



Munich Personal RePEc Archive

Evidence-based Modeling as a Perspective Tool for Scientific Research of Socio-economic Processes

Kleiner, George

Central Economics and Mathematics Institute of the RAS

15 July 2023

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/119300/>
MPRA Paper No. 119300, posted 02 Dec 2023 21:36 UTC

Научная статья
УДК: 338.2, 330.4

Доказательное моделирование как перспективный инструмент научного исследования социально-экономических процессов

Клейнер Георгий Борисович

член-корреспондент РАН, руководитель научного направления «Мезоэкономика, микроэкономика, корпоративная экономика» ЦЭМИ РАН, зав. кафедрой «Системный анализ в экономике» Финансового университета при Правительстве РФ, зав. Кафедрой институциональной экономики Государственного университета управления, Москва, Россия, george.kleiner@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы развития методологии экономико-математического и информационно-компьютерного моделирования экономических процессов и систем. Построение модели включается в широкий круг исследования онтологических, гносеологических, идеологических и прaxeологических систем. Выдвигается и акцентируется проблема согласования сложности объекта, аппарата и результата моделирования. Формулируется концепция доказательного моделирования как процесса построения и интерпретации математической модели, обеспечивающего надежность и безопасность ее применения. Приводятся принципы доказательного моделирования.

Ключевые слова: методология моделирования, доказательное моделирование, моделирование сложности, этапы моделирования.

Original article

Evidence-based Modeling as a Perspective Tool for Scientific Research of Socio-economic Processes

George B. Kleiner

Corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Head of scientific direction "Meso-economics, microeconomics, corporate economics" CEMI RAS, Department of System Analysis in Economics Chairman, Financial University under the Government of the Russian Federation, Department of Institutional Economics Chairman, State University of Management, Moscow, Russia, george.kleiner@inbox.ru

Abstract. Actual problems of developing the methodology of economic-mathematical and information-computer modeling of economic processes and systems are revealed in the paper. Model construction is included in a wide range of studies of ontological, epistemological, ideological and praxeological systems. The problem of coordinating the complexity of the object, apparatus and modeling result

is put forward and emphasized. The concept of evidence-based modeling is formulated as a process of constructing and interpreting a mathematical model that ensures the reliability and safety of its application. The principles of evidence-based modeling are given.

Keywords: modeling methodology, evidence-based modeling, complexity modeling, modeling stages.

Введение

Современные методы исследования социально-экономических процессов и систем опираются на построение и анализ тех или иных моделей изучаемых объектов с использованием математического, статистического, вербального, образного и других видов моделирования. Математическое моделирование предполагает использование в качестве аппарата различных математических понятий и конструкций: функций, уравнений, логико-алгебраических конструкций и пространств и т.п. Статистическое моделирование основано на концепциях измерения, т.е. количественной или качественной оценки каждого элемента из совокупности изучаемых явлений. Аппаратом вербального моделирования служит естественный (или искусственно созданный) язык. Образное моделирование опирается на пространство художественных образов, вызывающих определенные ассоциации, раскрывающие сущность моделируемого явления. В каждой из этих сфер развивается соответствующий аппарат анализа моделей, частными случаями которого являются математический, статистический, лингвистический и искусствоведческий виды анализа. В последнее время широкое распространение приобрели методы искусственного интеллекта, основанные на процессе обучения нейронных сетей¹. В этом случае моделью служит компьютерная программа, алгоритм действия которой определяется в каждом конкретном случае внутри самой программы.

Построение и интерпретация моделей позволяют не только получить ответы на вопросы, возникающие в данной предметной области, но и определить дальнейшие пути развития данной сферы. Тем не менее в ряде случаев полученные на основе моделирования результаты либо неоднозначны, либо некорректны, либо неадекватны². Обоснованность полученных на основе

¹ Дружинина О. В., Масина О. Н., Игонина Е. В. Применение методов искусственного интеллекта и когнитивных технологий в задачах моделирования динамических систем // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2022. Т. 18. № 1. С. 83-97. DOI: 10.25559/SITITO.18.202201.83-97

² Использование методов оптимизации в текущем планировании и оперативном управлении производством: Сб. тез. докл. Всесоюз. конф. (17–19 окт. 1979 г.). М.: ВИНТИ, 1979. 392 с.

Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Логинов Е.Л. Применение экономико-математических методов и моделей оптимального планирования в цифровой экономике будущего (ЦЭМИ АН СССР и ЦЭМИ РАН: прогностическая интерпретация и развитие научного наследия нобелевских лауреатов Л.В. Канторовича и В.В. Леонтьева). М.: ЦЭМИ РАН, 2022. 248 с.

Чернов В.А. Математика в экономике: иллюзии и возможности // Инновационная экономика и общество. 2016. № 3 (13). С. 53–65.

Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 337 с.

Мясоедов А.И. Применение математических методов в экономике: специфика, проблемы, перспективы // Beneficium. 2020. № 3 (36). С. 35–47.

моделирования результатов часто вызывает сомнения ввиду осознания сложности аппарата моделирования, играющего роль самостоятельного промежуточного звена между постановкой исследовательского или управленческого вопроса и ответом на него. Разработка надежной методологии моделирования, прежде всего, математического как наиболее широко применяемого в сфере социально-экономических исследований и разработки соответствующей политики, где цена ошибки принятия решений особенно высока, выходит в настоящее время на передний план развития экономической науки и практики.

В этой ситуации в статье выдвигается положение о необходимости разработки нового направления в экономико-математическом и информационно-компьютерном моделировании реальных процессов и систем – *доказательного моделирования*, реализация принципов которого позволит повысить доверие и расширить сферу обоснованного применения моделей в социально-экономических исследованиях.

Развитие методологии исследования социально-экономических процессов и систем в последние десятилетия связано с осознанием сложности предмета моделирования и, соответственно, усложнением аппарата моделирования и процесса моделирования в целом. Экономико-математические методы, сформировавшиеся как самостоятельное направление экономической науки в 1960–1970-е гг., впоследствии утратили свои границы и растворились в обширном море экономических исследований. Построение моделей в большинстве случаев сводилось к стандартному расчету параметров линейных (иногда мультипликативно-степенных) зависимостей с помощью стандартных пакетов программ без обоснования выбора видов зависимостей, критериев и методов оценки параметров и границ применимости построенных моделей. В настоящее время назрела потребность в существенной реструктуризации методологии и методов экономических исследований³ и выделении экономико-математического и информационно-компьютерного моделирования вновь в качестве относительно самостоятельного направления экономической науки. Одновременно следует стремиться к тому, чтобы процесс моделирования был представлен в виде отдельных значимых этапов, обоснованию каждого из которых субъект моделирования уделял бы достаточно внимания; это в итоге должно приводить к построению адекватных и эффективных моделей для надежного решения исследовательских и практических задач.

Применение стратегии доказательного моделирования предполагает повышение ответственности модельера за качество и эффективность модели. В идеале процесс построения модели должен быть подобен строительству здания, рассчитанному на долгий срок безопасной эксплуатации. В настоящее время, однако, в арсенале метода построения модели, в отличие от

Boumans M., Duarte P.G. The History of Macroeconometric Modeling: An Introduction. History of Political Economy. 2019. Vol. 51, No. 3. P. 391–400. DOI: 10.1215/00182702-7551828

³ Полтерович В.М. Становление общего социального анализа // *Общественные науки и современность*. 2011. № 2. С. 101–111.

строительства, нет общепринятого документа, аналогичного системе строительных норм и правил.

В данной статье предлагается обобщенное описание методологии доказательного моделирования (*evidence-based modeling*) – нового направления в математическом и компьютерном моделировании, обеспечивающего в максимально возможной степени уверенность в применении модели как надежного инструмента научного исследования⁴. В методологии доказательного моделирования все этапы моделирования сопровождаются проверкой их эффективности и безопасности с точки зрения дальнейшего продвижения к построению модели. Доказательное моделирование может, по нашему мнению, претендовать на роль самостоятельной парадигмы моделирования, применение которой было бы ответом на возникавшие в последние десятилетия сомнения в эффективности экономической науки в целом, которая по большому счету не смогла ни предвидеть, ни предотвратить, ни смягчить кризисы в экономике в конце XX – начале XXI вв. (см., напр., работы Полтеровича В.М. и Балацкого Е.В.⁵).

