

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ
ПРИ ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АКАДЕМИЧЕСКИЙ УЧЕБНИК

Уильям Г. Грин

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Книга 1



Уильям Г. Грин

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Книга 1

*Перевод с английского под научной редакцией
С.С. Синельникова и М. Ю. Турунцевой*

Рекомендуется Российской академией народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации в качестве учебника для студентов, обучающихся по экономическим направлениям и специальностям, а также для студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантов, преподавателей экономических факультетов вузов. (Основание – приказ Министерства образования и науки №130 от 22 февраля 2012 г.)



Москва • 2016

УДК 330.4
ББК 65.05
Г85

Перевод с английского:

А. В. Ходырев (главы 1–4), А. С. Степанов (главы 5–6, 12–13),
С. С. Синельников (главы 7–8), Б. Н. Гафаров (главы 9, 17),
Ю. В. Набатова (главы 10–11), В. В. Громов (главы 14–16),
Ю. Ю. Пономарёв (главы 18–19), Е. В. Синельникова (главы 20–21),
А. В. Божечкова (приложения)

Грин, Уильям Г.

Г85 Эконометрический анализ. Книга 1 / Уильям Грин; пер. с англ.; под науч. ред. С. С. Синельникова и М. Ю. Турунцева. — М. : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2016. — 760 с. (Академический учебник).

ISBN 978-5-7749-0959-9 (общ.)

ISBN 978-5-7749-1157-8 (кн. 1)

«Эконометрический анализ» является учебником по эконометрике магистерского уровня, в нем рассмотрены все основные разделы, включаемые в современные курсы эконометрики. Он представляет собой попытку соединить введение в область эконометрики и профессиональную литературу для студентов и аналитиков, изучающих социальные науки и специализирующихся на прикладной эконометрике и ее теоретических основах. Книга дает широкий обзор различных областей эконометрики, что позволяет читателю перейти от их изучения к решению практических задач в одной или нескольких областях. Читатель имеет возможность ознакомиться и с базовыми понятиями различных областей эконометрики, представленных в книге, и с теми, которые ему необходимы на практике.

УДК 330.43
ББК 65.05

ISBN 978-5-7749-0959-9 (общ.)

ISBN 978-5-7749-1157-8 (кн. 1)

Authorized translation from the English language edition, entitled ECONOMETRIC ANALYSIS, 7th Edition; ISBN 0131395386; by GREENE, WILLIAM H.; published by Pearson Education, Inc.; publishing as Prentice Hall; Copyright © 2012 Pearson Education Limited

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc. RUSSIAN language edition published by DELO PUBLISHERS. Copyright © 2013

Лицензированный перевод английского издания под названием ECONOMETRIC ANALYSIS, 7th Edition; ISBN 0131395386; под авторством GREENE, WILLIAM H., опубликованного Pearson Education, Inc. под маркой Prentice Hall; Copyright © 2012 Pearson Education Limited

Все права защищены. Ни одна часть настоящей книги не может быть распространена или передана ни в каком виде и никакими средствами, электронными или механическими, включая фотокопирование, запись или любые информационно-поисковые системы, без разрешения от Pearson Education, Inc. Издание на русском языке выпущено Издательским домом «Дело». Copyright © 2013

© ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2016

Оглавление

Предисловие к русскому изданию	xiii
Предисловие	xiv
Глава 1. Эконометрика	1
1.1. Введение	1
1.2. Парадигма эконометрики	1
1.3. Практическая эконометрика	4
1.4. Эконометрическое моделирование	5
1.5. План книги	9
1.6. Предварительные замечания	11
1.6.1. Численные примеры	11
1.6.2. Компьютерное обеспечение и воспроизводимость результатов ..	11
1.6.3. Соглашения об обозначениях	12
Глава 2. Модель линейной регрессии	13
2.1. Введение	13
2.2. Модель линейной регрессии	15
2.3. Предположения модели линейной регрессии	19
2.3.1. Линейность модели регрессии	19
2.3.2. Полный ранг	23
2.3.3. Регрессия	25
2.3.4. Сферические шоки	27
2.3.5. Процесс порождения данных для регрессоров	28
2.3.6. Нормальность	29
2.3.7. Независимость	29
2.4. Заключение	30
Глава 3. Метод наименьших квадратов	32
3.1. Введение	32
3.2. Регрессия наименьших квадратов	32
3.2.1. Вектор коэффициентов метода наименьших квадратов	33
3.2.2. Приложение: уравнение инвестиций	34
3.2.3. Алгебраические свойства оценки наименьших квадратов	37
3.2.4. Проекция	37
3.3. Раздельная и частичная регрессии	38
3.4. Частичная регрессия и частные коэффициенты корреляции	42
3.5. Качество приближения и анализ разброса	46
3.5.1. Скорректированный R-квадрат и меры качества подгонки	50
3.5.2. R-квадрат и константа в модели	52
3.5.3. Сравнение моделей	52
3.6. Линейные преобразования регрессий	54
3.7. Заключение	55
Глава 4. Оценки методом наименьших квадратов	60
4.1. Введение	60
4.2. Почему именно метод наименьших квадратов?	61
4.2.1. Условия ортогональности генеральной совокупности	61
4.2.2. Предиктор, минимизирующий среднеквадратичную ошибку ..	62
4.2.3. Линейная несмещенная оценка с минимальной дисперсией ..	63
4.3. Свойства метода наименьших квадратов на конечных выборках	65

