

УДК 330.4(075.8)  
ББК 65в631я73  
М54

Рецензент – доктор экономических наук, профессор А.И. Афоницкий  
Авторы: О.И. Бантикова, В.И. Васянина, Ю.А. Жемчужникова, А.Г. Реннер,  
Е.Н. Седова, О.И. Стебунова, Л.М. Туктамышева, О.С. Чудинова

М54      Методы и модели эконометрики. Часть 1. Анализ данных: учебное пособие / О.И. Бантикова, В.И. Васянина, Ю.А. Жемчужникова, А.Г. Реннер, Е.Н. Седова, О.И. Стебунова, Л.М. Туктамышева, О.С. Чудинова / под ред. А.Г. Реннера; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 574 с.  
ISBN 978-5-7410-1331-1

В рамках первой части «Анализ данных» учебного пособия «Методы и модели эконометрики» рассмотрен математический инструментарий эконометрического моделирования, включающий методы оценки параметров распределения и проверки гипотез о параметрах распределения многомерной генеральной совокупности; корреляционный анализ количественных, порядковых и категоризованных признаков; методы классификации, как при наличии, так и при отсутствии обучающих выборок; методы снижения размерности признакового пространства; методы многомерного метрического и неметрического шкалирования. Отдельный раздел посвящен построению интегрального латентного показателя эффективности функционирования системы.

Каждый раздел состоит из теоретической части, вопросов и заданий к практическим занятиям, заданий к лабораторным работам и примеров их выполнения с помощью статистических пакетов прикладных программ Statistica, Stata, Sani, а также надстройки AtteStat табличного процессора MS Excel.

Для студентов математических, экономико-математических направлений подготовки бакалавров, магистров, аспирантов, преподавателей и научных работников, специалистов аналитических служб предприятий и организаций, владеющих аппаратом математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики.

УДК 330.4 (075.8)  
ББК 65в631я73

ISBN 978-5-7410-1331-1

© Реннер А.Г., 2015  
© ОГУ, 2015

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение .....  | 7  |
| 1 Введение в многомерный статистический анализ данных – обзор .....   | 11 |
| 1.1 Объект, предмет, задачи многомерного статистического анализа данных .....   | 11 |
| 1.2 Типы случайных величин и шкалы их измерения .....   | 13 |
| 1.3 Многомерная генеральная совокупность и ее закон распределения .....   | 18 |
| 1.4 Теория корреляции .....   | 23 |
| 1.5 Вопросы и задания к практическим занятиям .....   | 41 |
| 2 Оценивание параметров распределения и проверка гипотез о параметрах<br>распределения многомерной генеральной совокупности .....   | 43 |
| 2.1 Точечное оценивание параметров многомерной нормально распределенной<br>генеральной совокупности .....   | 43 |
| 2.2 Построение доверительной области для вектора математических ожиданий<br>нормально распределенной генеральной совокупности .....   | 47 |
| 2.3 Построение доверительной области для вектора параметров в форме<br>прямоугольного параллелепипеда .....   | 51 |
| 2.4 Проверка гипотезы о равенстве вектора математических ожиданий нормально<br>распределенной генеральной совокупности вектору-стандарту .....  | 52 |
| 2.5 Проверка гипотезы об однородности распределения двух многомерных<br>нормально распределенных генеральных совокупностей .....  | 55 |
| 2.6 Проверка гипотезы о нормальном законе распределения многомерной<br>генеральной совокупности .....   | 57 |
| 2.7 Вопросы и задания к практическим занятиям .....   | 59 |
| 2.8 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему<br>«Оценивание параметров распределения и проверка гипотез о параметрах<br>распределения многомерной генеральной совокупности» ..... | 61 |

|  |     |
|--|-----|
| 2.9 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему «Проверка гипотезы о нормальном законе распределения многомерной генеральной совокупности»..... | 77  |
| 3 Корреляционный анализ компонент многомерного случайного вектора признаков .....  | 91  |
| 3.1 Корреляционный анализ количественных признаков .....   | 91  |
| 3.2 Корреляционный анализ порядковых переменных: ранговая корреляция.....  | 98  |
| 3.3 Корреляционный анализ номинальных признаков: анализ двухфакторных таблиц сопряженности .....   | 108 |
| 3.4 Вопросы и задания к практическим занятиям.....   | 130 |
| 3.5 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему «Корреляционный анализ количественных признаков» .....  | 139 |
| 3.6 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему «Корреляционный анализ порядковых переменных: ранговая корреляция» .....                        | 168 |
| 3.7 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему «Корреляционный анализ номинальных признаков: анализ таблиц сопряженности» .....                | 182 |
| 4 Методы многомерной классификации .....   | 207 |
| 4.1 Кластерный анализ .....  | 207 |
| 4.2 Дискриминантный анализ.....  | 229 |
| 4.3 Вопросы и задания к практическим занятиям.....   | 251 |
| 4.4 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему «Кластерный анализ» .....   | 265 |
| 4.5 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему «Параметрический дискриминантный анализ» .....  | 320 |
| 5 Методы снижения размерности признакового пространства.....   | 348 |
| 5.1 Метод главных компонент .....  | 348 |
| 5.2 Факторный анализ: метод общих (главных) факторов .....   | 363 |
| 5.3 Вращение факторного пространства .....   | 381 |
| 5.4 Многомерное шкалирование .....   | 387 |

|   |     |
|---|-----|
| 5.5 Вопросы и задания к практическим занятиям.....  | 409 |
| 5.6 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему<br>«Метод главных компонент».....  | 422 |
| 5.7 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему<br>«Метод главных факторов».....   | 445 |
| 5.8 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему<br>«Многомерное шкалирование».....   | 459 |
| 6 Построение интегрального показателя качества (эффективности<br>функционирования) системы .....  | 472 |
| 6.1 Формирование апостериорного набора частных критериев .....  | 472 |
| 6.2 Построение интегрального показателя методом главных компонент.....  | 476 |
| 6.3 Построение интегрального показателя экспертно-статистическим методом .....  | 479 |
| 6.4 Построение интегрального показателя на основе модели<br>множественного выбора.....  | 489 |
| 6.5 Вопросы и задания к практическим занятиям.....  | 497 |
| 6.6 Задание, порядок выполнения и вопросы к защите лабораторной работы на тему<br>«Построение интегрального показателя» .....   | 498 |
| Список использованных источников .....  | 521 |
| Приложение А (обязательное) Исходные данные к лабораторной работе на тему<br>«Оценивание параметров распределения и проверка гипотез о параметрах<br>распределения многомерной генеральной совокупности»..... | 522 |
| Приложение Б (обязательное) Исходные данные к лабораторной работе на тему<br>«Корреляционный анализ количественных признаков» .....   | 528 |
| Приложение В (обязательное) Исходные данные к лабораторной работе на тему<br>«Корреляционный анализ порядковых переменных: ранговая корреляция» .....   | 534 |
| Приложение Г (обязательное) Исходные данные к лабораторной работе на тему:<br>«Корреляционный анализ номинальных признаков:<br>анализ таблиц сопряженности» .....   | 540 |
| Приложение Д (обязательное) Исходные данные к лабораторной работе на тему<br>«Кластерный анализ» .....  | 548 |

|  |     |
|--|-----|
| Приложение Е (обязательное) Исходные данные к лабораторной работе на тему «Параметрический дискриминантный анализ» .....           | 559 |
| Приложение Ж (обязательное) Исходные данные к лабораторным работам по методам снижения размерности признакового пространства ..... | 564 |
| Приложение И (справочное) Теорема Торгерсона .....   | 568 |