

Учреждение образования
«Белорусский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор Учреждения образования
«Белорусский государственный
экономический университет»

 В.Н. Шимов

« 08 » 06 2011 г.

Регистрационный № УД БГУ-11/баз.

МЕТОДЫ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ЭКОНОМИКЕ

Учебная программа для специальности
1-31 03 06 Экономическая кибернетика (по направлениям)

Составители:

Читая Гигла Отарович – заведующий кафедрой прикладной математики и экономической кибернетики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», доктор экономических наук, доцент.

Рецензенты:

Белько И.В., профессор кафедры высшей математики Учреждения образования «Белорусский государственный аграрно-технический университет», доктор физико-математических наук, профессор.

Железко Б.А., заведующий кафедрой экономической информатики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет», кандидат технических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой прикладной математики и экономической кибернетики Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 12 от 18.05.2011 г.);

Научно-методическим советом Учреждения образования «Белорусский государственный экономический университет» (протокол № 6 от 01.06.2011.)

Ответственный за выпуск: **Читая Г.О.**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Функционирование экономических систем разного уровня может описываться внушительным количеством переменных, в роли которых выступают технико-экономические показатели и качественные характеристики. По своей природе используемые в экономическом анализе признаки-показатели тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Причем зависимость показателей, чаще всего, носит нелинейный характер. Для формализованного представления хозяйственной единицы (предприятия, организации, региона и т.д.) целесообразно построить ее признаковое пространство. Другими словами, некий вектор в многомерном признаковом пространстве будет описывать исследуемый объект. Определенная комбинация (линейная или нелинейная) исходной системы показателей с учетом их наблюдаемых статистических значений может характеризовать латентную (скрытую) тенденцию или закономерность исследуемого экономического объекта. Между тем каждый новый вектор, получаемый в виде линейной (нелинейной) комбинации исходных признаков, имеет содержательную экономическую интерпретацию в ортогональном базисе. Кроме того, ортогональность комбинаций экономических переменных в заданном векторном пространстве снимает проблему мультиколлинеарности. В прикладных задачах также возможно вращение векторов (точек в многомерном пространстве) в ортогональном пространстве, что позволяет решать задачи классификации объектов, так как расстояния между объектами (точками) в ортогональном пространстве не меняется. В прикладной многомерной статистике решаются экономически интерпретируемые по результатам задачи перехода к новой системе координат и введения новых шкал измерения комбинаций экономических переменных. Построение новой системы координат и формализованное описание разброса объектов в ней осуществляется с точностью до ортогонального преобразования исходной системы данных (многомерное метрическое и неметрическое шкалирование). Для исследования влияния одной или нескольких переменных на результативный признак используется дисперсионный анализ, который включает совокупность статистических методов обработки данных, которые позволяют анализировать изменчивость одного или нескольких результативных признаков под влиянием контролируемых факторов, качественных или количественных.

Ортогональная система функций обладает весьма важными прикладными качествами при проведении экономического анализа показателей с сезонными колебаниями. В частности, при моделировании экономических временных рядов с наблюдаемой периодичностью изменения значений показателей в ряде случаев правомерно пользоваться тригонометрическими рядами Фурье. Тригонометрические функции относятся к системе ортогональных функций. В этом случае процедура оценки параметров тригонометрического тренда показателя существенно упрощается, так как в системе нормальных уравнений каждый из параметров в левой части уравнений получается в чистом виде.

Таким образом, построение прикладных математических моделей поведения экономических объектов и их численное решение в рамках задач многомерного факторного, компонентного, дискриминантного и кластерного анализа,

многомерного шкалирования, дисперсионного анализа, анализа и прогнозирования временных рядов экономических показателей, предполагает применение методов многомерной статистики.

Цель учебной дисциплины состоит в постановке и решении прикладных экономических задач с применением методов ортогональных преобразований исходной системы показателей в рамках многомерных статистических и эконометрических моделей.

Основная задача курса – выработать навыки и умение у студентов к применению методов и приемов ортогональных преобразований исходной системы экономических показателей при построении многомерных статистических и эконометрических моделей и практической их реализации с использованием прикладных статистических программ компьютерных расчетов.

