

Введение

Эконометрика является одной из важнейших составляющих современного экономического образования. В ведущих мировых университетах в программах подготовки экономистов ей уделяется большое внимание. Применение эконометрических методов постепенно становится стандартом современных экономических исследований (наряду с теоретико-игровыми методами в микроэкономике). Эконометрические методы находят свое применение в политологии, в медицинских исследованиях и других сферах научной деятельности.

Что такое эконометрика? Как и в любой другой области научного знания, на этот вопрос нельзя дать однозначного ответа. В редакционной статье в первом выпуске журнала *Econometrica* (1933) нобелевский лауреат Рагнар Фриш пишет ([19]; цитируется по переводу в [1]):

«Эконометрика — это ни в коем случае не тоже самое, что экономическая статистика. Она отнюдь не идентична тому, что мы называем общей экономической теорией, хотя значительная доля этой теории носит определенно количественный характер. Также эконометрика не должна восприниматься как синоним применения математики в экономике. Опыт показывает, что и статистика, и экономическая теория, и математика, взятые по отдельности, являются необходимыми, но не достаточными для действительного понимания количественных отношений в современной экономике. Именно объединение всех трех частей дает мощный эффект. И именно это объединение и составляет эконометрику».

Нобелевский лауреат (1980) Лоуренс Р. Клейн видит основную цель эконометрики так (цитируется по [3]):

«Основная задача эконометрики — наполнить эмпирическим содержанием априорные экономические рассуждения».

Л. Р. Клейн также пишет:

«Истоки эконометрии лежат в распознавании эмпирических закономерностей и систематических попытках обобщить эти за-

кономерности до экономических „законов“. В широком смысле эти „законы“ используются для того, чтобы делать предсказания о том, что произойдет или может произойти. Эконометрика могла бы служить основой для экономического предсказания „за пределами опыта“. В этом широком смысле ее можно назвать наукой об экономическом предсказании».

В. Леонтьев характеризует работу эконометриста так:

«...попытка компенсировать очевидный недостаток доступных нам данных широчайшим использованием все более и более сложной техники. Наряду с огромным количеством сложных теоретических моделей мы имеем быстро увеличивающийся набор столь же сложных статистических правил. Они предназначены для того, чтобы расширить границы, налагаемые недостаточным количеством фактов».

Приведем еще несколько высказываний:

«Метод экономического исследования по существу лежит на стыке экономической теории и фактических изменений, мостом между которыми служит теория и техника статистических выводов».

(Трюгве Хаавельмо)

«Эконометрику можно определить как количественный анализ реальных экономических явлений, основанный на одновременном развитии теории и наблюдений, связанных подходящими правилами вывода».

(Самуэльсон, Купманс и Стоун)

«Эконометрика занимается систематическим изучением экономических явлений с использованием наблюдаемых данных».

(Арис Спанос)

«В широком смысле слова цель эконометрики — наполнить эмпирическим содержанием экономические соотношения, используемые для тестирования экономических теорий, прогнозов, принятия решений и для оценок».

(Гевеки, Горовиц, Песаран)

В книге В. П. Носко [4] эконометрика определяется так:

«Эконометрика — совокупность методов анализа связей между различными экономическими показателями (факторами) на

основании реальных статистических данных с использованием аппарата теории вероятностей и математической статистики. При помощи этих методов можно выявлять новые, ранее не известные связи, уточнять или отвергать гипотезы о существовании определенных связей между экономическими показателями, предлагаемые экономической теорией».

Точка зрения на предмет и задачи эконометрики других экономистов и эконометристов можно прочитать, например, в эссе Тинтнера [36].

