

Учреждение образования  
«Белорусский государственный экономический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор учреждения  
образования «Белорусский  
государственный экономический  
университет»



Т.В. Садовская

02. 11 2023 г.

Регистрационный № УД 5639-23/уч.

**МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
В УПРАВЛЕНИИ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной  
дисциплине для специальностей  
6-05-0311-04 «Национальная экономика»,  
6-05-0414-03 «Государственное управление и экономика»

Учебная программа составлена на основе учебных планов учреждения высшего образования по специальностям «Национальная экономика» и «Государственное управление и экономика» регистрационный №23ДКН-170 от 05.04.2023, 23ДКМ-172 от 10.02.2023

**СОСТАВИТЕЛИ:**

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

Е.Е. Шарилова, доцент кафедры статистики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат экономических наук, доцент

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Е.В. Ермолицкая, начальник управления информационных технологий Министерства экономики Республики Беларусь, кандидат экономических наук;

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

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ УЧЕБНОЙ:**

Кафедрой статистики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

(протокол № 1 от 31.08.2023)

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

(протокол № 2 от 02.11.2023 )

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Целью** преподавания учебной дисциплины «Многомерный статистический анализ в управлении» является формирование у студентов основ теоретических знаний и практических навыков работы с многомерными методами аналитической статистики, являющимися важнейшим инструментарием в современных исследованиях социально-экономических явлений и процессов.

Структура программы и методика преподавания учебной дисциплины учитывают новые научные и практические результаты в области применения методов многомерного статистического анализа в экономических исследованиях.

В процессе изучения данной дисциплины студент приобретает знания в области теоретических основ многомерного статистического анализа, математической и логической конструкций его основных методов; знакомится с особенностями их применения в исследовательской практике; приобщается к аналитической работе, проводимой на основе фактических статистических данных; к анализу полученных результатов с использованием специальных статистических пакетов компьютерных программ.

**Задачи**, которые стоят перед изучением учебной дисциплины:

- овладеть навыками проведения анализа многомерных наблюдений;
- уметь выбрать и обосновать необходимость использования конкретного многомерного метода для решения аналитических задач;
- владеть основными методами и алгоритмами многомерного статистического анализа, иметь навыки их реализации в специальных статистических пакетах
- уметь анализировать и оценивать результаты многомерного статистического анализа и формулировать обоснованные выводы;
- проводить самостоятельные научные исследования, связанные с многомерным анализом социально-экономических процессов и явлений.

Учебная программа предполагает, что учебной дисциплине «Многомерный статистический анализ» предшествует изучение учебных дисциплин: «Высшая математика», «Статистика», «Компьютерные информационные технологии (часть 1)».

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

СК-15. Оперировать основными понятиями и методами многомерного статистического анализа в управлении, применять многомерные методы

статистики для выявления неявных (латентных) закономерностей в структуре и тенденциях развития исследуемых процессов при принятии решений.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

**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.

**владеть:**

- методикой решения задач по рассматриваемым методам многомерного статистического анализа;
- современными информационными технологиями для реализации многомерных статистических методов,
- навыками работы с современными статистическими пакетами компьютерных программ.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студент 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.

Форма получения высшего образования: очная (дневная).

В соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальностям 1-25 01 15 «Национальная экономика», 1-26 01 01 «Государственное управление» учебная программа рассчитана на 108 часов, из них аудиторных занятий 58 часов. Распределение по видам занятий: лекций – 22 часов; практических занятий – 10 часов лабораторных занятий – 16 часов.

Форма промежуточной аттестации – зачет на третьем курсе в 6 семестре.

# **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

## **Тема 1. Задачи и методы 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. Область применения методов многомерного статистического анализа в процессе управления производством, в анализе качества продукции.

## **Тема 2. Использование элементов матричной алгебры и аналитической геометрии в многомерном статистическом анализе**

Виды матриц, используемых в статистическом анализе. Матричное представление результатов многомерных статистических наблюдений. Операции над матрицами. Определитель матрицы. Обращение матриц. Решение системы линейных уравнений с использованием обратных матриц. Квадратичные формы. Определение собственных чисел и собственных векторов. Использование матриц при расчете многомерных средних. Вычисление корреляционной и ковариационной матриц.

Понятие вектора. Действия над векторами. Ортогональные и ортонормированные векторы. Понятие линейной независимости векторов. Преобразование системы координат. Поворот системы координат. Прямоугольное вращение координатных осей.

## **Тема 3. 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 4. Робастное статистическое оценивание**

Устойчивое оценивание. Понятие "грубые ошибки", причины возникновения и методы их выявления в статистической совокупности. Критерии Граббса, Титъена – Мура.

Методы исчисления устойчивых (робастных) оценок средних значений, подходы Пуанкаре, Винзора и Хубера.

#### **Тема 5. 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 6. Кластерный анализ**

Общая характеристика методов кластерного анализа. 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 ( $l_1$  - 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 7. Дискриминантный анализ**

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 8. Факторный анализ**

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.