4.3.1. Несмещенность оценки	65
4.3.2. Смещение, вызванное пропущенными значимыми переменными	66
4.3.3. Включение лишних переменных	68
4.3.4. Дисперсия оценки наименьших квадратов	69
4.3.5. Теорема Гаусса–Маркова	70
4.3.6. Особенности стохастических регрессоров	71
4.3.7. Оценки дисперсии методом наименьших квадратов	72
4.3.8. Предположение о нормальности	73
4.4. Свойства оценок наименьших квадратов на больших выборках	74
4.4.1. Состоятельность оценки наименьших квадратов коэффициента β	74
4.4.2. Асимптотическая нормальность оценок наименьших квадратов	77
4.4.3. Состоятельность s^2 и построение оценки для $\text{Asy. Var}[\mathbf{b}]$	78
4.4.4. Асимптотическое распределение функций от \mathbf{b} : дельта-метод	79
4.4.5. Асимптотическая эффективность	82
4.4.6. Оценка максимального правдоподобия	86
4.5. Интервальные оценки	88
4.5.1. Построение доверительного интервала для коэффициента линейной регрессии	89
4.5.2. Построение доверительных интервалов для больших выборок	91
4.5.3. Доверительные интервалы для линейных комбинаций коэффициентов: разложение Охака	93
4.6. Предсказание и прогнозирование	94
4.6.1. Доверительные интервалы для предсказаний	95
4.6.2. Предсказание y , если уравнение регрессии описывает логарифм y	96
4.6.3. Доверительный интервал для предсказания y в случаях, когда уравнение регрессии описывает логарифм y	97
4.6.4. Прогнозирование	102
4.7. Проблемы в данных	103
4.7.1. Мультиколлинеарность	104
4.7.2. Предварительное оценивание	107
4.7.3. Метод главных компонент	108
4.7.4. Пропущенные значения и пополнение данных	110
4.7.5. Ошибки измерения	114
4.7.6. Влиятельные наблюдения и выбросы	116
4.8. Заключение и выводы	120
Глава 5. Тестирование гипотез и выбор спецификации	127
5.1. Введение	127
5.2. Методология тестирования гипотез	127
5.2.1. Ограничения и гипотезы	128
5.2.2. Вложенные модели	129
5.2.3. Процедуры тестирования — методология Неймана–Пирсона	130
5.2.4. Размер, мощность и состоятельность теста	131
5.2.5. Методологическая дилемма: байесовское тестирование против классического	132
5.3. Два подхода к тестированию гипотез	133
5.4. Тест Вальда	135
5.4.1. Тестирование гипотез о коэффициенте	135
5.4.2. F-статистика и отклонение метода наименьших квадратов	138
5.5. Тестирование ограничений с использованием показателей качества регрессии	142
5.5.1. Оценка наименьших квадратов с ограничениями	143
5.5.2. Потеря в качестве подгонки оценки наименьших квадратов с ограничениями	144

