

УДК 330.43(075.8)  
ББК 65.в6.я73  
К79

Рецензенты:

*кафедра математической статистики и эконометрики Московского государственного университета экономики, статистики и информатики*  
(зав. кафедрой д-р экон. наук, проф. В.С. Мхитарян)  
д-р физ.-мат. наук, проф. Ю.С. Хохлов

Главный редактор издательства Н.Д. Эриашвили,  
кандидат юридических наук, доктор экономических наук, профессор,  
лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

**Кремер, Наум Шевелевич.**

**К79** Эконометрика: учебник для студентов вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко; под ред. Н.Ш. Кремера. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. — 328 с. — (Серия «Золотой фонд российских учебников»).

**И. Путко, Борис Александрович.**

ISBN 978-5-238-01720-4

В учебнике излагаются основы эконометрики. Большое внимание уделяется классической (парной и множественной) и обобщенной моделям линейной регрессии, классическому и обобщенному методам наименьших квадратов, анализу временных рядов и систем одновременных уравнений, моделям с панельными данными. Обсуждаются различные аспекты многомерной регрессии: мультиколлинеарность, фиктивные переменные, спецификация и линеаризация модели, частная корреляция. Учебный материал сопровождается достаточным числом решенных задач и задач для самостоятельной работы.

Для студентов, бакалавров и магистров экономических направлений и специальностей вузов, аспирантов, преподавателей и специалистов по прикладной экономике и финансам, лиц, обучающихся по программам МВА, второго высшего образования и проходящих профессиональную переподготовку или повышение квалификации.

**ББК 65.в6.я73**

ISBN 978-5-238-01720-4

© Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко, 2002, 2008, 2010

© ИЗДАТЕЛЬСТВО ЮНИТИ-ДАНА, 2002, 2008, 2010

Принадлежит исключительное право на использование и распространение издания (ФЗ № 94-ФЗ от 21 июля 2005 г.).

© Оформление «ЮНИТИ-ДАНА», 2010

# Оглавление

|   |    |
|---|----|
| Предисловие   | 3  |
| Введение  | 6  |
| Глава 1. Основные аспекты эконометрического моделирования                     | 9  |
| 1.1. Введение в эконометрическое моделирование                                | 9  |
| 1.2. Основные математические предпосылки эконометрического моделирования      | 11 |
| 1.3. Эконометрическая модель и экспериментальные данные                       | 13 |
| 1.4. Линейная регрессионная модель  | 17 |
| 1.5. Система одновременных уравнений  | 19 |
| 1.6. Основные этапы и проблемы эконометрического моделирования                | 21 |
| Глава 2. Элементы теории вероятностей и математической статистики             | 24 |
| 2.1. Случайные величины и их числовые характеристики                          | 24 |
| 2.2. Функция распределения случайной величины. Непрерывные случайные величины | 29 |
| 2.3. Некоторые распределения случайных величин                                | 33 |
| 2.4. Многомерные случайные величины. Условные законы распределения            | 36 |
| 2.5. Двумерный ( $n$ -мерный) нормальный закон распределения                  | 40 |
| 2.6. Закон больших чисел и предельные теоремы                                 | 41 |
| 2.7. Точечные и интервальные оценки параметров                                | 42 |
| 2.8. Проверка (тестирование) статистических гипотез                           | 45 |
| Упражнения  | 48 |
| Глава 3. Парный регрессионный анализ  | 50 |
| 3.1. Функциональная, статистическая и корреляционная зависимости              | 50 |
| 3.2. Линейная парная регрессия  | 52 |
| 3.3. Коэффициент корреляции   | 56 |

