

Лекция 1. Основы эконометрического моделирования

"Эконометрика" вместе с микро- и макроэкономикой является дисциплиной, образующей фундамент современного университетского экономического образования. Это связано прежде всего с признанием того, что овладение методами эмпирических исследований является не просто желательной, но весьма существенной частью базовой подготовки экономиста, и что ранее читавшиеся курсы по прикладной статистике не адекватны этой задаче. Целью преподавания дисциплины является углубленное изучение студентами основных теоретических положений экономико-статистического моделирования и формирования у них навыков применения методики микроимитационного обоснования теоретических положений и практического использования аппарата эконометрического моделирования в экономическом анализе, прогнозировании и задачах обоснования управленческих решений.

Эконометрика – наука, изучающая количественные и качественные экономические взаимосвязи с помощью математических и статистических методов и моделей. Определение предмета эконометрики было выработано в уставе Эконометрического общества (основано в 1930 г.), который в качестве главных целей выдвигает использование статистики и математики для развития экономической теории. Эконометрика может рассматриваться как наука, состоящая из двух разделов: теоретическая эконометрика и прикладная эконометрика. Теоретическая эконометрика изучает статистические свойства оценок и проверки гипотез, в то время как прикладная эконометрика занимается применением эконометрических методов для оценки тех или иных положений экономической теории. Эконометрика дает инструментарий для экономических измерений, а также методологию оценки параметров моделей микро- и макроэкономики. Кроме того, эконометрика активно используется для прогнозирования экономических процессов как в масштабах экономики в целом или отдельных ее отраслей, так и на уровне предприятий. При этом эконометрика является частью экономической теории, наряду с макро- и микроэкономикой.

Эконометрика как наука расположена где-то между экономикой, статистикой и математикой. Один из ответов на вопрос, что такое эконометрика, может звучать так: это наука, связанная с эмпирическим выводом экономических законов. То есть мы используем данные или «наблюдения» для того, чтобы получить количественные зависимости для экономических соотношений. Данные, как правило, не являются экспериментальными, так как в экономике мы не можем проводить (многократные) эксперименты.

Но это – только малая часть работы эконометриста. Он также формулирует экономические модели, основываясь на экономической теории или на эмпирических данных, оценивает неизвестные величины (параметры) в этих моделях, делает прогнозы (и оценивает их точность) и дает рекомендации по экономической политике

Во всей этой деятельности существенным является использование моделей. Модели должны быть «настолько простыми, насколько возможно, но не проще», сказал Эйнштейн. В большинстве случаев экономические законы выражаются в относительно простой математической форме. Рассмотрим, например, функцию потребления

$$\ln C = \beta_0 + \beta_1 \ln Y + \beta_2 \ln P,$$

где C – потребление некоторого пищевого продукта на душу населения в некотором году, Y – реальный доход на душу населения в этом году, а P – индекс цен на этот продукт, скорректированный (дефлированный) на общий индекс стоимости жизни; $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ – константы. Это уравнение называется уравнением поведения (*behavioural equation*). Оно описывает (в среднем) поведение потребителя по отношению к покупке данного пищевого продукта в зависимости от относительного уровня цен на продукт и реального душевого дохода. Закон поведения будет определен, как только мы найдем значения коэффициентов $\beta_0, \beta_1, \beta_2$. Соответственно задача эконометрики – определить (оценить) эти коэффициенты из подходящего набора наблюдений. Но это не единственная задача. Можно задать много других вопросов, также относящихся к эконометрике, например:

Нет ли переменных, которые следовало бы дополнительно включить в уравнение (например, цены на непродовольственные товары)?

Не следует ли исключить из уравнения некоторые переменные?

Насколько корректно измерены наши данные, представляют ли они то, что должны представлять, по нашему мнению?

Верно ли, что модель линейна? Верна ли экономическая теория?

Является ли модель полной? (В данном примере мы имеем дело с уравнением спроса и не принимаем во внимание уравнение предложения. Что произойдет, если мы будем изучать спрос и предложение одновременно?)

Достаточно ли изучать макроэкономическое уравнение, подобно приведенному выше, для ответа на интересующие нас вопросы, или необходимо изучать также индивидуальные (микро) данные?

Приведенная выше модель является статической. Возможно, более подходящей была бы динамическая модель. Например, можно предположить, что прошлогодний доход может влиять на текущий уровень потребления. В этом случае мы должны также включить его в уравнение.

Эконометрика рассматривает все эти вопросы. Эконометрика представляет собой нечто большее, чем только применение теоретических знаний. Она требует прочных экономических знаний и определенного скептицизма по поводу значимости «теорем» в практических приложениях.

Типы моделей

Математические модели широко применяются в бизнесе, экономике, общественных науках, исследовании экономической активности и даже в исследовании политических процессов.