5.5.3. Тестирование значимости регрессии	148
5.5.4. Вывод ограничений и замечание об использовании R^2	149
5.6. Ошибки, не являющиеся нормально распределенными, и асимптотические тесты	150
5.7. Тестирование нелинейных ограничений	155
5.8. Выбор между невложенными моделями	158
5.8.1. Тестирование невложенных гипотез	159
5.8.2. Принцип охвата	160
5.8.3. Полная модель — J-тест	161
5.9. Тестирование спецификации модели	162
5.10. Построение модели — подход от общего к частному	164
5.10.1. Критерии выбора модели	165
5.10.2. Выбор модели	166
5.10.3. Классический подход к выбору модели	166
5.10.4. Байесовское усреднение моделей	167
5.11. Заключение и выводы	169
Глава 6. Функциональная форма и структурный сдвиг	177
6.1. Введение	177
6.2. Использование бинарных переменных	177
6.2.1. Бинарные переменные в регрессии	178
6.2.2. Случай нескольких фиктивных переменных	180
6.2.3. Случай нескольких групп	182
6.2.4. Пороговые эффекты и индикаторные переменные	184
6.2.5. Эффекты воздействия и регрессия «разности разностей»	185
6.3. Нелинейность в переменных	188
6.3.1. Кусочно-линейная регрессия	189
6.3.2. Функциональные формы	190
6.3.3. Эффект взаимодействия	192
6.3.4. Выявление нелинейности	193
6.3.5. Внутренне линейные модели	197
6.4. Моделирование и тестирование структурного сдвига	200
6.4.1. Различные векторы параметров	201
6.4.2. Недостаточное число наблюдений	202
6.4.3. Изменение части коэффициентов	203
6.4.4. Тесты на структурное изменение при различных дисперсиях	204
6.4.5. Тестирование стабильности модели при помощи теста на предсказательную силу	209
6.5. Заключение и выводы	210
Глава 7. Нелинейная, полупараметрическая и непараметрическая модели регрессии	217
7.1. Введение	217
7.2. Нелинейные регрессионные модели	218
7.2.1. Предположения нелинейной регрессионной модели	219
7.2.2. Нелинейная оценка наименьших квадратов	221
7.2.3. Асимптотические свойства оценки нелинейным методом наименьших квадратов	223
7.2.4. Проверка гипотез и ограничения на параметры	226
7.2.5. Примеры	229
7.2.6. Вычисление оценки нелинейным методом наименьших квадратов	241
7.3. Медианная и квантильная регрессии	244
7.3.1. Оценка методом наименьших абсолютных отклонений	246
7.3.2. Модели квантильных регрессий	249
7.4. Частично линейная регрессия	253
7.5. Непараметрическая регрессия	255
7.6. Заключение и выводы	259

Глава 8. Эндогенность и метод инструментальных переменных	264
8.1. Введение	264
8.2. Предположения расширенной модели	269
8.3. Оценка	272
8.3.1. Метод наименьших квадратов	272
8.3.2. Оценка методом инструментальных переменных	272
8.3.3. Причины, приводящие к методу инструментальных переменных	274
8.3.4. Двухшаговый метод наименьших квадратов	278
8.4. Два теста на спецификацию модели	283
8.4.1. Тесты Хаусмана и Ву на спецификацию модели	284
8.4.2. Тест на сверхидентифицирующие ограничения	289
8.5. Ошибка измерения	291
8.5.1. Недооценка метода наименьших квадратов	291
8.5.2. Оценка методом инструментальных переменных	294
8.5.3. Прокси-переменные	294
8.6. Оценка нелинейным методом инструментальных переменных	299
8.7. Слабые инструменты	303
8.8. Естественные эксперименты и поиск причинно-следственных связей	306
8.9. Заключение и выводы	310
Глава 9. Обобщенная регрессионная модель и гетероскедастичность	313
9.1. Введение	313
9.2. Неэффективность оценок методами наименьших квадратов и инструментальных переменных	315
9.2.1. Свойства МНК в конечных выборках	315
9.2.2. Асимптотические свойства МНК	316
9.2.3. Устойчивая оценка асимптотической ковариационной матрицы	318
9.2.4. Метод инструментальных переменных	320
9.3. Эффективное оценивание обобщенным методом наименьших квадратов	321
9.3.1. Обобщенный метод наименьших квадратов (ОМНК, GLS)	322
9.3.2. Доступный обобщенный метод наименьших квадратов (ДОМНК, FGLS)	324
9.4. Гетероскедастичность и взвешенный метод наименьших квадратов	326
9.4.1. Обычный метод наименьших квадратов	328
9.4.2. Неэффективность обычного метода наименьших квадратов	328
9.4.3. Оцененная ковариационная матрица \mathbf{b}	329
9.4.4. Оценка подходящей ковариационной матрицы для метода наименьших квадратов	331
9.5. Тесты на гетероскедастичность	334
9.5.1. Общий тест Уайта	335
9.5.2. LM-тест Бройша–Пэгана/Тодфри	336
9.6. Взвешенный метод наименьших квадратов	338
9.6.1. Взвешенный метод наименьших квадратов с известной матрицей Ω	338
9.6.2. Оценка при условии, что матрица Ω содержит неизвестные параметры	340
9.7. Приложения	341
9.7.1. Мультипликативная гетероскедастичность	341
9.7.2. Групповая гетероскедастичность	344
9.8. Заключение и выводы	347
Глава 10. Системы уравнений	354
10.1. Введение	354
10.2. Системы внешне не связанных уравнений	356