Статья состоит из четырех частей. В первой части освещается методологическая база моделирования с акцентом на указание источников обоснованности (доказательности) моделирования как процесса извлечения и интеграции онтологической, гносеологической, идеологической и праксеологической информации. Во втором разделе исследуются характеристики сложности предмета, аппарата и субъекта моделирования. Гармонизация этих видов сложности рассматривается как необходимое условие доказательного моделирования. Третий раздел посвящен описанию основных компонентов и этапов моделирования, при проведении которых должны учитываться принципы доказательного моделирования, приведенные в разделе 4.

1. Методологическая база моделирования

Одной из характерных черт развития экономико-математического и информационно-компьютерного моделирования за последние четыре – пять десятилетий стали пересмотр и расширение круга объектов моделирования. Если вначале в фокусе моделирования находились, как правило, процессы производства, распределения, обмена и потребления материальных благ, то в более поздние периоды в круг объектов моделирования вошли социальные процессы, генерация и перемещение информации, духовный мир человека. В настоящее время предметно-объектную сферу моделирования можно представить в виде конфигурации взаимодействия четырех сфер реальности: сферы онтологии («мира вещей»), идеологии («мира идей»), гносеологии («мира познания») и праксеологии («мира созидания»). Наиболее значимые

⁴ Knight C., Parker S. How work redesign interventions affect performance: An evidence-based model from a systematic review. *Human relations*. 2021. Vol. 74, No. 1. P. 69–104. DOI: 10.1177/0018726719865604

⁵ Полтерович В.М. Кризис экономической теории // *Экономическая наука современной России*. 1998. № 1. С. 46–66.

Балацкий Е.В. Новые императивы экономического знания: на пути к социоэкономике // *Социальное пространство*. 2022. Т. 8. № 4. DOI: 10.15838/sa.2022.4.36.2

взаимодействия между этими сферами изображены на рис. 1; см. также работу Клейнера Г.Б.⁶

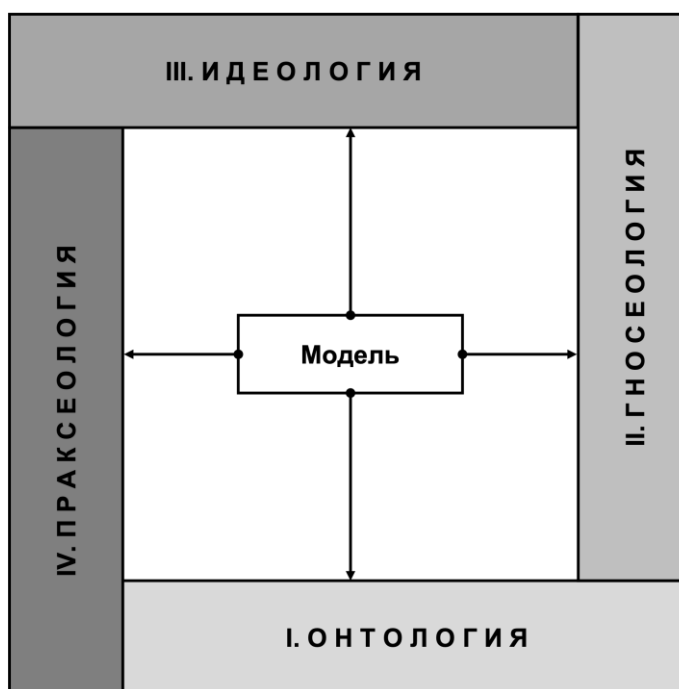


Рис. 1. Методологический квадрат применительно к сфере моделирования
Примечание: составлено автором.

Расширение предмета моделирования отразилось также на процессе моделирования. Духовный мир субъекта моделирования (информированность, целеустремленность, последовательность, системность мышления и т.п.) в значительной мере определяет ход и результаты моделирования. При этом в сферу информированности субъекта входят не только массивы статистических данных об объекте моделирования, но и результаты построения и применения моделей подобных объектов, разработанных другими исследователями. Таким образом, в процесс моделирования вовлекаются не только сфера онтологии, включающая объект моделирования, и сфера идеологии, включающая модель как результат моделирования, но и сферы гносеологии и праксеологии, к которым относятся, соответственно, массивы исходной информации и сведения о результативности моделирования объектов, подобных данному. Предложенный подход расширяет также сферу аргументации при обосновании всех этапов моделирования, поскольку в нее теперь на равных правах включаются и субъективный опыт модельера, и опыт его предшественников, и объективные данные о предмете и инструментах моделирования.

