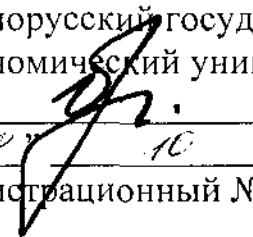


Учреждение образования  
«Белорусский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор учреждения образования  
«Белорусский государственный  
экономический университет»

 В.Н.Шимов  
« 28 » 10 2015 г.

Регистрационный № УД 2016-15 /уч.

**МНОГОМЕРНЫЙ СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной  
дисциплине для специальности 1-31 03 06 «Экономическая кибернетика (по  
направлениям)»

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

Читая Г.О., заведующий кафедрой прикладной математики и экономической кибернетики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор экономических наук, доцент.

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Хацкевич Г.А., профессор кафедры аналитической экономики и эконометрики Белорусского государственного университета, доктор экономических наук, профессор;

Беляцкий Н.П., заведующий кафедрой организации и управления учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор экономических наук, профессор.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой прикладной математики и экономической кибернетики учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет»

(протокол № 2 от 24 сентября 2015 г.);

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

(протокол № 1 от 28.10.2015 ).

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа учебной дисциплины «Многомерный статистический анализ» разработана для первой ступени высшего образования специальности 1-31 03 06 02 «Экономическая кибернетика», специализация 1-31 03 06-02 01 «Оптимальное планирование и управление в экономике».

Учебная дисциплина «Многомерный статистический анализ» представляет собой систематизированное изложение количественных методов статистической оценки экономического состояния субъектов хозяйствования, направлена на развитие многомерного мышления, умений и навыков использования методов прикладного статистического моделирования в практической работе специалистов, занимающихся бизнес аналитикой. Она является инструментально-аналитической базой обоснования и принятия хозяйственных решений .

**Целью преподавания учебной дисциплины «Многомерный статистический анализ»** является постановка и решение прикладных экономических задач большой размерности с применением количественных методов преобразования исходной системы показателей в рамках многомерных статистических и эконометрических моделей.

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

- строить исходную систему статистических данных в трехмерном представлении по: объектам наблюдения, выделенным статистическим признакам-переменным и времени;
- овладеть методами признаковой классификации объектов, снижения размерности исходной системы статистических данных и корреляционного анализа количественных, порядковых и категоризованных переменных;
- совершенствовать навыки использования статистического пакета прикладных программ;
- уметь обосновывать управленческие решения по повышению эффективности хозяйствования, улучшению финансового состояния организации.

Структура учебной программы и методика преподавания учебной дисциплины учитывают новые результаты экономических исследований и последние достижения в области педагогики и информационных технологий, ориентируя обучающихся на приобретение соответствующих профессиональных компетенций:

ПК-2. Заниматься аналитической и научно-исследовательской деятельностью в области анализа и синтеза экономических процессов и систем, разработки обоснованных управленческих решений;

ПК-5. Владеть современными методами математического моделирования систем и процессов, участвовать в исследованиях и разработке новых методов и технологий;

ПК-7. Разрабатывать, анализировать и оптимизировать алгоритмы решения естественнонаучных, производственных и социально-экономических задач;

ПК-8. Эксплуатировать, сопровождать и разрабатывать соответствующие программные компьютерные системы;

ПК-19. Выявлять закономерности в динамике изменения взаимосвязей между экономическими показателями;

ПК-20. Владеть методами прогнозирования поведения экономических систем и процессов;

ПК-33. Разрабатывать бизнес-планы создания новых информационных технологий;

ПК-35. Разрабатывать новые информационные технологии на основе методов математического моделирования;

В результате изучения учебной дисциплины «Многомерный статистический анализ» обучающийся должен:

**знать:**

- основы векторной алгебры;
- разделы математического анализа, посвященные числовым и функциональным рядам;
- теорию вероятностей и математическую статистику;
- эконометрику;
- прикладные пакеты программных продуктов по обработке статистических данных;

**уметь:**

- ставить экономические задачи измерения статистической зависимости между показателями, классификации и дискриминации экономических объектов, анализа временных рядов экономических показателей с определенной периодичностью изменения их значений;
- строить многомерные статистические модели экономических объектов и показателей;
- применять количественные и качественные методы прогнозирования развития социально-экономических объектов и процессов;
- решать экономические задачи математическими методами с использованием компьютерных и программных средств по реальным данным;
- применять полученные знания при практической аналитической работе.

При изучении данной учебной дисциплины студенту потребуются знания основ геометрии и алгебры, математического анализа, теории вероятностей и математической статистики, социально-экономической статистики.