Современную эконометрику можно разделить на два направления: теоретическую и прикладную. Теоретическая эконометрика ориентирована на изучение специальных (абстрактных) вероятностных моделей (как правило, регрессионных моделей) и в этом отношении близка к теории вероятностей и математической статистике и использует их аппарат. В основе прикладной эконометрики лежит применение исследованных вероятностных моделей для количественного описания и анализа экономических явлений и процессов. Между этими направлениями существует глубокая двусторонняя связь. Новые результаты теоретической эконометрики (например, статистические тесты и новые классы вероятностных моделей) постепенно находят свое применение при решении прикладных задач. С другой стороны, в прикладной эконометрике в процессе исследования экономических явлений возникают ситуации или наблюдаются эффекты, которые не описываются существующими вероятностными моделями. Это стимулирует дальнейшее развитие теоретического аппарата, рассмотрение и теоретическое исследование новых вероятностных моделей.

В настоящее время на русском языке издано много современных учебников по эконометрике, российских и зарубежных авторов. Стоит отметить учебники Я. Р. Магнуса, П. К. Катышева, А. А. Пересецкого [3] и М. Вербика [2], в которых достаточно полно изложены теоретические основы эконометрики. В учебнике [3] приведены подробные доказательства вероятностных и статистических свойств эконометрических линейных регрессионных моделей. В книге Э. Берндта [1] обсуждаются вопросы прикладной эконометрики и подробно рассматриваются ставшие уже классическими работы по применению теоретических моделей к различным задачам экономики. Например,

рассматривается кривая Филлипса, описывающая взаимосвязь безработицы и инфляции в краткосрочном и долгосрочном периодах, и др. Стоит отметить учебник В. П. Носко [4] (доступный и в электронном виде), который подходит для первоначального знакомства с предметом.

Что касается зарубежных учебников (на английском языке), наиболее полное и последовательное изложение современных эконометрических методов можно найти в книге Грина [27]. Среди учебников, рассчитанных на первоначальное ознакомление с эконометрикой, стоит в первую очередь отметить книгу Вулдриджа [38], которую характеризует широта охвата, доступный язык изложения и большое количество подробно разбираемых примеров. Для первоначального знакомства также подходит книга Стока и Уотсона [35]. В книге Вулдриджа [39] подробно рассматриваются регрессионные модели для пространственных выборок и панельных данных (классы выборочных данных в эконометрике определяются ниже). В книге Дэвидсона и Мак-Киннона [14] излагаются специальные вопросы регрессионных моделей. В книгах Гамильтона [20] и Эндерса [18] излагаются эконометрические модели временных рядов.

Настоящий учебник основан на лекциях по базовому курсу «Эконометрика» (часто называемому «Эконометрика-1»), читаемых в Московском государственном институте международных отношений (Университете) МИД России в течение одного семестра для студентов третьего курса факультета Международных экономических отношений.

Книга рассчитана на студентов, обучающихся по специальности «Экономика» и изучивших следующие дисциплины: математический анализ, линейная алгебра, теория вероятностей и математическая статистика (включая оценивание параметров распределения, построение доверительных интервалов, проверку статистических гипотез), курс экономической теории (микро- и макроэкономики).

Структура книги

В учебнике отражены следующие разделы из начального курса «Эконометрика-1».

Линейная однофакторная (парная) модель регрессии. Для простоты изложения все вероятностные и статистические свойства линейной модели регрессии в условиях Гаусса—Маркова (более или менее строго) доказаны или продемонстрированы на однофакторной линейной модели регрессии, уделено внимание построению доверительных интервалов и проверке статистических гипотез (при разных альтернативах) для коэффициентов регрессии. При этом рассматриваются две вероятностные модели регрессии: с детерминированной и со стохастической влияющей переменной. Основное различие между ними состоит в «регулярности» поведения оценок параметров модели со стохастической влияющей переменной при больших выборках, а именно, оценки коэффициентов будут состоятельны и асимптотически нормальны. Обсуждается связь парного коэффициента корреляции с моделью парной регрессии и построение доверительного интервала для парного коэффициента корреляции.