Здесь важно отметить, что каждая из сфер, занимающих противоположные стороны квадрата на рис. 1, может рассматриваться как совокупность инструментов для построения модели объекта, относящегося к противоположной стороне квадрата. Так, совокупность идей, положений,

⁶ Клейнер Г.Б. Системная методология Александра Богданова в контексте современного экономического мировоззрения // Вопросы экономики. 2023. № 3. С. 24–39. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-3-24-39

математических функций и т.п., относящихся к сфере идеологии, используется как аппарат построения моделей объектов из сферы онтологии; наоборот, онтологические объекты могут служить моделями для фрагментов сферы идеологии. Подобные пары взаимного моделирования могут образовывать и фрагменты сфер гносеологии и праксеологии. Здесь отражается такое важное свойство моделирования, как его амбивалентность (двусторонность). В целом в основе методологии моделирования как средства познания и преобразования действительности лежит представление о единстве мира; отражение этого единства можно найти практически в любой модели независимо от того, к какому типу она относится: математическому, вербальному, символическому и т.п. Задача разработки методологии и методики экономико-математического и информационно-компьютерного моделирования предстает в этом контексте как междисциплинарная, затрагивающая как теорию, так и практику.

2. Экономика сложности, моделирование сложности

По мнению М. Клайна, каждая наука строится как бы с середины и растет одновременно вверх – к новым достижениям и вглубь – к обоснованию исходных посылок⁷. Примерно так же выглядит процесс развития экономической науки, если рассматривать его с точки зрения динамики сложности. Экономика сложности сложилась в последнее время как передовое направление накопления экономических знаний⁸. С одной стороны, экономика непрерывно усложняется, между ее агентами возникают и прерываются закономерные и случайные разнообразные связи, возрастает скорость экономических перемен. С другой стороны, открываются новые фундаментальные закономерности, концентрирующие в достаточно простой форме разнообразные виды информации об экономических явлениях. Нельзя не вспомнить в этом контексте строки Б. Пастернака «В родстве со всем, что есть, уверясь И знаясь с будущим в быту, Нельзя не впасть к концу, как в ересь, В неслыханную простоту». Под простотой здесь понимается глубокое и лаконичное обобщение множества явлений в поисках того, что поэт называл сердцевинной. Налицо осциллирующий процесс: накопление информации, движение к сложности; обобщение информации, движение к простоте. Турбулентные процессы, сопровождающиеся генерацией огромного количества информации, сменяются ламинарными процессами, описываемыми с помощью обобщенных знаний. Применительно к процессу моделирования учет данной закономерности проявляется в необходимости особого указания, к какой стадии процесса познания относится модель – ламинарной или турбулентной. С позиций дихотомии «простота – сложность» каждый социально-экономический феномен можно уподобить персидскому

⁷ Клайн М. Математика. Утрата определенности. М.: Мир, 1984. 434 с.

⁸ Arthur W.B. Complexity and the Economy. Science. 1999. Vol. 284. No. 5411. P. 107–109.

Arthur W.B. Complexity and the Economy: a Different Framework for Economic Thought. SFI Working Paper: 2013-04-012.

Кирдина С.Г. Мезоэкономика и экономика сложности: актуальный выход за пределы ортодоксии // Журнал институциональных исследований. 2018. Т. 10. № 3. С. 6–17.

ковру, на лицевой поверхности которого наблюдателю открывается сложный многоцветный узор, в то время как внутренняя поверхность представлена относительно небольшим количеством узелков, в которые сходятся нити от многочисленных элементов внешнего узора.

