

РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КУЛЬТУРЫ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**С.А. САМАЛЬ, Б.А. ЖЕЛЕЗКО,
А.М. ЗЕНЕВИЧ, О.А. МОРОЗЕВИЧ**

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКОНОМИКО- МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Экономика — это наука и практика, причем наука точная, а практика конкретная. Она предполагает глубокое познание объекта, процесса, явления (далее — объект) как системы и адекватную реакцию на происходящие в нем и вне его процессы. В экономике предсказания недопустимы, предвидение возможно, но ненаучно, гипотезы недостаточны. В “практической экономике” инструментальные средства, возможные результаты и последствия их применения определяются размерностью системы. Наиболее сложными из экономических объектов и, следовательно, критичными к выбранным инструментальным средствам являются социально-экономические системы*.

Натурные эксперименты, не апробированные на моделях, в структурно сложных экономических объектах неприемлемы, поскольку чреватые дефолтами, кризисами и революциями.

Основным (а иногда и единственным) методом исследования таких систем является метод моделирования, который основывается на возможности изучения реального объекта как системы не непосредственно, а через рассмотрение подобной ему более доступной модели** (принцип аналогии) [1–4].

Среди широкого спектра моделей особо выделяются экономико-математические (ЭММ). Они в отличие от словесных моделей, напоминающих больше предсказания или гипотезы, концентрированно выражают общие взаимосвязи и закономерности экономического явления в математической форме. Если, например, X — предмет труда, V — влияние внешней и внутренней среды, а Y — продукт труда, то деятельность организации отражается выражением $Y = F(X, V)$. Здесь F и есть ма-

Сергей Александрович САМАЛЬ, кандидат экономических наук, проректор по учебной работе БГЭУ;

Борис Александрович ЖЕЛЕЗКО, кандидат технических наук, профессор кафедры информационных технологий БГЭУ;

Анна Михайловна ЗЕНЕВИЧ, ассистентка кафедры информационных технологий БГЭУ;

Ольга Анатольевна МОРОЗЕВИЧ, выпускница БГЭУ.

* Под социально-экономической системой понимают структурно сложную вероятностную динамическую систему, охватывающую процессы производства, обмена, распределения и потребления материальных и других благ [1].

** Под моделью понимают образ реального объекта в материальной или идеальной форме (т.е. описанный знаковыми средствами на каком-либо языке), отражающий существенные свойства моделируемого объекта и замещающий его в ходе исследования или подготовки принятия управленческого решения.

тематическая модель организации. В такой интерпретации “развернутая модель” [3] — лишь отображение результатов модели F при фиксированных X и V .

Подчеркнем, что ЭММ — это инструментальное средство исследования объекта (и для более полного представления о нем, и для оценки его поведения в текущий момент времени и в перспективе). Целесообразность использования ЭММ в том или ином случае определяется, в первую очередь, размерностью объекта. Именно поэтому представление экономико-математического анализа как альтернативы сравнительному и диагностическому является ошибочным [5, 33–38].

Важнейшим понятием в экономико-математическом моделировании является понятие адекватности модели, а оценка адекватности — ключевым “звеном” эконометрики (см. рисунок) [6]. Тем не менее из-за сложности задачи на практике рекомендуются рассматривать не столько адекватность модели, сколько ее соответствие объекту по тем свойствам, которые считаются существенными для целей моделирования*.

Вследствие этого создаваемые модели могут иногда отражать как объективно несущественные стороны (существенные особенности объектов в моделях могут отсутствовать [3]), так и искажения (в угоду лицам, пытающимся использовать теорию так, чтобы практические результаты служили их собственным узким интересам [7]). Кроме того, модели могут содержать ошибки, приводящие к серьезным последствиям.

Процесс моделирования состоит из связанных между собой этапов, среди которых выделяют следующие: постановка экономической проблемы и ее качественный анализ, построение математической модели, математический анализ модели, подготовка исходной информации, численное решение, анализ полученных результатов и их применение [1–4].

На этапе постановки экономической проблемы и ее качественного анализа осуществляется выявление проблемной ситуации, принимаются решения, последствия которых могут стать источником наиболее существенных и трудно исправляемых ошибок. В частности, возможно неверное понимание или формулировка сущности проблемы, принимаемых предпосылок и допущений, неправильное выделение существенных черт и свойств моделируемого объекта, его структуры и взаимосвязей элементов, неточное описание гипотез, объясняющих поведение и развитие объекта. Это наименее формализуемый этап, который реализуется экспертными методами. Главным источником погрешностей здесь выступает субъект моделирования (исследователь) и основным методом повышения достоверности результатов выполнения этого этапа — экспертное моделирование [8, 9].