|   |            |
|---|------------|
| 3.4. Основные положения регрессионного анализа.<br>Оценка параметров парной регрессионной<br>модели. Теорема Гаусса—Маркова | 60         |
| 3.5. Интервальная оценка функции регрессии<br>и ее параметров   | 64         |
| 3.6. Оценка значимости уравнения регрессии.<br>Коэффициент детерминации   | 70         |
| 3.7. Геометрическая интерпретация регрессии<br>и коэффициента детерминации  | 76         |
| 3.8. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена   | 78         |
| Упражнения  | 80         |
| <b>Глава 4. Множественный регрессионный анализ</b>  | <b>82</b>  |
| 4.1. Классическая нормальная линейная модель<br>множественной регрессии   | 82         |
| 4.2. Оценка параметров классической регрессионной<br>модели методом наименьших квадратов                                    | 83         |
| 4.3. Ковариационная матрица и ее выборочная оценка  | 91         |
| 4.4. Доказательство теоремы Гаусса—Маркова.<br>Оценка дисперсии возмущений  | 94         |
| 4.5. Определение доверительных интервалов<br>для коэффициентов и функции регрессии  | 97         |
| 4.6. Оценка значимости множественной регрессии.<br>Коэффициенты детерминации $R^2$ и $\hat{R}^2$                            | 102        |
| Упражнения  | 106        |
| <b>Глава 5. Некоторые вопросы практического<br/>использования регрессионных моделей</b>                                     | <b>108</b> |
| 5.1. Мультиколлинеарность   | 108        |
| 5.2. Отбор наиболее существенных объясняющих<br>переменных в регрессионной модели   | 111        |
| 5.3. Линейные регрессионные модели с переменной<br>структурой. Фиктивные переменные   | 115        |
| 5.4. Критерий Г. Чоу  | 122        |
| 5.5. Нелинейные модели регрессии  | 124        |
| 5.6. Частная корреляция   | 128        |
| Упражнения  | 130        |

|  |                |
|--|----------------|
| <b>Глава 6. Временные ряды и прогнозирование</b>   | <b>133</b>     |
| 6.1. Общие сведения о временных рядах и задачах их анализа                                       | 133            |
| 6.2. Стационарные временные ряды и их характеристики. Автокорреляционная функция                 | 135            |
| 6.3. Аналитическое выравнивание (сглаживание) временного ряда (выделение неслучайной компоненты) | 139            |
| 6.4. Прогнозирование на основе моделей временных рядов   | 144            |
| 6.5. Понятие об авторегрессионных моделях и моделях скользящей средней                           | 146            |
| Упражнения   | 149            |
| <br><b>Глава 7. Обобщенная линейная модель. Гетероскедастичность и автокорреляция остатков</b>   | <br><b>150</b> |
| 7.1. Обобщенная линейная модель множественной регрессии  | 150            |
| 7.2. Обобщенный метод наименьших квадратов   | 152            |
| 7.3. Гетероскедастичность пространственной выборки   | 155            |
| 7.4. Тесты на гетероскедастичность   | 157            |
| 7.5. Устранение гетероскедастичности   | 163            |
| 7.6. Автокорреляция остатков временного ряда. Положительная и отрицательная автокорреляция       | 167            |
| 7.7. Авторегрессия первого порядка. Статистика Дарбина—Уотсона                                   | 170            |
| 7.8. Тесты на наличие автокорреляции   | 174            |
| 7.9. Устранение автокорреляции. Идентификация временного ряда                                    | 178            |
| 7.10. Авторегрессионная модель первого порядка   | 181            |
| 7.11. Доступный (обобщенный) метод наименьших квадратов  | 185            |
| Упражнения   | 188            |
| <br><b>Глава 8. Регрессионные динамические модели</b>  | <br><b>191</b> |
| 8.1. Стохастические регрессоры   | 191            |
| 8.2. Метод инструментальных переменных   | 196            |
| 8.3. Оценивание моделей с распределенными лагами. Обычный метод наименьших квадратов             | 199            |
| 8.4. Оценивание моделей с распределенными лагами. Нелинейный метод наименьших квадратов          | 202            |