В соответствии с учебным планом специальности 1-31 03 06 02 «Экономическая кибернетика» по специализации 1-31 03 06-02 01 «Оптимальное планирование и управление в экономике», учебная программа рассчитана на 238 часов, из них аудиторных занятий 120 часов. Распределение по видам занятий: лекций – 68 часов; практических занятий – 26 часов; лабораторных занятий – 26 часов. Рекомендуемая форма контроля – экзамен.

# СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

## Тема 1 Вероятностно-статистические методы анализа экономических данных

Математико-статистический инструментарий экономических исследований.

Многомерный статистический анализ. Два подхода к интерпретации и анализу исходных статистических данных. Центральные проблемы прикладной статистики..

Понятие, приемы, математические методы и модели, предназначенные для сбора, стандартной записи и обработки статистических данных с целью их удобного представления, интерпретации и получения научных и практических выводов.

Теоретико-вероятностный способ рассуждения в многомерной статистике. Категории возможных областей применения: высокая работоспособность, допустимые вероятностно-статистические приложения, недопустимые вероятностно-статистические приложения.

Основные этапы многомерного статистического анализа.

## Тема 2 Корреляционный анализ многомерной генеральной совокупности

Корреляционный анализ количественных признаков. Коэффициент детерминации. Парный коэффициент корреляции и его определение при линейной зависимости двух признаков. Корреляционное отношение и его определение при нелинейной зависимости признаков.

Корреляционный анализ порядковых (ординарных) переменных: ранговая корреляция.

Ранговый коэффициент корреляции Спирмэна. Ранговый коэффициент корреляции Кендалла. Обобщенная формула для парного коэффициента корреляции и связь между коэффициентами Спирмэна и Кендалла. Коэффициент конкордации (согласованности).

Корреляционный анализ категоризованных переменных: таблица сопряженности. Основные измерители степени тесноты связи между двумя категоризованными переменными.

## Тема 3 Введение в многомерный статистический анализ

Назначение и содержание прикладной статистики; центральные проблемы прикладной статистики; статистическое исследование структуры и характера взаимосвязей между экономическими переменными; разработка статистических методов классификации объектов и признаков; снижение размерности исходного признакового пространства и отбор наиболее инфор-

мативных показателей; основные этапы прикладного статистического анализа.

#### **Тема 4 Распознавание образов и типология объектов в социально-экономических исследованиях.**

##### **Введение в теорию классификации объектов и признаков**

Сущность, типологизация и прикладная направленность задач классификации объектов. Понятие классификации, методы классификации, обучающие выборки; типы задач классификации: комбинационные группировки, простая типологизация, связанная неупорядоченная типологизация, связанная упорядоченная классификация, структурная типологизация, классификация динамических траекторий развития экономических систем; примеры типов экономических задач классификации: выявление типологии потребительского поведения населения, анализ сущности дифференциации этого поведения, прогноз структуры потребления; классификация как необходимый предварительный этап статистической обработки многомерных данных; классификация в задачах планирования выборочных обследований.

#### **Тема 5 Методы и модели дискриминантного анализа.**

##### **Задачи классификации с обучающими выборками**

Класс как генеральная совокупность и базовая идея вероятностно-статистических методов классификации; параметрический дискриминантный анализ в случае нормальных классов; классическая модель дискриминантного анализа; алгоритм построения правила дискриминации (распознавания класса) для одномерной случайной величины и двух классов; классификационное правило соотнесения к одному из двух классов многомерного ( $p$ -мерного) случайного вектора, характеризуемого заданной статистической выборкой; построение дискриминантной функции с обучающей выборкой в случае  $k \geq 2$  классов; содержание реализации моделей дискриминантного анализа в рамках пакета прикладных статистических программ SPSS.

#### **Тема 6 Математические методы и модели классификации объектов без обучения (непараметрический случай): кластер-анализ**

Постановка задачи автоматической классификации объектов и ее геометрическая интерпретация; объект как точка в многомерном признаковом пространстве (вектор с координатами); постановка двух типов задач разбиения исследуемой совокупности объектов; понятие однородности объектов в задачах их классификации; ортогональность векторов, объекты в признаковом пространстве; поворот осей признакового пространства и неизменность расстояния между объектами; расстояния между отдельными объектами и меры близости объектов друг другу; меры расстояний между объектами ма-

халанобисского типа внутри класса; расстояния между классами объектов; функционалы качества разбиения на классы (при известном и неизвестном числе классов) и экстремальная постановка задачи кластер-анализа; основные типы задач кластер-анализа и основные типы кластер-процедур; содержание реализации кластер-анализа в SPSS.