Основываясь на положениях кибернетики как науки об управлении процессами и проецируя эти положения на управление процессом моделирования, мы можем сформулировать *принцип гармонизации сложности*. Согласно этому принципу, аналогичному закону необходимого разнообразия, сложность, или разнообразие, экономико-математической модели должна соответствовать сложности, или разнообразию, предмета моделирования и сложности, или разнообразию, субъекта моделирования. Указанные виды сложности имеют неодинаковую природу, поскольку сложность модели тесно связана со сложностью математического аппарата; сложность предмета моделирования определяется сложностью его системного описания и, соответственно, аппарата теории экономических систем; сложность субъекта моделирования определяется особенностями его психологии. Заметим, что мы говорим здесь не о сложности объекта моделирования, а о сложности предмета моделирования. Эта подмена обусловлена тем, что реальный объект моделирования является бесконечно сложным, поскольку глубина его неисчерпаема, в то время как сложность предмета моделирования, т.е. «системной оболочки» объекта, обозрима и в принципе измерима.

В практике моделирования едва ли не общепринятым является принцип простоты, согласно которому простота модели служит приоритетным критерием на всех этапах моделирования и в процессе построения модели в целом. В качестве обоснования обычно используется ссылка на «бритву Оккама» – принцип, согласно которому отсекаются «лишние сущности» (читай – сложности), в которых нет явной необходимости. По нашему мнению, однако, простота используемых для моделирования математических конструкций обманчива и далеко не всегда упрощает решение задачи построения адекватной и эффективной модели объекта. Простые математические конструкции в виде линейных или логлинейных функций, однофакторных зависимостей и невзаимозаменяемых ограничений по ресурсам в задачах оптимизации требуют в рамках концепции доказательного моделирования серьезного обоснования с использованием значительного массива информации об особенностях моделируемого объекта: простота с точки зрения математики оборачивается сложностью с точки зрения информатики (см. также работу Соколова А.В. и Волошинова В.В.⁹). Это должно приводить к отказу при моделировании от безусловного приоритета движения «от простого к сложному» в пользу итерационного подхода «от абстрактного (аксиоматического) к конкретному (алгоритмическому) и обратно». В литературе часто встречаются рекомендации сначала выбрать

⁹ Соколов А.В., Волошинов В.В. Выбор математической модели: баланс между сложностью и близостью к измерениям // International Journal of Open Information Technologies, 2018, Vol. 6, No. 9. Pp. 33–41.

наиболее простые виды параметрических зависимостей, а затем усложнять их, если результаты расчетов на их основе оказываются неудовлетворительными. В контексте доказательного моделирования при выборе вида модельных зависимостей предлагается использовать другой подход. Сначала на базе имеющейся информации о моделируемом объекте формулируются допущения относительно характера взаимосвязей таких широко распространенных показателей, как средняя или предельная производительность ресурса (отдача фактора), эластичность результирующего показателя по данному фактору, предельная норма и эластичность замещения одного вида ресурса (фактора) другим и т.п. Часто такие соотношения позволяют однозначно или с высокой долей уверенности определить вид зависимости как решение соответствующей системы дифференциальных, интегральных, разностных, алгебраических или смешанных уравнений. На таком пути мы далее получаем возможность обоснования вида параметрических зависимостей, что обычно относят к наиболее уязвимым этапам экономико-математического моделирования.

В данном контексте возникает задача построения универсального общесистемного индекса сложности, который был бы применим к любой системе, независимо от того, находится ли она в сфере онтологии, идеологии, гносеологии праксеологии или охватывает фрагменты нескольких сфер. Задача носит междисциплинарный характер, и для ее решения не могут быть напрямую использованы ни математический индекс сложности по Колмогорову, ни экономический индекс сложности, связанный с разнообразием продуктов деятельности экономической системы, ни психологический индекс сложности¹⁰. Решение этой задачи требует специального исследования и выходит за пределы данной статьи.

3. Основные компоненты и этапы моделирования

На рис. 2 представлена обобщенная схема взаимодействия основных компонентов процесса доказательного моделирования. Минимальная система самостоятельных компонентов включает:

- предмет моделирования, представленный в виде системы, отражающей внутреннее наполнение и внешнее окружение объекта моделирования;
- информация о предмете и объекте моделирования;
- аппарат моделирования, представляющий собой совокупность математических конструкций и методов, используемых для построения модели;
- цель моделирования, отражающая совокупность вопросов, для ответов на которые предназначена модель;
- субъект моделирования, т.е. лицо (или группа лиц), осуществляющее управление процессами построения и интерпретации модели;

¹⁰ Парилис С.Э., Либин А.В. Психология вашего сознания. М.: Мысль, 1991. 218 с.