10.2.1. Обобщенный метод наименьших квадратов	357
10.2.2. Системы внешне не связанных уравнений с одинаковыми регрессорами	359
10.2.3. Допустимый обобщенный метод наименьших квадратов (ДОМНК, FGLS)	360
10.2.4. Проверка гипотез	361
10.2.5. Тест на спецификацию для систем внешне не связанных уравнений	362
10.2.6. Объединенная модель	364
10.3. Обобщенные модели внешне не связанных регрессий.	369
10.4. Нелинейные системы уравнений	370
10.5. Системы уравнений спроса: вырожденные системы	374
10.5.1. Функция издержек Кобба-Дугласа	375
10.5.2. Гибкие функциональные формы: транслогарифмическая функция издержек.	379
10.6. Модели одновременных уравнений	383
10.6.1. Системы уравнений	384
10.6.2. Общие замечания для моделей линейных одновременных уравнений	387
10.6.3. Проблема идентификации	391
10.6.4. Оценка одного уравнения и проверка гипотез	397
10.6.5. Методы оценки систем уравнений	400
10.6.6. Тестирование при наличии слабых инструментальных переменных	405
10.7. Заключение и выводы	408
Глава 11. Модели панельных данных	417
11.1. Введение	417
11.2. Модели панельных данных	418
11.2.1. Общие подходы к моделированию панельных данных.	420
11.2.2. Структуры модели.	421
11.2.3. Расширения	422
11.2.4. Сбалансированные и несбалансированные панели	423
11.2.5. Доброкачественные панельные данные	423
11.3. Объединенная регрессионная модель	424
11.3.1. Оценка объединенной модели методом наименьших квадратов	425
11.3.2. Устойчивая оценка ковариационной матрицы	425
11.3.3. Кластеризация и стратификация	428
11.3.4. Устойчивое оценивание с использованием группового среднего значения	430
11.3.5. Оценка в первых разностях.	432
11.3.6. Внутри- и межгрупповые оценки.	433
11.4. Модель с фиксированными эффектами.	437
11.4.1. Оценки методом наименьших квадратов	438
11.4.2. Асимптотики при малых T	440
11.4.3. Проверка значимости групповых эффектов	441
11.4.4. Фиксированные временные и групповые эффекты	441
11.4.5. Постоянные во времени переменные и декомпозиция вектора фиксированных эффектов	443
11.5. Случайные эффекты	449
11.5.1. Оценка методом наименьших квадратов.	453
11.5.2. Обобщенный метод наименьших квадратов.	454
11.5.3. Допустимый обобщенный метод наименьших квадратов при неизвестной матрице Σ	455
11.5.4. Проверка гипотез для случайных эффектов	457
11.5.5. Тест на спецификацию Хаусмана для модели со случайными эффектами	461

11.5.6. Расширение модели с ненаблюдаемыми эффектами: подход Мундлака	463
11.5.7. Расширение моделей с фиксированными и случайными эффектами: подход Чемберлена	465
11.6. Несферические шоки и устойчивые оценки ковариационной матрицы	470
11.6.1. Устойчивые оценки модели с фиксированными эффектами	470
11.6.2. Гетероскедастичность в модели со случайными эффектами	471
11.6.3. Автокорреляция в моделях панельных данных	472
11.6.4. Кластерные (и панельные) устойчивые ковариационные матрицы для оценок с фиксированными и случайными эффектами	473
11.7. Пространственная автокорреляция	475
11.8. Эндогенность	481
11.8.1. Оценка инструментальных переменных Хаусмана–Тейлора	481
11.8.2. Состоятельная оценка динамических моделей панельных данных: ГУ-оценка Андерсона–Хсяо	486
11.8.3. Эффективная оценка динамических моделей панельных данных: метод Ареллано–Бонда	489
11.8.4. Нестационарные временные ряды и модели панельных данных	498
11.9. Нелинейная регрессия с панельными данными	501
11.9.1. Устойчивая ковариационная матрица для нелинейного метода наименьших квадратов	501
11.9.2. Фиксированные эффекты	503
11.9.3. Случайные эффекты	505
11.10. Системы уравнений	506
11.11. Неоднородность параметров	508
11.11.1. Модель со случайными коэффициентами	508
11.11.2. Иерархическая линейная модель	511
11.11.3. Неоднородность параметров и динамические модели панельных данных	514
11.12. Заключение и выводы	519
Глава 12. Подходы к оцениванию в эконометрике	527
12.1. Введение	527
12.2. Параметрические методы оценки и тестирование статистических гипотез	529
12.2.1. Классический подход к оценке, основанный на функции правдоподобия	530
12.2.2. Моделирование совместных распределений копула-функциями	532
12.3. Полупараметрические методы оценки	536
12.3.1. ОММ-оценка в эконометрике	537
12.3.2. Оценка методом максимального эмпирического правдоподобия	537
12.3.3. Оценка методом наименьших абсолютных отклонений и квантильная регрессия	539
12.3.4. Ядерные методы оценки	540
12.3.5. Сравнение параметрического и полупараметрического анализа	541
12.4. Непараметрические методы оценки	543
12.4.1. Ядерная оценка плотности	543
12.5. Свойства оценок	547
12.5.1. Статистические свойства оценок	547
12.5.2. Экстремальные оценки	548
12.5.3. Предположения для асимптотических свойств экстремальных оценок	549
12.5.4. Асимптотические свойства оценок	552

