

УДК 330.43(075)

ББК 65в6

А36



Подготовлено при содействии НФПК —  
Национального фонда подготовки кадров в рамках  
программы «Совершенствование преподавания  
социально-экономических дисциплин в вузах»

**Рецензенты:**

заведующий кафедрой математического моделирования  
экономических систем ННГУ им. Н.И. Лобачевского  
доктор физико-математических наук, профессор *Ю.А. Кузнецов*;  
доцент кафедры экономической теории Нижегородского коммерческого  
института кандидат физико-математических наук *В.П. Максаков*

ISBN 5-7598-0332-8

© Аистов А.В., 2006

© Максимов А.Г., 2006

© Оформление. Издательский дом  
ГУ ВШЭ, 2006

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

<b>Предисловие</b> .....	6
<b>Глава 1. Что такое эконометрика</b> .....	10
1.1. Возможности эконометрики .....	10
1.2. Схема проведения исследования .....	13
<b>Глава 2. Классическая модель</b> .....	25
2.1. Метод наименьших квадратов .....	26
2.2. Смысл коэффициентов регрессии .....	26
<b>Глава 3. Коэффициент детерминации</b> .....	28
3.1. Скорректированный коэффициент детерминации .....	30
<b>Глава 4. Проверка гипотез</b> .....	33
4.1. Основные правила .....	34
4.2. Оценка значимости коэффициентов регрессии .....	35
4.3. Значимость коэффициента парной корреляции (к вопросу о сильной коллинеарности) .....	37
4.4. Ограничения на использование $t$ -теста .....	39
4.5. $F$ -тест на общую значимость уравнения регрессии .....	41
4.6. Другие приложения $F$ -теста .....	42
<b>Глава 5. Спецификация модели</b> .....	44
5.1. Выбор независимых переменных .....	44
5.1.1. Пропущенные переменные .....	45
5.1.2. Несущественные переменные .....	48
5.1.3. Тесты и критерии .....	49

5.2. Выбор функциональной формы .....	54
5.2.1. Quasi- $R^2$ .....	54
5.2.2. Тест Бокса — Кокса .....	55
5.2.3. Нелинейные относительно коэффициентов регрессии .....	56
5.3. Недостатки широко распространенных методов поиска спецификации .....	57
5.3.1. Добыча данных .....	58
5.3.2. Пошаговые регрессионные процедуры .....	58
5.3.3. Последовательный поиск спецификации .....	59
 <b>Глава 6. Нарушения предпосылок классической модели .....</b>	 <b>60</b>
6.1. Мультиколлинеарность .....	60
6.1.1. Последствия мультиколлинеарности .....	62
6.1.2. Признаки сильной мультиколлинеарности .....	63
6.1.3. Рекомендации .....	66
6.2. Автокорреляция .....	67
6.2.1. Последствия автокорреляции .....	69
6.2.2. Диагностика автокорреляции .....	70
6.2.3. Рекомендации .....	73
6.3. Гетероскедастичность .....	76
6.3.1. Последствия гетероскедастичности .....	77
6.3.2. Диагностика гетероскедастичности .....	78
6.3.3. Рекомендации .....	82
 <b>Глава 7. Модели с распределенными лагами .....</b>	 <b>86</b>
7.1. Лаговая структура Койка .....	87
7.2. Полиномиально распределенный лаг Алмон .....	94
7.3. Примеры .....	96
 <b>Глава 8. Модели выбора .....</b>	 <b>99</b>
8.1. Модели с бинарной зависимой переменной .....	99
8.1.1. Линейная вероятностная модель .....	100
8.1.2. Logit-модель .....	101
8.1.3. Probit-модель .....	103
8.2. Некоторые модели множественного выбора .....	104

<b>Глава 9. Системы уравнений</b> .....	106
9.1. Структурные и приведенные уравнения .....	106
9.2. Двухшаговый метод наименьших квадратов .....	108
9.3. Проблема идентификации .....	110
<b>Глава 10. Прогнозы и предсказания</b> .....	114
10.1. Предсказания в традиционных регрессионных моделях .....	114
10.2. Модели ARMA, ARIMA .....	119
10.2.1. Спецификация и оценка моделей .....	121
10.2.2. Предсказания .....	123
<b>Вопросы и задания</b> .....	125
<b>Практические советы</b> .....	147
Краткая характеристика ключевых понятий и проблем .....	147
Формы самостоятельной работы .....	150
<b>Приложение</b> .....	159
<b>Библиографический список</b> .....	171