Математические модели полезны для более полного понимания сущности происходящих процессов, их анализа. Модель, построенная и верифицированная на основе (уже имеющихся) наблюдаемых значений объясняющих переменных, может быть использована для прогноза значений зависимой переменной в будущем или для других наборов значений объясняющих переменных.

Можно выделить три основных класса моделей, которые применяются для анализа и/или прогноза.

Модели временных рядов

К этому классу относятся модели:

тренда: $y(t) = T(t) + \varepsilon_t$

где $T(t)$ – временной тренд заданного параметрического вида (например,

линейный $T(t) = a + bt$), ε_t – случайная (стохастическая) компонента;

сезонности: $y(t) = S(t) + \varepsilon_t$

где $S(t)$ – периодическая (сезонная) компонента, ε_t – случайная (стохастическая) компонента;

тренда и сезонности: $y(t) = T(t) + S(t) + \varepsilon_t$ (аддитивная) или

$$y(t) = T(t)S(t) + \varepsilon_t \text{ (мультипликативная),}$$

где $T(t)$ – временной тренд заданного параметрического вида,

$S(t)$ – периодическая (сезонная) компонента, ε_t – случайная (стохастическая) компонента.

К моделям временных рядов относится множество более сложных моделей, таких, как модели адаптивного прогноза, модели авторегрессии и скользящего среднего (ARIMA) и др. Их общей чертой является то, что они объясняют поведение временного ряда, исходя только из его предыдущих значений. Такие модели могут применяться, например, для изучения и прогнозирования объёма продаж авиабилетов, спроса на мороженое, краткосрочного прогноза процентных ставок и т. п.

Регрессионные модели с одним уравнением

В таких моделях зависимая (объясняемая) переменная y представляется в виде функции $f(x, \beta) = f(x_1, \dots, x_k, \beta_1, \dots, \beta_p)$,

где x_1, \dots, x_k – независимые (объясняющие) переменные, а β_1, \dots, β_p – параметры. В зависимости от вида функции $f(x, \beta)$ модели делятся на линейные и нелинейные. Например, можно исследовать урожайность хлопка от количества вносимых удобрений, балла бонитета почвы, нормы орошения или зависимость зарплаты от возраста, пола, уровня образования, стажа работы и т. п.

Область применения таких моделей, даже линейных, значительно шире, чем моделей временных рядов. Проблемам теории оценивания, верификации, отбора значимых параметров и другим посвящен огромный объем литературы. Эта тема является, пожалуй, стержневой в эконометрике и основной в данном курсе.

Системы одновременных уравнений

Эти модели описываются системами уравнений. Системы могут состоять из тождеств и регрессионных уравнений, каждое из которых может, кроме объясняющих переменных, включать в себя также объясняемые переменные из других уравнений системы.

Таким образом, мы имеем здесь набор объясняемых переменных, связанных через уравнения системы. Примером может служить модель спроса и предложения, приведенная ниже. Системы одновременных уравнений требуют относительно более сложный математический аппарат.

Пример. *Модель спроса и предложения.* Пусть Q_t^D – спрос на товар в момент времени t (*demand*), Q_t^S – предложение товара в момент времени t (*supply*), P_t – цена товара в момент времени t (*price level*), Y_t – доход в момент времени t (*income*). Составим следующую систему уравнений «спрос-предложение»:

$$Q_t^S = \alpha_1 + \alpha_2 P_t + \alpha_3 P_{t-1} + \varepsilon_t \text{ (предложение),}$$

$$Q_t^D = \beta_1 + \beta_2 P_t + \beta_3 Y_t + u_t \text{ (спрос),}$$

$$Q_t^S = Q_t^D \text{ (равновесие).}$$

Цена товара P_t и спрос на товар $Q_t = Q_t^D = Q_t^S$ определяются из уравнений модели, т. е. являются эндогенными переменными. Предопределенными переменными в данной модели являются доход Y_t и значение цены товара в предыдущий момент времени P_{t-1} .

Типы данных

При моделировании экономических процессов мы встречаемся с двумя типами данных:

пространственные (или перекрестные) данные (*cross-sectional data*) и

временные ряды (*time-series data*).

Примером *пространственных данных* является, например, набор сведений (объем производства, количество работников, доход и др.) по разным фирмам в один и тот же момент времени (пространственный срез). Другим примером могут являться данные по курсам покупки/продажи наличной валюты в какой-то день по обменным пунктам в Ташкенте.

Примерами *временных данных* могут быть ежеквартальные данные по инфляции, средней заработной плате, национальному доходу, денежной эмиссии за последние годы или, например, ежедневный курс доллара США, цены фьючерсных контрактов на поставку доллара США, и др.

Отличительной чертой временных данных является то, что они естественным образом упорядочены по времени, кроме того, наблюдения в близкие моменты времени часто бывают зависимыми.