12.5.5. Тестирование гипотез	553
12.6. Заключение и выводы	554
Глава 13. Оценка методом наименьшего расстояния и обобщенным методом моментов	556
13.1. Введение	556
13.2. Состоятельная оценка: метод моментов	558
13.2.1. Случайные выборки и оценка параметров распределений	559
13.2.2. Асимптотические свойства оценки метода моментов	563
13.2.3. Заключение — метод моментов	566
13.3. Оценка методом наименьшего расстояния	566
13.4. Оценка обобщенным методом моментов (GMM)	572
13.4.1. Оценивание на основе условий ортогональности	572
13.4.2. Обобщение метода моментов	574
13.4.3. Свойства GMM-оценки	579
13.5. Тестирование гипотез в контексте GMM	584
13.5.1. Тестирование обоснованности моментных ограничений	585
13.5.2. GMM-аналоги для тестов Вальда, множителей Лагранжа и отношения правдоподобия	586
13.6. GMM-оценка эконометрических моделей	588
13.6.1. Линейные модели для одного уравнения	589
13.6.2. Нелинейные модели регрессии	595
13.6.3. Системы внешне не связанных уравнений	599
13.6.4. Модели одновременных уравнений с гетероскедастичностью	600
13.6.5. GMM-оценка динамических моделей панельных данных	604
13.7. Заключение и выводы	616
Глава 14. Метод максимального правдоподобия	620
14.1. Введение	620
14.2. Функция правдоподобия и идентификация параметров	620
14.3. Эффективное оценивание: принцип максимального правдоподобия	623
14.4. Свойства оценок максимального правдоподобия	625
14.4.1. Условия регулярности	627
14.4.2. Свойства регулярных распределений	627
14.4.3. Уравнение правдоподобия	629
14.4.4. Информационное равенство	630
14.4.5. Асимптотические свойства оценки методом максимального правдоподобия	630
14.4.6. Оценка асимптотической дисперсии оценки методом максимального правдоподобия	635
14.5. Условные функции правдоподобия, эконометрические модели и GMM-оценка	637
14.6. Тестирование гипотез и спецификации модели и показатели качества подгонки модели	639
14.6.1. Критерий отношения правдоподобия	641
14.6.2. Критерий Вальда	643
14.6.3. Критерий множителей Лагранжа	645
14.6.4. Применение критериев, основанных на правдоподобии	647
14.6.5. Сравнение моделей и вычисление качества подгонки модели	649
14.6.6. Тест Вуонга и информационный критерий Кульбака–Лейблера	651
14.7. Двухшаговая оценка методом максимального правдоподобия	653
14.8. Оценка методом квазimaxимального правдоподобия и устойчивые асимптотические ковариационные матрицы	661
14.8.1. Максимальное правдоподобие и GMM-оценки	661
14.8.2. Максимальное правдоподобие и M-оценки	662

14.8.3. «Сэндвич»-оценки	664
14.8.4. Кластерные оценки	665
14.9. Модели, оцениваемые методом максимального правдоподобия	668
14.9.1. Нормальная модель линейной регрессии	669
14.9.2. Обобщенная регрессионная модель	673
14.9.3. Модель внешне не связанных регрессий	683
14.9.4. Модели одновременных уравнений	691
14.9.5. Оценка моделей нелинейной регрессии методом максимального правдоподобия	692
14.9.6. Модели панельных данных	700
14.10. Модели скрытых классов и модели смеси распределений с конечным числом значений параметра	719
14.10.1. Модель смеси распределений	720
14.10.2. Измеренная и неизмеренная гетерогенность	722
14.10.3. Предсказание принадлежности к классу	723
14.10.4. Условная модель скрытого класса	724
14.10.5. Определение числа классов	727
14.10.6. Модель панельных данных	727
14.11. Заключение и выводы	732