На этапе построения математической модели принимается решение о типе ЭММ, изучаются возможности ее применения в данных условиях, уточняются конкретный перечень переменных, параметров и форма связей. Это частично формализуемый этап, который реализуется как экспертными методами (выбор перечня объясняемых и объясняющих переменных, разделение их на эндогенные и экзогенные, выбор типа уравнений и т.п.), так и чисто формальными методами (проверка идентифицируемости уравнений; расчет показателей адекватности уравнений, например, коэффициента детерминации, и т.п.). Для структурно сложных объектов обычно строят несколько разноаспектных ЭММ, каждая из которых выделяет лишь некоторые стороны объекта [10, 299–306].

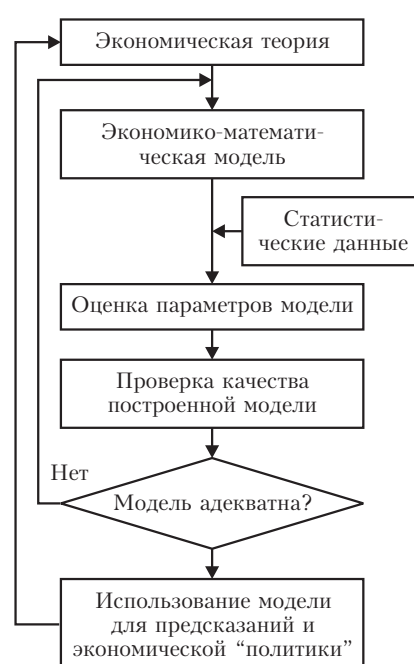


Рис. Последовательность эконометрических исследований

* Обычно практическими задачами экономико-математического моделирования являются: анализ экономических объектов как структурно сложных систем; экономическое прогнозирование, предвидение развития экономических процессов; выработка управленческих решений на всех уровнях хозяйственной иерархии [1].

Все эти решения могут оказывать влияние на погрешности результатов моделирования, которые в принципе могут быть уменьшены при экспертном и математическом моделировании на следующих этапах, либо при повторном выполнении данного этапа.

На этапе математического анализа модели возможны чисто математические ошибки, появляющиеся в процессе доказательства существования решения сформулированной задачи, при аналитическом исследовании единственности решения и т.д. Это наиболее формализованный этап. Поэтому возникающие здесь ошибки могут в принципе быть уменьшены формальными средствами (например, средствами символьных вычислений и систем искусственного интеллекта для автоматизированного доказательства адекватности модели) [11]. Причем для большинства классов стандартных моделей, предназначенных для исследования численными, имитационными или статистическими методами, погрешности достаточно хорошо изучены и для их реализации существуют доступные средства [12, 13].

Подготовка исходной информации — это частично формализуемый этап, который реализуется как экспертными методами (выбор способа кодирования, хранения и преобразования, шкалирования т.п.), так и чисто формальными методами (например, методами теории вероятностей и математической статистики при организации выборочных обследований, оценке достоверности данных и т.д.) [12]. В большинстве случаев ошибки этого этапа могут быть оценены и сокращены организационными мерами, путем корректного применения технологий экспертного моделирования и формальными математическими методами.

В современных условиях численное решение немислимо без компьютерной, программной поддержки. Поэтому современная ЭММ — компьютерная ЭММ (КЭММ) — это сложный информационный интеллектуальный продукт (программа, пакет программ, информационная система, система искусственного интеллекта), реализующий математическую модель экономического объекта. КЭММ структурно сложных объектов зачастую размещается на различных компьютерах, соединенных каналами связи, использует данные, поступающие как из баз данных, так и непосредственно от конкретных элементов экономических объектов в режиме реального времени (например от банкомата) [14]. Этап численного решения частично формализуемый. Он реализуется как экспертными методами (выбор методологии и инструментальных средств проектирования КЭММ, системы программирования, системной аппаратно-программной платформы, методов и средств организации и хранения данных и т.п.), так и чисто формальными методами (автоматическое преобразование форм представления, верификация и тестирование алгоритмов, генерация фрагментов программ и т.д.). Данный этап включает разработку алгоритмов численного решения задачи, подготовку программ на ЭВМ и непосредственное проведение расчетов. При этом значительные трудности вызываются большой размерностью экономических задач [15]. Ошибки этого этапа обусловлены как субъективными факторами (неправильно принятые разработчиками КЭММ решения), так и объективными причинами, связанными с потенциальными последствиями воздействия в процессе разработки КЭММ на компьютер угроз информационной безопасности: организационно-правовых (неправомерное ограничение доступа к документам, содержащим важную для целей моделирования информацию), радиоэлектронных (перехват и навязывание ложной информации в сетях передачи данных), физических (поставка “зараженных” компонентов информационных систем), программно-математических (внедрение программ-вирусов; информационных, например, пиратское копирование информационных продуктов) [16]. Ошибки этого этапа могут быть оценены и эффективно сокращены только комплексными мерами [9; 17, 37–41].