# ПРЕДИСЛОВИЕ

---

Пособие написано в несколько своеобразном стиле, не свойственном традиционным книгам по эконометрике. Исторически сложилось так, что среди авторов изданий по точным разделам экономической науки преобладают люди, имеющие богатый опыт проведения научных исследований и хорошо владеющие математическим аппаратом. Выбранный ими язык изложения основных принципов эконометрики вполне естествен. Он естествен для читателей, столь же «введливых» и «фундаментальных», как и сами авторы, для тех, кто желает разобраться в ограничениях, накладываемых на используемые модели, понять, как можно усовершенствовать модели с точки зрения приближения к «абсолютной истине», раздвинуть рамки их применения и более точно описать реальный мир. Однако излишне подробное изложение отдельных деталей, в том числе и математических тонкостей, иногда препятствует формированию правильного восприятия предмета в целом. Поэтому иногда возникает желание прослушать учебный курс целиком в конспективном стиле после подробного фундаментального изучения отдельных его разделов. Кроме этого, чисто математический способ изложения, пусть даже такого предмета, как эконометрика, не совсем удобен, потому что далеко не все мыслят на языке формул. Иногда хочется услышать простое словесное описание того, какие действия и для чего выполняются, какая цель при этом достигается и с какими недостатками разных методов оценивания параметров моделей приходится мириться.

Пособие написано в конспективном обобщающем стиле. Оно более похоже на справочное руководство, позволяющее в сжатом виде познакомиться с начальным курсом эконометрики, и рассчитано на читателя, который не любит следить за развитием сюжета в затянувшемся сериале, а хочет понять почти все и сразу (возможно, не углубляясь в отдельные технические аспекты, оставляя их на потом). Мы

постарались акцентировать внимание читателя на вопросах: что нужно сделать для того, чтобы...; что может получиться, если действовать следующим образом...

С учетом сказанного, мы предлагаем делающим только первые шаги в освоении искусства эконометрики или изучающим начальный курс в университете сопровождать чтение данного пособия параллельным изучением того учебника, который рекомендует преподаватель курса эконометрики. Поскольку наша книга нацелена на формирование правильного алгоритма использования инструментария эконометрики, в нее не включены строгие математические выкладки. Для тех, кто уже прослушал этот курс, пособие может пригодиться в качестве справочника, позволяющего начинающему аналитику быстрее сформировать схему построения эмпирических моделей. Прежде чем погружаться в справочный раздел той компьютерной оболочки, в которой работает исследователь, полезно освежить знания основ эконометрики, руководствуясь данным пособием. Это поможет быстрее сформулировать соответствующие гипотезы и проверить их. Кроме того, пособие может быть полезно в качестве обобщающего описания начального курса эконометрики студентам «в ночь перед экзаменом», когда необходимо быстро просмотреть все основные разделы, «разложить все по полочкам» и спокойно идти на экзамен, зная, какая тема (проблема) к какому разделу эконометрики относится, и понимая, для чего она вообще включена в курс эконометрики.

В главе 1 дано определение эконометрики и отражена основная идея эконометрического исследования на примере простейшей линейной модели. Указано, на что следует обратить особое внимание.

В главе 2, в соответствии с уже сложившейся традицией в рамках курса параметрической точной эконометрики, описана классическая модель и поясняется смысл коэффициентов регрессии. На наш взгляд, несмотря на краткость изложения, это один из важных разделов данного пособия. Опыт преподавания начального курса эконометрики показывает, что, к сожалению, большинство студентов экономических вузов на экзамене забывают, ради чего, собственно, выполняют эконометрическое исследование. Иногда с удивлением при-

ходится наблюдать, как они пишут сложные формулы, при этом не могут объяснить, с какой целью выполняют те или иные оценки. Перечитайте, пожалуйста, еще раз этот раздел. Обычно эти темы прорабатываются в самом начале курса эконометрики и через полгода изучения курса они вытесняются из сознания другими знаниями. Вернитесь к этому разделу еще раз, если это ваше первое изучение курса эконометрики.

В главе 3 описан коэффициент детерминации — один из способов оценки качества подгонки регрессии. Хотя, по нашему глубокому убеждению, повышение значения этого коэффициента — не самоцель эконометрического исследования, многие исследователи по-прежнему уделяют ему повышенное внимание.

В главе 4 изложены основные правила проверки гипотез — мощного инструмента эконометрики при правильном его использовании. С учетом обычно низкого качества данных проверка гипотез часто остается наиболее убедительным способом получения важных для практического использования результатов. При этом сохраняется вера в правильность полученных выводов, даже когда интервальные оценки соответствующих параметров разочаровывают слишком большим разбросом значений. В рассматриваемой главе приведены примеры  $t$ - и  $F$ -тестов и описаны ограничения на их использование.

Глава 5 будет интересна начинающим исследователям и специалистам, имеющим опыт эмпирических исследований. Мы надеемся, что и тем, и другим будет полезно узнать (вспомнить) простые известные приемы выбора спецификации модели.

Далее изложение следует традиционной схеме преподавания курса эконометрики — в главе 6 описаны нарушения некоторых условий классической модели, проявляющиеся в виде автокорреляции, гетероскедастичности и сильной мультиколлинеарности. Описаны их признаки и тесты для более точного выявления, отрицательные последствия, методы выполнения оценок при обнаружении указанных нарушений.

