получения компетенций по учебной дисциплине важным этапом является самостоятельная работа магистрантов.

По учебной дисциплине «Многомерный статистический анализ в экономике» на самостоятельную работу магистрантов дневной формы получения углубленного высшего образования отводится 68 часов, для заочной формы получения образования 90 часов.

Содержание самостоятельной работы магистрантов включает все темы учебной дисциплины из раздела «Содержание учебного материала».

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

– самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием учебных занятий;

– углубленное изучение разделов, тем, отдельных вопросов, понятий;

– подготовка к выполнению контрольных работ;

– подготовка к практическим занятиям, в том числе подготовка сообщений, тематических докладов, информационных и демонстративных материалов, презентаций, эссе и т.д.;

– подготовка отчетов по результатам выполнения индивидуальных лабораторных работ в компьютерном классе;

– работа с учебной, справочной, аналитической и другой литературой и материалами;

– выполнение информационного поиска и составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников;

– подготовку к промежуточной аттестации.

Контроль качества усвоения знаний

Диагностика качества усвоения знаний проводится в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации.

Мероприятия *текущего* контроля проводятся в течение семестра и по учебной дисциплине «Многомерный статистический анализ в экономике» включают в себя следующие формы контроля:

экспресс-опрос во время аудиторных занятий;

опрос;

тест;

анализ практических ситуаций;

контрольная работа.

Для магистрантов дневной формы получения высшего образования учебной программой предусмотрено три точки контроля – выполнение трех письменных контрольных работ.

Результаты текущей аттестации за семестр, полученные в ходе проведения текущей аттестации, оценивается отметкой в баллах по десятибалльной шкале и отражаются в ведомости текущей аттестации по учебной дисциплине.

Требования к магистрантам при прохождении промежуточной аттестации.

Магистранты допускаются к промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Многомерный статистический анализ в экономике» при условии успешного прохождения текущей аттестации (выполнения мероприятий текущего контроля) по учебной дисциплине предусмотренной в текущем семестре данной учебной программой.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Методика формирования отметки по учебной дисциплине

В соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний, умений и навыков магистрантов БГЭУ.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ С ДРУГИМИ УЧЕБНЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Высшая математика	Кафедра высшей математики	Предложений нет _____А.В. Марков	Учебную программу по учебной дисциплине «Модели временных данных» рекомендовать к утверждению (протокол №11 от 21.05.2024)