На этапе анализа полученных результатов, их интерпретации и применения прежде всего решается важнейший вопрос о правильности и полноте результатов моделирования и применимости их как в практической деятельности, так и в целях совершенствования модели. Обычно расчеты на основе КЭММ носят многовариантный характер (для изучения поведения модели при различных условиях). Поэтому в первую очередь должна быть проведена проверка адекватности модели по тем свойствам, которые выбраны в качестве существенных (например, путем проверки соответствия данных, полученных на основе моделирования, реальным) [1, 8]. При этом важным является решение вопроса о разрешимости или неразре-

шимости проблемы имеющимися средствами. Не менее важным является и то, что среди прочих выводов могут содержаться выводы о расширении проблемы, проведении исследований по данной проблеме на другом уровне, постановке новой проблемы, т.е., по существу, о возврате (но на качественно новом уровне) к этапу постановки экономической проблемы и ее анализа.

Данный этап носит в значительной степени эвристический характер, т.е. опирается на интуицию исследователя, и трудно (и лишь частично) поддается формализации. Однако его выполнение можно значительно ускорить, быстро и в удобной форме выдавая с помощью ЭВМ необходимую информацию для обдумывания и принятия решений. Главным источником погрешностей здесь, как и на первом этапе, выступает субъект моделирования (исследователь). Основным методом повышения достоверности результатов этого этапа является применение технологии экспертного моделирования [8, 9].

Таким образом, все множество ошибок, имеющих место в КЭММ, можно разделить на следующие [18, 188–190]:

системные, связанные с неправильным восприятием системы (структурно сложного объекта с его внешними и внутренними связями) и обусловленные существенной сложностью объекта либо недостаточной квалификацией исследователя;

методические, обусловленные ошибками и особенностями выбранного метода моделирования;

аналитические, определяемые ошибками записи аналитических выражений;

алгоритмические, вызванные некорректной формулировкой и реализацией алгоритмов программным путем;

программные, обусловленные неправильностью записи программы (описки, логические ошибки, ошибки кодирования, ошибки адресации и т.д.);

технологические, возникающие в процессах подготовки документации на программу, реализации программы на машине, эксплуатации КЭММ (сбой, воздействие вируса, несанкционированное воздействие других пользователей и пр.).

Ошибки могут быть существенными и несущественными. Некоторые ошибки обнаруживаются только при такой комбинации исходных данных, которую трудно предусмотреть в процессе отладки и которая может проявляться лишь через несколько лет эксплуатации модели (программы). Программному обеспечению присущи “врожденные” и приобретенные ошибки. Поэтому слепо доверять программному обеспечению (в том числе стандартным пакетам прикладных программ) нецелесообразно. Ярким примером в этом отношении является программное обеспечение космических полетов Apollo. Оно, по мнению специалистов, является одним из наиболее проверенных в мире. Тем не менее во время полетов Apollo-8, Apollo-11, и Apollo-14 были обнаружены ошибки программного обеспечения. К сожалению, нередки и системные ошибки.

Процесс обнаружения и исправления ошибок в КЭММ и установления возможности ее правильной реализации назовем отладкой КЭММ. Этот процесс по характеру и трудоемкости соизмерим с процессом разработки сложного программного обеспечения [19] и должен включать в себя комплекс мероприятий, аналогичный внедрению системы управления качеством в соответствии со стандартами серии ISO-9000 (в том числе мероприятия по обеспечению информационной безопасности и сертификации КЭММ либо ее компонентов). Такая отладка, связанная с созданием искусственной интеллектуальной среды генерации достоверных КЭММ структурно сложных экономических объектов, может быть определена как новое направление в области информационных технологий. Это направление, безусловно, должно поддерживаться определенными учебно-образовательными мероприятиями. Пока же основным критерием адекватности КЭММ социально-экономических систем остается сравнение результатов моделирования с мнением экспертов [15]. Как показывает анализ, их опыт может оказаться вредным [8; 20, 43–48].