В главе 7 отражены модели с распределенными лагами, позволяющие учесть распределение откликов на отдельные события во времени. В главе 8 описаны простейшие модели выбора. Далее, в главе 9,

изложены простейшие идеи оценки параметров, входящих в системы одновременных уравнений. В главе 10 сформулировано выполнение прогнозов как в традиционных моделях, так и в моделях временных рядов.

Приводятся вопросы и задания, позволяющие более глубоко разобраться и осмыслить пройденный материал, а также кратко описаны ключевые понятия и проблемы. Упор сделан на описание последствий, к которым могут привести некоторые нарушения спецификации и условий классической модели.

Отдельно изложены требования к эссе, реферату, курсовой работе и приведен список тем для самостоятельной работы.

Изложение завершают таблицы статистических распределений.

Авторы выражают благодарность координаторам проекта ГУ ВШЭ НФПК «Преподавание теоретических основ экономической политики государства и фирмы» за поддержку в написании пособия.



# 1

## глава

---

## ЧТО ТАКОЕ ЭКОНОМЕТРИКА

Последуем примеру одного из классиков эконометрики — Вильяма Грина (William H. Greene) — и в качестве определения данной науки напомним задачи, опубликованные Эконометрическим обществом в первом выпуске своего журнала [48; 55]:

- унифицирование теоретико-количественных и эмпирико-количественных подходов к решению экономических проблем;
- развитие методов конструктивного точного анализа этих проблем, подобных существующим в естественных науках.

Р. Фрич (R. Frich) подчеркивает, что ни один из следующих подходов, взятых в отдельности:

- статистика;
- экономическая теория;
- математика —

не представляет собой эконометрику [48]. Эконометрика объединяет и использует достижения всех перечисленных выше наук для выявления количественных взаимосвязей в экономической жизни общества.

Эконометрические методы исследования в настоящее время находят применение не только в экономике, но и в социологии, психологии, медицине, физике и других науках.

### 1.1

---

## Возможности эконометрики

С гносеологической точки зрения эконометрику можно представить связующим звеном — мостом между экономической теорией и прак-

тикой. Опорами этого моста являются математический аппарат и статистические методы анализа (с использованием вычислительной техники). Движение по мосту происходит в обе стороны. Благодаря эконометрике осуществляется обмен информацией между этими взаимоисключающими и взаимодополняющими друг друга («инь» и «ян») сторонами нашей жизни. Она играет немаловажную роль во взаимообогащении и взаимном развитии как теории, так и практики. Эконометрика помогает уточнить наши представления об окружающей действительности и развить теоретические модели, т.е. происходит процесс познания мира. С помощью эконометрики выбирают оптимальные инструменты управления окружающей действительностью, достигают экономических и политических целей.

Перечисленные выше возможности эконометрика реализует с помощью следующих инструментов: *количественной оценки экономических взаимосвязей, статистического тестирования гипотез и прогнозирования.*

Рассмотрим примеры реализаций этих возможностей.

***Количественные оценки экономических взаимосвязей.*** К этим оценкам мы относим расчеты, позволяющие ответить на следующие и им подобные вопросы.

- На сколько увеличивается объем продаж конкретного товара или услуги в результате роста расходов на рекламу на 1000 руб. в день?
- Как изменится индекс потребительских цен, если денежный агрегат M1 возрастает на 1 млрд. руб. при прочих равных условиях?
- В каком интервале лежат значения эластичностей спроса на товар или услугу по цене и по доходу потребителя?
- Чему равен мультипликатор государственных расходов?
- Каковы гедонические цены многокомпонентной продукции?

***Статистическое тестирование гипотез.*** С математической точки зрения эту сторону эконометрики можно охарактеризовать как попытку суждения о математических ожиданиях (теоретических значениях) случайных величин по ограниченной выборке наблюдений. Этот формальный аппарат позволяет, например, ответить на следующие вопросы.

- Оказывает ли влияние рекламная компания определенной продукции на доходы от продажи этой продукции?

- Зависит ли индекс потребительских цен от величины денежного агрегата М1?

- Следует ли повышать цену на продукцию для увеличения выручки фирмы?

- Эффективны ли фискальная и монетарная политики правительства и Центробанка?

- Влияет ли смена процессора новой модели компьютера на его рыночную цену?

- Как зависит объем продаж от расположения товара на торговых рядах в супермаркете (высоты полки, на которой расположен товар; удаленности от начала торгового ряда и т.п.)?

- Зависит ли объем продаж товара от упаковки?

**Прогнозирование.** В англоязычной литературе иногда различают термины «прогноз» (*predict*) и «предсказание» (*forecast*). В первом случае строится точечная или интервальная оценка интересующего нас экономического показателя при условии, что те переменные, которые оказывают влияние на искомую величину, принимают значения в пределах верхней и нижней границ имеющейся у нас выборки наблюдений. Во втором — это попытка построения оценки значения показателя за пределами интервала наблюдавшихся выборочных значений его аргументов. Ниже приведены некоторые примеры прогнозирования<sup>1</sup>.