## **Тема 9. Метод канонических корреляций**

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 управлении»  
 для дневной формы получения общего высшего образования по специальностям  
 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»

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Иное*	Форма контроля знаний	
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УСПС				
						Л	Пз			Лаб
1	Задачи и методы многомерного статистического анализа	1								
2	Использование элементов матричной алгебры и аналитической геометрии в многомерном статистическом анализе	2					2		Опрос	
3	Проверка статистических гипотез в анализе многомерных случайных величин	2			2		2		Контрольная работа	
4	Робастное статистическое оценивание	2	2		2				Опрос	
5	Множественный корреляционно-регрессионный анализ	3			2		2		Контрольная работа	
6	Кластерный анализ	4	2		2		2		Контрольная работа	
7	Дискриминантный анализ	2	2		2				Опрос	
8	Факторный анализ	4	2		4		2		Контрольная работа	
9	Метод канонических корреляций	2	2		2				Опрос	
	<b>Всего часов</b>	<b>22</b>	<b>10</b>		<b>16</b>		<b>10</b>		<b>Зачет</b>	

## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### ***Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине***

#### **«Многомерный статистический анализ в управлении»**

В овладении знаниями учебной дисциплины важным этапом является самостоятельная работа студентов. Рекомендуется бюджет времени для самостоятельной работы в среднем 2-2,5 часа на 2-х часовое аудиторное занятие.

Основными направлениями самостоятельной работы студента являются:

- первоначально подробное ознакомление с программой учебной дисциплины;
- ознакомление со списком рекомендуемой литературы по дисциплине в целом и по разделам, наличие ее в библиотеке и других доступных источниках, в том числе и интернет-источниках, изучение необходимой литературы по теме, подбор дополнительной литературы;
- изучение и расширение лекционного материала преподавателя за счет специальной литературы, консультаций, электронного конспекта лекций преподавателя по отдельным темам;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям по специально разработанным планам с изучением основной и дополнительной литературы, специальных статистических пакетов прикладных программ, позволяющих реализовать изучаемые многомерные методы на компьютере;
- подготовка к выполнению диагностической формы контроля (контрольные работы);
- подготовка к зачету.

#### **Законодательные акты**

1. О государственной статистике: Закон Республики Беларусь 28 ноября 2004 г. № 345-З.

2. Основные положения национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2020 года //Белорус. экон. журн. – 2004. - №3.

3. Положение о Белстате. (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/o-belstate/pravovye-osnovy-gosudarstvennoi-statistiki-respubl/polozhenie-o-natsionalnom-statisticheskome-komite/>. Дата доступа: 10.04.2015.

4. Постановление Совета безопасности Республики Беларусь «О концепции информационной безопасности Республики Беларусь» от 18.03.2019 №1.

5. Закон Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» от 10.11.2008 № 455-З.

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная:

1. Ниворожкина, Л. И. Многомерные статистические методы в экономике : учебник / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский. – М. : РИОР : ИНФРА-М, 2023. – 203 с.
2. Многомерный статистический анализ в экономических задачах : компьютерное моделирование в SPSS : учебное пособие / под ред. И.В. Орловой. – М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2022. – 310 с.
3. Чураков, Е. П. Введение в многомерные статистические методы: учебное пособие / Е. П. Чураков. – С.-Пб. : Лань, 2022. – 148 с. *(нет в фонде. Желательно перенести в Дополнительную)*
4. Сошникова, Л. А. Многомерный статистический анализ в управлении [Электронный ресурс] : 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. – Минск : БГЭУ. 2023. – 97 с.
5. Сошникова, Л. А. Многомерный статистический анализ: Практикум : учеб. пособие / Л. А. Сошникова. – Минск : БГЭУ, 2015. – 198 с.
6. Ленькова, Р. К. Эконометрика и экономико-математические методы и модели : учебно-методическое пособие для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I ступени по специальности 1-74 01 01 Экономика и организация производства в отраслях агропромышленного комплекса : в 2 ч. / Р. К. Ленькова, Е. В. Карачевская ; М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь, Гл. упр. образования, науки и кадров, УО "Белорус. гос. с.-х. акад.". - Горки : БГСХА, 2020. - Ч. 1. – 60 с. : ил.

### Дополнительная

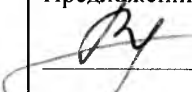

7. Халафян, А. Л. STATISTICA 6. Статистический анализ данных : учебник / А.Л. Халафян – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007 г. — 512 с.
8. Боровиков, В. П. Популярное введение в современный анализ данных и машинное обучение на Statistica / В. П. Боровиков. – М. : ЮНИТИ-ДАНА. 2018. — 354 с.
9. Дубров, А. М. Многомерные статистические методы : учебник / Дубров, А. М., Мхигарян, В. С., Трошин Л. И. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
10. Сошникова, Л.А., Тамашевич, В.Н., Уебе, Г., Шефер, М. Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Проф. В.Н. Тамашевича. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. — 598 с.
11. Электронный учебник по статистике (Электронный ресурс). Режим доступа -<http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm>

12. Ниворожкина, Л. И. Многомерные статистические методы в экономике : учебник / Л. И. Ниворожкина, С. В. Арженовский. – М. : 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: 05.09.2023). – Режим доступа: по подписке.

13. 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.

14. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSS : учебное пособие / под ред. И.В. Орловой. – М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2024. – 310 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. – (Высшее образование). - ISBN 978-5-9558-0108-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2073497> (дата обращения: 05.09.2023). – Режим доступа: по подписке.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

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)
1. Теория вероятностей и математическая статистика	Кафедра высшей математики	Предложений нет  В.В. Косьянчук	<u>24.03.2022</u> Протокол № 9
2. Информационные технологии	Кафедра информационных технологий	Предложений нет  М.Н. Садовская	

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры

\_\_\_\_\_ (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2023 г.)  
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)      \_\_\_\_\_ (подпись)      \_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)      \_\_\_\_\_ (подпись)      \_\_\_\_\_ (И.О.Фамилия)