Литература

1. Экономико-математические методы и прикладные модели: Учеб. пособие для вузов / В.В. Федосеев, А.Н. Гормаш, Д.Н. Дайитбеков и др.; Под ред. В.В. Федосеева. М., 1999.
2. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / Н.И. Холод, А.В. Кузнецов, Я.Н. Жихар и др.; Под общ. ред. А.В. Кузнецова. Мн., 1999.

3. *Леньков И.И.* Экономико-математическое моделирование экономических систем и процессов в сельском хозяйстве: Учеб. пособие. Мн., 1997.
4. *Костевич Л.С.* Информационные технологии оптимальных решений: Учеб. пособие. Мн., 1999.
5. *Галун А.Б.* Методика анализа конечных финансовых результатов деятельности предприятий торговли с учетом содержания новых форм отчетности / Бухгалтер. учет и анализ. 2000. № 5.
6. *Бородич С.А.* Вводный курс эконометрики: Учеб. пособие. Мн., 2000.
7. Анализ хозяйственной деятельности в промышленности: Учеб. / Н.А. Русак, В.И. Стражев, О.Ф. Мигун и др.; Под общ. ред. В.И. Стражева. Мн., 1998.
8. *Гринберг А.С., Тимошек Л.Е.* Информационные технологии моделирования процессов управления экономикой. Ч. 3. Технологии комплексного натурального, экспертного, математического моделирования: Учеб. пособие. Мн., 1998.
9. *Железко Б.А., Морозевич А.Н.* Теория и практика построения информационно-аналитических систем поддержки принятия решений. Мн., 1999.
10. *Morozevich A.N., Zhelezko B.A., Smantzer U.A.* Design technique for improving decision support systems // New Information Technologies in Education: Proc. of the 2-nd Int. Conf. Minsk, 1996. Vol. 1.
11. *Аладьев В., Шишаков М.* Введение в среду пакета Matematica 2.2. М., 1997.
12. *Харин Ю.С., Малюгин В.И., Курлица В.П.* и др. Основы имитационного и статистического моделирования. Учеб. пособие. Мн., 1997.
13. *Турчак Л.И.* Основы численных методов. М., 1994.
14. *Ойхман Е.Г., Попов Э.В.* Реинжиниринг бизнеса: реинжиниринг организаций и информационные технологии. М., 1997.
15. *Комков В.Н.* Прогнозирование и программирование развития экономики Республики Беларусь на основе экономико-математических моделей: Автореф. дис. ... д-ра. экон. наук: 08.00.05, 08.00.13 / Ин-т экономики НАН Беларуси. Мн., 2000.
16. Безопасность автоматизированных банковских и офисных систем / А.П. Леонов, К.А. Леонов, Г.В. Фролов. Мн., 1996.
17. *Позин Б.А.* Современные методологии и автоматизированные технологии проектирования и разработки прикладного программного обеспечения информационных систем // НТИ. Сер. 1. 1999. № 11.
18. *Морозевич А.Н., Железко Б.А., Самаль С.А., Морозевич О.А.* Проблемы оценки достоверности результатов экономико-математического моделирования структурно сложных систем / Изв. Белорус. инженер. акад., 2000. № 1(9)/1.
19. Применение управляющих вычислительных машин: Учеб. пособие / А.Н. Морозевич, А.В. Николаев, А.П. Пашкевич, А.А. Петровский. Мн., 1988.
20. *Морозевич А.Н., Самаль С.А., Морозевич О.А.* Проблемы расчета и оценки окупаемости инвестиций в корпоративные компьютерные сети / Бухгалтер. учет и анализ. 2000. № 5.

И.А. ДАУКШ

СТАТИСТИКА СУДИМОСТИ

Изучение уровня, структуры и динамики показателей судимости — основные направления исследований в этой области.

Состояние судимости определяется абсолютным показателем численности осужденных по приговорам судов, вступивших в законную силу. Недостаток данного показателя состоит в том, что оперирование абсолютными числами не обеспечивает выполнения одного из главных требований статистики — сопоставимости данных.

Уровень судимости, ее интенсивность определяется с помощью коэффициентов, показывающих, сколько осужденных приходится соответственно на каждые 1 тыс., 10 тыс. или 100 тыс. населения в возрасте, по достижении которого возможно привлечение к уголовной ответственности.

Для того чтобы выявить, какая часть лиц, совершивших преступления, оказывается осужденной, необходимо сопоставить численность осужденных с численностью лиц, совершивших преступления. Рассчитанный коэффициент позволяет сравнивать за ряд лет практику привлечения к судебной ответственности лиц, совершивших преступления.

Ирина Анатольевна ДАУКШ, кандидат экономических наук, доцент кафедры статистики БГЭУ.