- Предсказание выручки от продажи продукции фирмы в следующем месяце.

- Предсказание доходности проекта.

- Предсказание собираемости налогов после вступления в силу нового налогового законодательства.

- Вычисление рыночной цены автомобиля с заданным набором потребительских и эксплуатационных качеств.

- Прогноз вероятностей выбора определенной категории товара из предложенных альтернатив покупателем, имеющим определенные социальные и экономические характеристики.

---

<sup>1</sup> Здесь и далее мы не будем различать термины «прогноз» и «предсказание».

Следует добавить, что все вычисления, прогнозы и выводы имеют вероятностный характер, этому в эконометрике уделяется особое внимание.

Как показывает опыт, именно эконометрика помогает студентам экономического вуза понять и уверенно использовать на практике понятия теории вероятностей и математической статистики, ранее казавшиеся им оторванными от жизни.

## 1.2

### Схема проведения исследования

Порядок проведения эмпирического (эконометрического) исследования можно представить в виде блок-схемы (рис. 1.1).

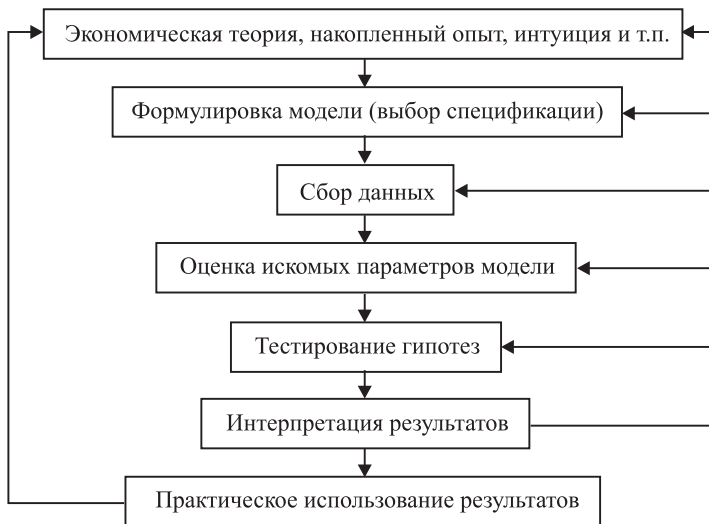


Рис. 1.1

Независимо от того, к какой области знаний принадлежат проводимые исследования (психологии, социологии, экономике, естественным наукам), они начинаются с создания основополагающей логической структуры (модели), описывающей взаимосвязи отдельных частей системы или поведение агентов. Первоначально модель может быть сформулирована как в явном виде, так и в неформализованной форме — в форме наших представлений об окружающей реальности. Источниками формирования модели могут выступать опыт, интуиция, экономическая теория и другие факторы.

В экономике, как и в естественных науках, модель формулируется в форме уравнений, связывающих экономические показатели. Это может быть как отдельное уравнение, так и система уравнений. В них могут входить как детерминированные величины и константы, так и случайные (в математическом смысле этого слова) переменные.

Забегая вперед, отметим, что эконометрика не тестирует тождества, являющиеся, по существу, определениями экономических показателей. Например, мы можем ввести понятие средней производительности труда, как отношение объема произведенной продукции к числу занятых на предприятии.

Результаты сбора информации по конкретному предприятию можно предоставить в виде таблицы<sup>1</sup> (табл. 1.1).

Т а б л и ц а 1.1

Номер месяца	Объем продукции $Q$ , ед./мес.	Число занятых $L$ , чел./мес.	Производительность $AP_L$ , ед./чел.
1	100	10	10
2	121	11	11
3	121	11	11
4	ПО	10	11
5	120	10	12
6	ПО	10	11

<sup>1</sup> Данный фрагмент таблицы приведен лишь в учебных целях. Для практически значимого исследования число наблюдений должно быть увеличено по крайней мере на порядок.

В приведенной таблице числа в последней колонке являются результатом деления значений второй колонки на соответствующие числа третьей колонки. Если записать соотношение

$$AP_L = Q / L, \quad (1-1)$$

оно не будет представлять собой модель. Это просто тождество, связывающее три экономических показателя. С точки зрения эконометрики бессмысленно, например, оценивать значение коэффициента пропорциональности между  $AP_L$  и  $L$ , если, конечно, вы не пытаетесь проверить правильность работы нормировщицы предприятия, которая составляла данную таблицу.

Если попытаться объяснить<sup>1</sup> поведение одного из показателей, значение которого приведено в табл. 1.1, например,  $Q$ , и привлечь для этого дополнительную информацию, влияющую на значение  $Q$  опосредовано<sup>2</sup>, то это будет начало этапа формулировки модели (см. рис. 1.1).