- процессы идентификации различных компонентов модели, включая определение ее вида, оценку параметров и показателей, необходимых для получения ответов на целевые вопросы;
- экономико-математическая и информационно-компьютерная модель предмета моделирования;
- интерпретация результатов моделирования, осуществляемая его субъектом;
- среда моделирования, представляющая собой суперсистему, включающую все перечисленные компоненты и их окружение в соответствующих подсредах.

На схеме отсутствуют изображения для этапа анализа построенной модели, осуществляемого средствами той сферы математики, к которой относится аппарат моделирования.

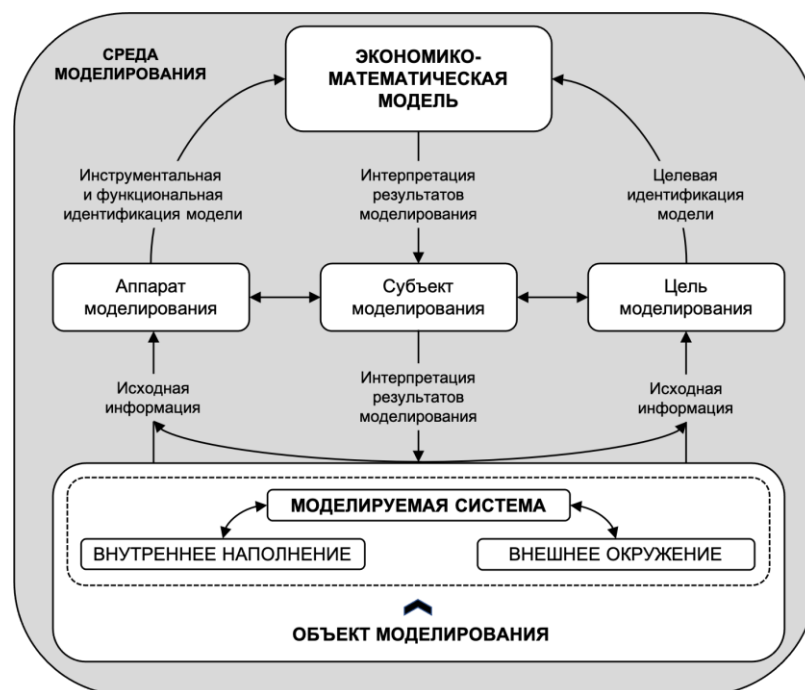


Рис. 2. Взаимодействие основных компонентов процесса доказательного моделирования

Примечание: составлено автором.

Таким образом, данная схема интегрирует ключевые компоненты и процессы, необходимые для построения и применения модели. Основное требование при реализации этой схемы в рамках парадигмы доказательного моделирования состоит в том, что каждый из этих процессов должен быть рассмотрен как самостоятельный проект, равноправный по отношению к остальным проектам (процессам).

В контексте доказательного моделирования разнообразные действия, связанные с построением и интерпретацией модели, целесообразно сгруппировать в виде 10 относительно самостоятельных этапов, разбивающих процесс моделирования на отдельные шаги.

Этап 1. Определение среды (пространства) исследования, включая такие ее составляющие (подсреды), как экономическая теория, математический аппарат, социально-психологические характеристики общества, информационно-компьютерные возможности и технологии, опыт разработки и применения моделей и др. Результатом этапа является описание в целях моделирования необходимых фрагментов указанных сред с учетом их взаимовлияния.

Этап 2. Определение объекта моделирования. Результатом является уточнение границ моделируемого объекта в пространстве онтологии, идеологии, гносеологии и праксеологии.

Этап 3. Определение предмета моделирования как системы. Результатом является описание моделируемой системы как относительно устойчивого образования в среде моделирования.

Этап 4. Формулирование цели моделирования (анализ, прогноз, синтез) в контексте среды моделирования. Результатом является уточненная и развернутая постановка задачи моделирования.