### **Тема 7 Многомерный факторный анализ**

Сущность методов факторного анализа и их классификация; латентные обобщающие характеристики организационной структуры и механизма развития изучаемых явлений и процессов; фундаментальная теорема факторного анализа Тэрстоуна; общий вид линейной модели факторного анализа; основные задачи факторного анализа; критерии оценки числа факторов, подлежащих выделению; проблема общности в факторном анализе; способы вычисления оценок общностей; общий алгоритм факторного анализа; геометрическое представление наблюдаемых объектов в пространстве элементарных признаков и латентных факторов; примеры экономических задач, решаемых методами факторного анализа; содержание реализации методов факторного анализа в SPSS.

### **Тема 8 Метод главных компонент**

Основное содержание метода главных компонент; построение пространственно-временных данных; сущность панельных данных, используемых в эконометрических исследованиях; стандартизация исходных данных в рамках реализации алгоритма расчетов по методу главных компонент; получение матрицы коэффициентов парной корреляции исходных признаков-показателей посредством их стандартизации; последовательность построения факторной матрицы в рамках алгоритма расчетов по методу главных компонент; сущность главных компонент как векторов, образующих ортогональное пространство векторов; экономическая интерпретация необходимости вращения факторной матрицы при решении прикладных задач методом главных компонент; содержание реализации метода главных компонент в SPSS.

### **Тема 9 Метод многомерного метрического шкалирования**

Многомерное шкалирование (МШ) как метод построения условных координатных осей или метод латентно-структурного анализа; сущность МШ в экономических исследованиях; основные понятия и методы МШ; представление и первичная обработка данных в МШ; постановка задачи метрического МШ; построение (восстановление) новой системы координат с точностью до ортогонального преобразования; решение задачи метрического МШ в рамках модели Торгерсона; содержание реализации метрического МШ в SPSS.

## **Тема 10 Методы неметрического многомерного шкалирования**

Применение методов неметрического шкалирования для обработки ранговых (порядковых) данных; схема алгоритма неметрического МШ: построение матрицы различий, первоначальная оценка координат, стандартизация расстояний между объектами и оценок новых координат, определение отклонений по теоретическим данным, расчет новых оценок координат и проверка их соответствия; модели поиска индивидуальных различий; анализ предпочтений; содержание реализации неметрического МШ в SPSS.

## **Тема 11 Методы и модели одномерного и многомерного дисперсионного анализа (ДА)**

Виды ДА: однофакторный и многофакторный ДА; идея ДА и ее графическая интерпретация; модели ДА; построение однофакторной модели ДА; построение двухфакторной модели ДА: постановка задач для несвязанных и связанных выборок; требования к исходным данным для связанных выборок; многофакторная модель ДА; реализация ДА в SPSS.

## **Тема 12 Модели логистической регрессии. Построение моделей регрессии в SPSS**

Математическое описание логистической регрессии; примеры экономических задач, решаемых в рамках логистической регрессии; использование SPSS при построении линейной множественной регрессии, реализуемой пошаговой процедурой включения-исключения переменных; нелинейные регрессионные модели в SPSS: по включаемым переменным и по оцениваемым параметрам; реализуемый в SPSS интервальный прогноз для линейных и нелинейных моделей регрессии; реализация логистической регрессии в SPSS.

## **Тема 13 Применение ортогональных функций в моделировании временных рядов экономических показателей с сезонными колебаниями**

Ортогональные функции и их свойства; тригонометрический ряд Фурье функции  $f(x)$ ,  $x \in [-\pi, \pi]$ ; доказательство теоремы об ортогональности системы тригонометрических функций; построение тригонометрического тренда показателя динамического ряда с заданной периодичностью изменения его значений; уравнение тренда, включающее несколько гармоник; повышение степени достоверности уравнения тригонометрического тренда в соответствии с увеличением числа гармоник; особенности ортогональности тригонометрических функций при построении системы нормальных уравнений методом наименьших квадратов.