Модель может быть записана как в виде одного уравнения, так и в виде системы уравнений. Возможно, в систему придется включить какие-то два показателя из тождества (1-1), чтобы объяснить их совместное изменение (одновременное или с относительным запаздыванием во времени). Заметим, что в приведенном примере следует быть очень осторожным, одновременно включая в модель несколько переменных из соотношения (1-1) не только из соображений бессмысленности, но и из-за опасности возникновения сильной коллинеарности наблюдений (см. разд. 8.1).

Для того чтобы дать некоторое начальное представление о том, с какими моделями иногда приходится сталкиваться экономисту, приведем простейший пример<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Выявить закономерности, найти объясняющие переменные, оценить соответствующие мультипликаторы и т.п.

<sup>2</sup> Это может быть даже номер месяца из первой колонки, дающий информацию для выявления сезонных изменений.

<sup>3</sup> В рамках данного пособия мы не рассматриваем идеи и методы непараметрической эконометрики [85].

Допустим, нас интересует, какие факторы формируют цену некоторого многокомпонентного товара, например, компьютера. Если есть линейка, карандаш и листок бумаги, можно, например, отложить на графике по вертикальной оси известные нам цены компьютеров, а по горизонтальной — соответствующие этим ценам тактовые частоты процессоров этих компьютеров. Такие пары наблюдений (цена — частота) будут являться координатами отдельных точек на графике (рис. 1.2). Каждая точка соответствует отдельному компьютеру<sup>1</sup>.

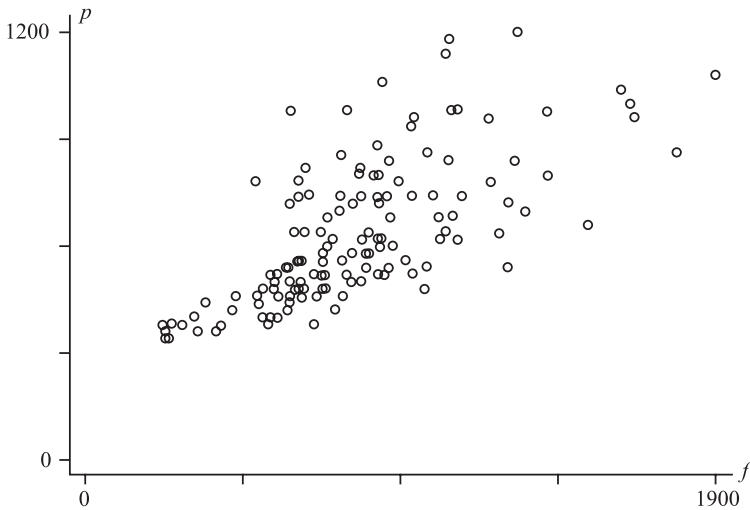


Рис. 1.2

Точки на рис. 1.2 и опыт показывают, что цена компьютера растет с ростом его производительности (пропорциональной тактовой частоте процессора). Простейшая эмпирическая модель, отражающая этот факт, — линейная зависимость цены от частоты (наклонная прямая на рис. 1.3):

$$p = \alpha + \beta f, \quad (1-2)$$

<sup>1</sup> В нашем примере приведены вымышленные наблюдения. Если использовать реальные данные, график будет похож на скопления точек в виде отдельных вертикальных полос, поскольку частоты процессоров принимают дискретные значения.