При изучении дисциплины студенты должны

знать:

- основы векторной алгебры;
- разделы математического анализа, посвященные численным 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 и эконометрические модели экономических объектов и показателей;
- применять количественные и качественные методы прогнозирования развития социально-экономических объектов и процессов;
- решать экономические и эконометрические задачи математическими методами с использованием компьютерных и программных средств по реальным данным;
- применять полученные знания при научных исследованиях экономических и производственных процессов.

Изучение дисциплины предполагает знание экономической теории, позволяющей проводить глубокий анализ качественных особенностей экономических систем, социально-экономической статистики, основ высшей математики, теории вероятностей и математической статистики, эконометрики.

Всего часов по дисциплине 260, из них всего часов аудиторных – 138, в том числе 74 часа – лекции, 34 часа – лабораторные занятия, 30 часов – практические занятия.

Рекомендуемые формы контроля – зачёт, экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Всего часов		
	Лекции	Практич.	Лабораторные
Тема 1. Линейное (векторное) пространство. Ортогональность векторов.	4	2	
Тема 2. Теоретические и прикладные аспекты построения исходной системы данных	2		
Тема 3. Введение в прикладной статистический анализ	4		
Тема 4. Распознавание образов и типология объектов в социально-экономических исследованиях. Введение в теорию классификации объектов и признаков.	4		
Тема 5. Методы и модели дискриминантного анализа. Задачи классификации с обучающими выборками.	8	4	4
Тема 6. Математические методы и модели классификации объектов без обучения (непараметрический случай): кластер-анализ	8	4	4
Тема 7. Многомерный факторный анализ	6	4	4
Тема 8. Метод главных компонент	8	4	4
Тема 9. Методы многомерного метрического шкалирования	6	2	4
Тема 10. Методы многомерного неметрического шкалирования	6	2	4
11. Методы и модели одномерного и многомерного дисперсионного анализа (ДА)	6	2	4
12. Модели логистической регрессии. Построение моделей регрессии в SPSS.	6	2	4
13. Применение ортогональных функций в построении моделей тригонометрического тренда	6	4	2
Итого	74	30	34

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Линейное (векторное) пространство.

Ортогональность векторов

n -мерный вектор и векторное пространство; размерность и базис векторного пространства; евклидово пространство; ортогональность векторов; ортогональный базис; ортонормированный базис; ортогональная матрица; 2-х, 3-х и m -мерные ортогональные матрицы; вращение осей системы координат по и против часовой стрелке на φ градусов на основе ортогонального преобразование исходной системы данных.

Тема 2. Теоретические и прикладные аспекты построения исходной системы данных

Теоретические и методические подходы к интерпретации и анализу исходной системы статистических данных: вероятностно-статистический и логико-алгебраический подходы; построение исходной системы данных экономических показателей в виде матрицы «объект-свойство» и матрицы парных сравнений объектов и признаков; векторное представление данных наблюдений; ортогональное преобразование данных, представленных в векторной форме.

Тема 3. Введение в прикладной 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 информативных 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 махаланобисского 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. Методы 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.

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 построении моделей тригонометрического тренда

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.

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. Сошникова, Л.А. Многомерный статистический анализ в экономике: Учеб. пособие для вузов/Под ред. проф. В.Н. Тамашевича, Л.А. Сошникова – 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. Высшая математика для экономистов. – Учебник/ Под ред. Н.Ш. Кремера. – 2-е изд. – М.: Экономика, 2009.

Дополнительная

1. Дубров, А.М. Многомерные статистические методы/А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин – М: Финансы и статистика, 2000. – 352 с.
2. Лоули, Д. Факторный анализ как статистический метод/Д. Лоули, А. Максвелл. - М.: Мир, 1967.
3. Харман, Г. Современный факторный анализ/Г. Харман – М.: Статистика. п – 1972.
4. Читая, Г.О. Инвестиционные механизмы промышленного развития макрорегионов России. – Монография/Г.О. Читая - М.: Финансы и кредит, 2006. – 152 с.
5. Эконометрика: учебник/И.И. Елисеева, С.В. Курьшева, Т.В. Костеева и др.; под ред. И.И. Елисеевой. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 576 с.

Беларускі дзяржаўны эканамічны ўніверсітэт. Бібліятэка.
Белорусский государственный экономический университет. Библиотека.
Belarus State Economic University. Library.

<http://www.bseu.by>