Парная модель регрессии «без свободного члена» или «без константы»: обычно в книгах по эконометрике этой модели не уделяется достаточно внимания, и автор решил восполнить этот пробел и посвятить параграф обсуждению этой модели.

Нелинейные однофакторные модели регрессии: особое внимание уделено содержательной экономической интерпретации и экономическому обоснованию применения таких моделей.

Многофакторная линейная модель регрессии. Изложение материала построено так, что соответствующую главу можно читать независимо от главы о парной модели регрессии. В этом разделе строгие полные доказательства вероятностных свойств модели, как правило не приводятся, так как они требуют использования дополнительного аппарата линейной алгебры и теории вероятностей и при первом чтении могут быть пропущены. Подробные доказательства можно найти в книгах [3, 27]. Также рассматриваются две вероятностные модели: с детерминированными и стохастическими влияющими переменными. Подробно обсуждаются статистические свойства коэффициентов регрессии: эффективность оценок наименьших квадратов, построение доверительных интервалов для коэффициентов, проверка простых статистических гипотез (с двусторонними и односторонними альтернативами), проверка слож-

ных гипотез о коэффициентах регрессии, прогнозирование в рамках модели регрессии, фиктивные (бинарные) переменные. Также рассмотрены асимптотические (при больших выборках) свойства оценок коэффициентов регрессии в модели стохастических влияющих переменных.

Отдельное внимание уделено нелинейным моделям и их содержательной экономической интерпретации. Как и в случае парной регрессии, отдельно рассматривается модель регрессии «без константы».

Отклонения от стандартных условий Гаусса—Маркова. Подробно рассматриваются два наиболее часто встречающихся в приложениях отклонения от стандартных допущений регрессионной модели: неоднородность (гетероскедастичность) и автокоррелируемость ошибок регрессии. Обсуждаются статистические следствия этих отклонений, тесты на выявление этих отклонений и возможные корректировки регрессионной модели.

Спецификация модели. Рассматриваются вопросы, связанные с выбором спецификации модели регрессии. При этом приводятся как экономические аргументы в пользу той или иной спецификации, так и формальные тесты на спецификацию. Обсуждаются статистические следствия неправильной спецификации модели регрессии.

Введение в регрессионные модели временных рядов. В этой главе кратко рассматриваются особенности построения регрессионных моделей для временных рядов, обобщения условий Гаусса—Маркова для таких моделей, вероятностные и статистические свойства оценок параметров моделей, применимость стандартных тестов, вводится понятие стационарного временного ряда. Рассмотрены статическая регрессионная модель, модель тренда и сезонности, модель распределенных лагов (FDL), модель авторегрессии (AR) стационарных временных рядов, динамическая модель авторегрессии-распределенных лагов (ADL).

В силу ограничения по времени в курс не включены следующие разделы, иногда включаемые в базовый курс «Эконометрика-1»: модели с бинарной зависимой переменной (Probit- и Logit-модели, линейная вероятностная модель LPM), метод инструментальных переменных (проблема эндогенности), метод максимального правдоподобия оценки параметров линейной модели регрессии и проверки статистических

гипотез, системы одновременных уравнений, модели MA (скользящего среднего) и ARMA стационарных временных рядов, модели панельных данных.

В конце каждой главы приведены упражнения по соответствующей тематике. По ряду причин в книгу включено мало упражнений, связанных с непосредственной оценкой модели регрессии по выборочным данным. Большую часть составляют задачи на анализ уже оцененных регрессионных моделей и теоретические задачи. Задачи по оценке регрессионных моделей по статистическим данным можно найти, например, в книгах [2, 38].

Статистические данные в эконометрике

В современной эконометрике различаются следующие основные классы выборочных статистических данных:

- пространственные выборки (cross-sectional data);
- временные ряды (time series);
- панельные данные (panel data).