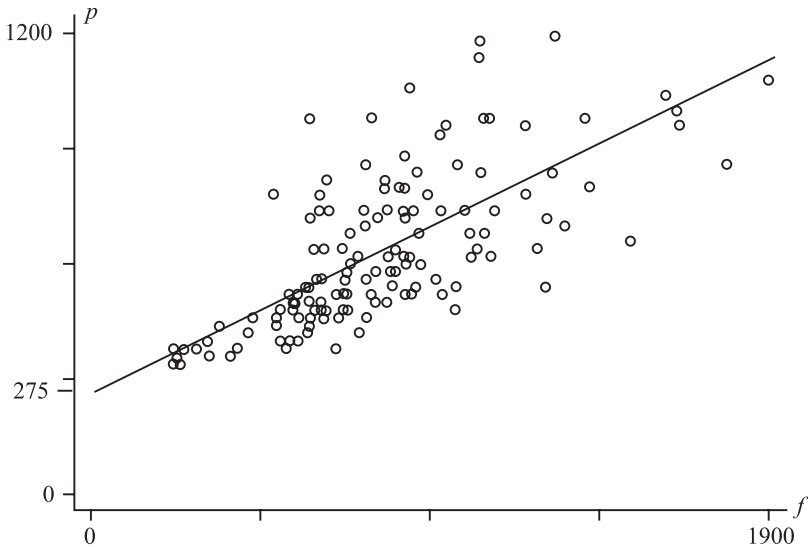


Рис. 1.3

где постоянное слагаемое  $\alpha$  — абсцисса точки пересечения данной линии с вертикальной осью ( $\alpha \approx 275$ );  $\beta$  — множитель ( $\beta \approx 0,44$ );  $f$  — тангенс угла наклона построенной линейной зависимости. В начальных курсах экономической теории  $\alpha$  интерпретируют как автономное слагаемое. Согласно такой (ошибочной) интерпретации — это цена компьютера с нулевой тактовой частотой процессора<sup>1</sup>. С математической и экономической точек зрения мы просто не обладаем информацией о компьютерах с низкими тактовыми частотами процессоров. Если собрать и отобразить на графике информацию о дешевых непроизводительных компьютерах, соответствующие им точки будут приближаться к нулю. В результате построенная линейная зависимость, скорее всего, будет выходить из точки ближе к нулю и иметь больший угол наклона<sup>2</sup>. Коэффициент  $\beta$  в формуле (1-2) интерпрети-

<sup>1</sup> Вряд ли пользователи будут покупать такие компьютеры!

<sup>2</sup> В этом случае более точного описания поведения цен можно добиться, если отказаться от способа описания (1-2) и использовать нелинейную зависимость  $p$  от  $f$ .



руется как предельное (маргинальное, в более старых отечественных изданиях — маргинальное) значение цены. Его можно трактовать как среднее изменение цены компьютера, вызванное ростом тактовой частоты его процессора на единицу. В данном случае мы использовали термин «среднее» в том смысле, что, строя на графике (см. рис. 1.3) линейную зависимость, использовали всю имеющуюся в нашем распоряжении информацию, т.е. просмотрели большой диапазон частот<sup>1</sup>. Кроме этого, термин «среднее» мы вынуждены использовать, поскольку каждая отдельная модель компьютера кроме тактовой частоты процессора имеет другие характеристики, влияющие на цену. Из-за изменения этих характеристик при движении от точки к точке цена может как расти, так и снижаться (зависит от того, цены каких пар наблюдений мы сравниваем). На рис. 1.3 это отражено тем фактом, что отдельные точки не лежат ни на построенной нами линейной зависимости, ни на какой-либо плавной кривой, отражающей функциональную зависимость  $p$  от  $f$ .

Последнее замечание говорит о том, что уравнение (1-2) является плохой моделью формирования цены компьютера, поскольку не может объяснить, почему отдельные точки не легли на прямую  $p = 275 + 0,44f$ ? Несмотря на то что каждый продавец вполне обоснованно устанавливает цену на свой товар, на графике (см. рис. 1.3) отклонение цены каждого отдельного компьютера от линейной зависимости выглядит случайным. Запишем это математически, и модель примет законченный вид<sup>2</sup>:

$$p = \alpha + \beta f + \varepsilon, \quad (1-3)$$

где  $\varepsilon$  — случайное слагаемое. Иногда эту запись уточняют, вводя индексы, обозначающие порядковый номер наблюдения  $t$ :  $p_t = \alpha + \beta f_t + \varepsilon_t$ , где  $t = 1, 2, \dots, n$ ;  $n$  — число наблюдений (объем выборки), в данном

<sup>1</sup> Если разбить весь диапазон наблюдаемых частот процессоров на узкие интервалы, то найденные в каждом из них средние значения цен после их изображения на графике не лягут на прямую линию — таким способом нельзя построить прямую, изображенную на рис. 1.3.

<sup>2</sup> Даже в рамках данной книги будет понятно, что рассматриваемая модель отнюдь не совершенна.

примере это число пар значений (цена, частота процессора). Мы будем писать индексы только там, где это необходимо. Например, если необходимо дать информацию об объеме выборки или подчеркнуть, что наблюдение, выполненное в предыдущий момент времени, влияет на значения переменных в последующие моменты времени (будем использовать индексы  $t$ ,  $t - 1$ ,  $t - 2$  и т.д.). Иногда индексы необходимы для того, чтобы отразить структуру данных (упорядоченность во времени и пространстве), например, в моделях, использующих панельные данные.

В соответствии с методами сбора информации источники данных для эконометрического исследования можно разделить на три типа: эксперимент, опрос и наблюдение.

Желательно, чтобы *эксперимент* обладал свойством повторяемости, т.е. воспроизводимостью условий его проведения с целью наблюдения результатов желаемое число раз. Реализация этого свойства достаточно сложна и в большинстве случаев просто невозможна в экономике.

В качестве примера повторяющегося эксперимента можно привести испытания скольжения лыж, покрытых новым парафином, разработанным фабрикой спортивного снаряжения. Например, проводятся измерения коэффициента трения лыж о снег в разных погодных условиях, оценивается влияние различных улучшающих добавок на скорость движения лыж, на коэффициент сцепления парафина с поверхностью лыж и т.д.

Другой пример эксперимента — фирма-производитель поставляет на рынок товары с различными потребительскими свойствами мелкими экспериментальными партиями с целью выявления предпочтений потребителей для завоевания в дальнейшем конкурентного преимущества.