|   |            |
|---|------------|
| 8.5. Оценивание моделей с лаговыми переменными.<br>Метод максимального правдоподобия    | 204        |
| 8.6. Модель частичной корректировки   | 205        |
| 8.7. Модель адаптивных ожиданий   | 206        |
| 8.8. Модель потребления Фридмена  | 210        |
| 8.9. Автокорреляция ошибок в моделях<br>со стохастическими регрессорами                 | 212        |
| 8.10. GARCH-модели  | 214        |
| 8.11. Нестационарные временные ряды   | 217        |
| Упражнения  | 221        |
| <b>Глава 9. Системы одновременных уравнений</b>   | <b>223</b> |
| 9.1. Общий вид системы одновременных уравнений.<br>Модель спроса и предложения          | 223        |
| 9.2. Косвенный метод наименьших квадратов   | 225        |
| 9.3. Проблемы идентифицируемости  | 229        |
| 9.4. Метод инструментальных переменных  | 232        |
| 9.5. Одновременное оценивание регрессионных<br>уравнений. Внешне не связанные уравнения | 235        |
| 9.6. Трехшаговый метод наименьших квадратов   | 238        |
| 9.7. Экономически значимые примеры систем<br>одновременных уравнений                    | 239        |
| Упражнения  | 241        |
| <b>Глава 10. Проблемы спецификации модели</b>   | <b>242</b> |
| 10.1. Выбор одной из двух классических моделей.<br>Теоретические аспекты                | 242        |
| 10.2. Выбор одной из двух классических моделей.<br>Практические аспекты                 | 246        |
| 10.3. Спецификация модели пространственной<br>выборки при наличии гетероскедастичности  | 248        |
| 10.4. Спецификация регрессионной модели<br>временных рядов                              | 251        |
| 10.5. Важность экономического анализа   | 253        |
| Упражнения  | 255        |
| <b>Глава 11. Модели с различными типами<br/>выборочных данных</b>                       | <b>257</b> |
| 11.1. Статистические модели с панельными данными  | 257        |
| 11.2. Межгрупповые оценки с панельными данными  | 259        |

|  |            |
|--|------------|
| 11.3. Модели с фиксированным и случайным эффектами                                     | 260        |
| 11.4. Оценивание модели с фиксированным эффектом                                       | 261        |
| 11.5. Оценивание модели со случайным эффектом  | 263        |
| 11.6. Проблема выбора модели с панельными данными                                      | 264        |
| 11.7. Бинарные модели с дискретными зависимыми переменными                             | 267        |
| 11.8. Probit- и logit-модели   | 268        |
| 11.9. Дискретные модели с панельными данными   | 271        |
| 11.10. Выборка с ограничениями   | 272        |
| Упражнения   | 273        |
| <b>Приложения</b>  | <b>275</b> |
| <b>Глава 12. Элементы линейной алгебры</b>   | <b>275</b> |
| 12.1. Матрицы  | 275        |
| 12.2. Определитель и след квадратной матрицы   | 278        |
| 12.3. Обратная матрица   | 281        |
| 12.4. Ранг матрицы и линейная зависимость ее строк (столбцов)                          | 283        |
| 12.5. Система линейных уравнений   | 285        |
| 12.6. Векторы  | 286        |
| 12.7. Собственные векторы и собственные значения квадратной матрицы                    | 288        |
| 12.8. Симметрические, положительно определенные, ортогональные и идемпотентные матрицы | 289        |
| 12.9. Блочные матрицы. Произведение Кронекера  | 291        |
| 12.10. Матричное дифференцирование   | 293        |
| Упражнения   | 294        |
| <b>Глава 13. Эконометрические компьютерные пакеты</b>                                  | <b>296</b> |
| 13.1. Оценивание модели с помощью компьютерных программ                                | 296        |
| 13.2. Метод Монте-Карло  | 302        |
| Упражнения   | 304        |
| <b>Литература</b>  | <b>306</b> |
| <b>Математико-статистические таблицы</b>   | <b>308</b> |
| <b>Предметный указатель</b>  | <b>316</b> |