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ДНЕВНОЙ ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Иное	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Вероятностно-статистические методы анализа экономических данных	2	1				[2, 5, 8, 9]	Опрос на практическом занятии, тестирование, практические расчеты по вращению системы координат
2	Корреляционный анализ многомерной генеральной совокупности	2	1				[1,3,7]	Опрос, построение исходной системы статистических данных по принципу «объект-свойство»
3	Введение в многомерный статистический анализ	2	1				[1, 2, 3, 7]	Опрос, письменное тестирование по теме
4	Распознавание образов и типология объектов в социально-экономических исследованиях. Введение в теорию классификации объектов и признаков	4	2				[1, 2, 3, 7]	Опрос, письменное тестирование по теме
5	Методы и модели дискриминантного анализа. Задачи классификации с обучающими выборками	8	4		4		[1,2,3,7]	Опрос, построение дискриминантной функции и соотнесение данного объекта к одному из обучающих классов
6	Математические методы и модели классификации объектов без обучения (непараметрический случай): кластер-анализ	8	4		4		[1,2,3,7]	Опрос, классификация объектов по иерархической агломеративной процедуре, методом К-средних
7	Многомерный факторный анализ	6	2		2		[1, 2,3, 6,7]	Проведение практических расчетов, письменное тестирование по теме

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Метод главных компонент	6	3		4		[1,2,6,9,10,11]	Опрос, письменное тестирование по теме, проверка ортогональности значений элементов главных компонент
9	Метод многомерного метрического шкалирования	6	2		2		[1, 2, 6,7]	Опрос, письменное тестирование, проведение расчетов на малой размерности данных
10	Методы многомерного неметрического шкалирования	6	2		4		[1, 2, 6, 7]	Опрос, письменное тестирование, построение новой системы шкал на плоскости
11	Методы и модели одномерного и многомерного дисперсионного анализа (ДА)	6	1		2			
12	Модели логистической регрессии . Построение моделей регрессии в SPSS	6	2		2			
13	Применение ортогональных функций в моделировании временных рядов экономических показателей с сезонными колебаниями	6	1		2		[4, 11]	Опрос теоретического материала, расчеты на практическом занятии по построению тригонометрического тренда экономического показателя
	<b>Всего часов</b>	<b>68</b>	<b>26</b>		<b>26</b>			<b>Зачет / Экзамен</b>

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### *Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Многомерный статистический анализ»*

В овладении знаниями учебной дисциплины важным этапом является самостоятельная работа студентов. Рекомендуются бюджет времени для самостоятельной работы в среднем 1,5-2 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 ее разделам, наличие ее в библиотеке и других доступных источниках, изучение необходимой литературы по теме, подбор дополнительной литературы;
- изучение и расширение лекционного материала преподавателя за счет специальной литературы, консультаций;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям по специально разработанным планам с изучением основной и дополнительной литературы;
- подготовка к выполнению диагностических форм контроля (тесты, контрольные работы, устные опросы и т.п.);
- подготовка к экзамену.

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная:*

1. Айвазян, С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник для вузов / С.А. Айвазян, В.С. Мхитарян – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1998. – 1022 с.
2. Многомерный статистический анализ в экономике: учеб. пособие для вузов / Л.А. Сошникова, В.Н. Тамашевич, Г.Уебе [и др.]; под общ. ред. проф. В.Н. Тамашевича. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.
3. Болч, Б. Многомерные статистические методы экономики: пер. с англ. / Б.Болч, К.Хуань. – М.: Статистика, 1979. – 317с.
4. Джексон, Д. Ряды Фурье и ортогональные полиномы: пер. с англ. / Д.Джексон. – М., 1988.
5. Кремер, Н.Ш. Высшая математика для экономистов: учебник / Н.Ш. Кремер. – 2-е изд. – М.: Экономика, 2009.
6. Многомерный статистический анализ в экономических задачах: компьютерное моделирование в SPSSU: учеб. пособие / И.В. Орлова [и др.]; под общ. ред. И.В. Орловой. – М.: Вузовский учебник, 2009.

*Дополнительная:*

7. Дубров, А.М. Многомерные статистические методы / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин. – М.: Финансы и статистика, 2000. – 352 с.

8. Лоули, Д. Факторный анализ как статистический метод / Д.Лоули, А.Максвелл. – М.: Мир, 1967.


9. Харман, Г. Современный факторный анализ / Г.Харман. – М.: Статистика. – 1972.

10. Читая, Г.О. Инвестиционные механизмы промышленного развития макрорегионов России: монография / Г.О. Читая. – М.: Финансы и кредит, 2006. – 152 с.

11. Эконометрика: учебник / И.И. Елисеева, С.В. Курьшева, Т.В. Костеева [и др.]; под общ. ред. И.И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.

\*

## 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)
Теория вероятностей и математической статистики	Кафедра высшей математики	 М.П. Дымков	протокол № 2 от 24 сентября 2015 г

# ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание
1		

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики и экономической кибернетики (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.)

Заведующий кафедрой ПМиЭК \_\_\_\_\_ Г.О. Читая

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

---