**Опросы** — более распространенная форма сбора информации для эмпирического исследования, которая широко используется в маркетинге, социологии, психологии. Опросы могут проводиться в форме единовременных акций, например, с целью выявления предпочтений потребителей или их отношения к тому или иному событию, а

также в форме мониторинга. В последнем случае — это регулярно, например, ежегодно проводимые опросы, по возможности — одной и той же группы респондентов. Пример мониторинга — The Russia Longitudinal Monitoring Survey (*RLMS*)<sup>1</sup>.

И наконец, наиболее доступная форма сбора информации — **наблюдение** — предоставляет исследователю данные, которые принято называть неэкспериментальными. К ним относятся наблюдения за ВВП страны, объемом продаж фирмы, котировками акций, биржевыми индексами и т.п.

В дальнейшем мы не будем различать данные по способу их получения и термин «наблюдение» будет использоваться в несколько ином, статистическом, смысле — он будет означать выборочное значение отдельной переменной или их совокупности. Например, наблюдение — это значение координаты отдельной точки (см. рис. 1.2) или совокупность значений всех известных нам параметров компьютера, соответствующего отдельной точке (отдельная реализация значений проекций точки в многомерной системе координат).

С точки зрения методов оценивания моделей для эконометрики более важен не источник данных или способ их получения, а наличие определенной упорядоченности данных (наблюдений). По этому признаку различают: временной срез, временные ряды, панельные данные.

**Временной срез** (cross section data<sup>2</sup>) — наблюдения, выполненные в определенный достаточно короткий период времени, если измеряются потоки, или мгновенно — если измеряются запасы<sup>3</sup>. Период времени измерений выбирается настолько малым, что в рамках используемой модели все наблюдения можно считать выполненными одновременно. Например, пытаюсь оценить эффективность бренда,

---

<sup>1</sup> Совместный проект Государственного учреждения института питания Российской академии медицинских наук, Университета штата Северная Каролина (University of North Carolina at Chapel Hill) и Института социологии Российской академии наук (<http://www.cpc.unc.edu/projects/rlms>).

<sup>2</sup> Возможно, более точен термин «сечение».

<sup>3</sup> Термины «потоки» и «запасы» использованы в смысле, который трактует экономическая теория.

мы измеряем объем продаж товара за неделю в разных торговых точках и одновременно собираем информацию о ценах и неценовых детерминантах спроса и предложения.

Если аппарат эконометрики используется для выявления закономерностей изменения экономических показателей во времени, оценивания порядка предшествования событий и т.п., то исследователь обязан проводить измерения входящих в модель величин в разные моменты времени. В таких случаях важен порядок следования наблюдений. Совокупность численных значений отдельного экономического показателя, входящего в соответствующие модели, представляет собой **временной ряд**.

Например, управляющий кафе пытается проанализировать, выявить закономерности и построить прогноз объема продаж мороженого. С этой целью могут быть проведены измерения объемов продаж по месяцам за несколько лет для определения сезонных изменений. Для выявления неравномерности продаж по дням недели необходимы ежедневные наблюдения и т.д.

**Панельные данные** представляют собой регулярно повторяющиеся наблюдения за одними и теми же объектами (индивидуумами, фирмами, домохозяйствами и т.п.). Другими словами, панельные данные можно представить как упорядоченную во времени совокупность временных срезов<sup>1</sup>. При создании математических моделей, использующих панельные данные, одного индекса нумерации значений переменных, как это было продемонстрировано в комментарии к формуле (1-3), уже недостаточно. Необходимо вводить дополнительную размерность — переменные распределены как в пространстве, так и во времени. В некоторых социологических или маркетинговых исследованиях в результате проведения опроса (например, при выявлении предпочтений потребителей) отсутствует упорядочение наблюдений (временных срезов) во времени, но присутствует их упорядоченность по другой переменной, например, по номеру вопроса. Такой набор

---

<sup>1</sup> Их можно представить и как временной срез, в котором каждый показатель вытянут во времени.

данных также можно интерпретировать как панельные данные. Это позволяет использовать методы оценивания моделей, аналогичные используемым при анализе панельных данных. Иногда при обработке результатов опросов, проводимых для выявления предпочтений потребителей, приходится нумеровать наблюдения не только по пространству (номер индивидуума) и времени (номер вопроса), но и по категории продукции, о которой высказывают свое мнение респонденты. Так возникает еще одна размерность данных (еще один индекс в модели).

В приведенных примерах порядок следования наблюдений по любой координате, отличающейся от времени, скорее всего был не важен. Существует особая категория моделей, где порядок следования наблюдений по «невременной» координате принципиален и не может быть изменен без изменения смысла модели. Например, при проведении социологических опросов может наблюдаться коррелированность ответов на вопросы анкет у тех респондентов, которые находятся в схожих климатических, экономических или политических условиях. Методы оценивания моделей, учитывающих подобные эффекты, разрабатываются в рамках пространственной эконометрики<sup>1</sup>.