Пространственные выборки характеризуются тем, что выборочные данные получены в один (или очень близкие) период времени и их следует рассматривать как случайную выборку из некоторой генеральной совокупности (population). Примеры таких выборок дают опросы людей, домашних хозяйств, статистические данные по фирмам, городам, странам.

Временные ряды (по одному или нескольким факторам) представляют собой статистические данные, полученные в результате наблюдения в течение некоторого промежутка времени. Как правило, эти данные получены через равные промежутки (кванты) времени. Основное отличие от пространственных выборок состоит в следующем. Фактор времени естественным образом упорядочивает данные временного ряда (в хронологическом порядке), в то время как в пространственных выборках такой естественный порядок отсутствует. Во многих случаях временные ряды уже нельзя рассматривать как реализацию случайной выборки, так как естественно полагать, что на текущие значения могут оказывать влияние прошлые значения временного ряда («эффект памяти»). Примеры

временных рядов дают, например, финансовые данные (котировки и биржевые индексы), индексы цен, макроэкономические данные (ВВП, уровень инфляции и безработицы) и др.

Панельные данные являются обобщением первых двух классов данных: эти данные состоят из временных рядов по *каждому* члену пространственной выборки. Другими словами, мы имеем набор пространственных выборок для *одних и тех же* объектов, полученные в разные моменты времени. Пример панельных данных дают полученные в течение нескольких лет данные об *одних и тех же* домашних хозяйствах или индивидуумах.

Иногда для увеличения объема выборочной информации используются *pooled cross sectional data*, представляющие собой объединение нескольких пространственных выборок, полученных в разные периоды времени. В отличие от панельных данных, *pooled data* формируются из пространственных выборок для разных объектов генеральной совокупности в *разные* моменты времени.

Список обозначений

На протяжении всей книги будут использоваться следующие обозначения:

$E(\xi)$	— математическое ожидание случайной величины ξ ;
$Var(\xi)$	— дисперсия случайной величины ξ ;
$\xi \sim F$	— случайная величина ξ имеет распределение $F(x)$;
$\xi \underset{H_0}{\sim} F$	— случайная величина ξ при справедливости гипотезы H_0 имеет распределение $F(x)$;
$\xi \underset{H_0}{\approx} F$	— случайная величина ξ при справедливости гипотезы H_0 асимптотически имеет распределение $F(x)$;
$cov(\xi, \eta)$	— коэффициент ковариации между случайными величинами ξ и η ;
$corr(\xi, \eta)$	— коэффициент корреляции между случайными величинами ξ и η ;

$\hat{\cdot}$	— выборочное значение (например, $\widehat{\text{Var}}(\xi)$ есть выборочная дисперсия);
$\mathcal{N}(a, \sigma^2)$	— нормальное распределение с математическим ожиданием a и дисперсией σ^2 ;
$\Phi(x)$	— функция стандартного нормального распределения;
χ_p^2	— распределение хи-квадрат с p степенями свободы;
t_p	— распределение Стьюдента с p степенями свободы (t -распределение);
$F_{p,q}$	— распределение Фишера со степенями свободы p и q (F -распределение);
n	— объем выборки;
k	— число влияющих переменных в модели регрессии;
m	— число коэффициентов в модели регрессии;
β_j	— коэффициенты модели регрессии;
$\widehat{\beta}_j$	— оценка коэффициентов модели регрессии.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность советнику ректора МГИМО (У) МИД России к. полит. н. Мальгину А. В. за помощь и поддержку.

Автор выражает глубокую благодарность д. э. н., проф. Пересецкому А. А. (ЦЭМИ РАН и Российская экономическая школа) за полезные обсуждения и ценные советы в процессе подготовки учебника.

Автор благодарит зав. кафедрой Математических методов и информационных технологий МГИМО (У) МИД России д. ф.-м. н., проф. Степанова А. В. за ценные замечания по содержанию учебника.

Автор также благодарит зав. кафедрой Европейской интеграции д. э. н., проф. Буторину О. В. за помощь в процессе работы над книгой.