В соответствии со схемой, приведенной на рис. 1.1, следующий шаг выполнения эмпирического исследования заключается в **оценке искомых параметров модели**. Под этим в первую очередь подразумевается оценка интересующих исследователя параметров, входящих в модель. В модели (1-3) — это количественная (точечная или интервальная) оценка коэффициента наклона  $\beta$ . В некоторых моделях, возможно, исследователя будет интересовать и оценка постоянного слагаемого, аналогичного слагаемому  $\alpha$  в формуле (1-3).

Существует большое количество методов оценивания параметров моделей. В общем случае выбор метода зависит от природы решаемой проблемы, количества и качества данных. В рамках данного пособия мы познакомимся лишь с некоторыми из них.

Следующий шаг проведения исследования — **тестирование гипотез** (см. рис. 1.1) — позволяет по полученным до этого точечным оценкам (выборочным значениям случайных величин) с опреде-

---

<sup>1</sup> Анализ временных рядов, панельных данных и пространственных моделей выходит за рамки данного пособия.

ленной долей вероятности сделать вывод о генеральной совокупности, т.е. о тех закономерностях, на изучение которых направлено данное исследование. Эти суждения очень часто противоречат нашим априорным представлениям, на основе которых и была сформулирована первоначальная модель. Даже если это противоречие не обнаружено, необходимо выполнить тесты, позволяющие проверить соответствие основных предпосылок, заложенных в модели, тем наблюдениям, на основе которых выполнены оценки (и наоборот — соответствие наблюдений предпосылкам). Необходимо также проверить, допускают ли наблюдения использование выбранных нами методов оценивания параметров модели и тестирования гипотез.

В ходе эмпирического исследования необходимо добиться полного взаимного соответствия (не противоречия) наблюдений, предпосылок модели, методов оценивания параметров и тестирования гипотез. Для достижения этого соответствия допустим (а порой и необходим) возврат на любой из предшествующих этапов исследования (см. рис. 1.1). Возможно, придется дополнить или уточнить наблюдения, изменить спецификацию модели или метод оценивания параметров, провести новые тесты и т.д.

Таким образом, первоначальная теоретическая модель часто является лишь основой (скелетом) будущего исследования.

Финальный этап эмпирического исследования — **интерпретация результатов**. Выводы могут не противоречить экономической теории или могут опровергнуть ее. В последнем случае следует уточнить теоретические предпосылки. Так начинается новый виток познания и, возможно, новое эмпирическое исследование.

Практическое использование результатов исследования может быть самым разнообразным, начиная с построения прогнозов и оценок до выбора инструментов экономической политики фирмы и государства.

Необходимо подчеркнуть, что эмпирическое исследование положительно отвечает на следующие вопросы.

- Имеет ли модель экономический смысл?
- Учитывает ли модель все взаимодействия, которые порождают использованную реализацию наблюдений?

- Надежен ли источник данных и сами данные?
- Удовлетворяет ли цели исследования выбранный метод оценивания искомых параметров? В частности, обеспечивает ли он необходимую точность количественных оценок<sup>1</sup>?
- Удовлетворяют ли полученные результаты экономической теории и здравому смыслу?

Кроме того, необходимо сравнить результаты исследования с результатами, полученными из других источников, другими методами, на основе других моделей, другими авторами.

---

<sup>1</sup> Иногда смещенная оценка с малой дисперсией может оказаться лучше несмещенной, но имеющей большую дисперсию.

А36

**Аистов, А. В.**

Эконометрика шаг за шагом [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. В. Аистов, А. Г. Максимов ; Гос. ун-т — Высшая школа экономики. — М. : Изд. дом ГУ ВШЭ, 2006. — 178, [2] с. — Прил.: с. 159—170. — Библиогр. список: с. 171—178. — 2000 экз. — ISBN 5-7598-0332-8 (в обл.).

В пособии отражены основные идеи и методы эконометрического анализа. Отсутствие сложных и громоздких математических выкладок позволяет сконцентрировать внимание на понимании общей методологии применения инструментария эконометрики.

Для студентов экономических вузов и специалистов, занимающихся вопросами решения задач эконометрического характера.

УДК 330.43(075)

ББК 65в6

*Учебное издание*

Аистов Андрей Валентинович  
Максимов Андрей Геннадьевич

## **Эконометрика шаг за шагом**

Зав. редакцией *О.А. Шестопалова*

Редактор *Л.И. Кузнецова*

Художественный редактор *А.М. Павлов*

Корректор *Е.Е. Андреева*

Компьютерная верстка и графика: *Н.Е. Пузанова*

ЛР № 020832 от 15 октября 1993 г. продлена до 14 октября 2003 г.  
Подписано в печать 15.02.2006. Формат 60×88  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Печать офсетная. Усл. печ. л. 11.  
Уч.-изд. л. 8,94. Тираж 2000 экз. Заказ № . Изд. № 520

ГУ ВШЭ. 125319, Москва, Кочновский проезд, 3  
Тел./факс: (495) 772-95-71