Этап 5. Определение предпосылок (допущений) при построении модели. Результатом является совокупность принимаемых в процессе моделирования аксиоматических предположений, относящихся в том числе к экономической теории, математическому аппарату, социально-психологическим характеристикам общества, информационно-компьютерным возможностям и технологиям, опыту разработки и применения моделей и др.

Этап 6. Формирование информационной базы моделирования. Результатом является группировка, структуризация и согласование элементов исходной информации для построения и интерпретации модели.

Этап 7. Выбор общего (параметрического) вида модели в соответствии с принятыми допущениями (этап 5) и исходной информацией (этап 6). Результатом является общий вид модели для последующей спецификации ее параметров.

Этап 8. Построение и валидация (проверка адекватности и эффективности) модели объекта для достижения поставленной цели. Результатом является полностью специфицированная модель, подлежащая при необходимости математическому анализу и интерпретации.

Этап 9. Интерпретация полученных результатов применительно к предмету и цели моделирования. Результатом являются ответы на вопросы, поставленные в рамках цели моделирования.

Этап 10. Определение границ применимости построенной модели. Результатом является описание области, в которой гарантируется возможность адекватного и эффективного применения модели.

Моделирование должно носить итерационный характер и после проведения всех этапов целесообразно, как правило, возвращение к началу процесса моделирования.

Мы видим, что этапы доказательного моделирования охватывают работу с целым рядом разнокачественных материальных и нематериальных систем, включая информационные, технические и социальные системы, в том числе

элементы духовного мира человека. При этом каждый из компонентов, начиная с объекта моделирования и кончая его результатом, погружен в особую среду (систему), включающую аналогичные образования и функционирующую как целое, как правило, независимо от данного компонента. В итоге экономико-математическое и информационно-компьютерное моделирование представляет собой своеобразную систему систем, каждая из которых принадлежит отдельному миру, в том числе: миру экономики; миру математики; миру социума; миру науки; мировоззрению человека. Экономико-математическое и компьютерное моделирование, таким образом, носит принципиально междисциплинарный и межсистемный характер.

4. Парадигма доказательности

Проблемы надежности и безопасности результатов исследования характерны, как известно, не только для моделирования, но и для ряда других сфер. Так в медицине развивается течение *доказательной медицины* (*evidence-based medicine*), согласно которому решения о применении тех или иных врачебных вмешательств принимаются исключительно исходя из имеющихся доказательств их эффективности и безопасности¹¹. Такие доказательства подвергаются оценке, сравнению, обобщению и широкому распространению для использования в интересах пациентов. В области политических исследований расширяется сфера *доказательной политики* (*evidence-based policy*), основанной на установленных объективных доказательствах взаимосвязи тех или иных политических решений и их результатов¹². Подобный подход можно наблюдать и в сфере прогнозирования: *доказательное прогнозирование* (*evidence-based forecasting*) базируется на четко зафиксированных исходных данных и фактов и правилах вывода из них прогнозных предположений¹³.

В настоящее время наиболее развитым аппаратом для проверки адекватности и эффективности моделей обладает эконометрика. Главным образом, этот аппарат ориентирован на оценку параметров моделей на основе эмпирических данных с целью обеспечения максимального соответствия между результатами модельных расчетов и фактическими статистическими данными. Этап оценки параметров и калибровки моделей является, безусловно, одним из центральных этапов при построении модели. Он, однако, не является ни единственным, ни самым важным, поэтому стратегия доказательного моделирования должна предусматривать проверку адекватности модели на всех этапах ее построения.

¹¹ Парфенова О. Как развивалась доказательная медицина в России: от закрытых форумов к «доказательным» клиникам // *Laboratorium: Журнал социальных исследований*. 2022. Т. 14. №. 1. С. 111–132. DOI: 10.25285/2078-1938-2022-14-1-111-132

¹² Галлямова Э.М. Доказательная государственная политика: возможности и ограничения // *Социология*. 2021. №. 2. С. 158–162.

Соловьев А.И. «Доказательная политика» и «политика доказательств»: дилемма постсоветских обществ // *Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право*. 2021. Т. 14. № 5. С. 61–80. DOI: 10.23932/2542-0240-2021-14-5-3

¹³ Green K.C., Armstrong J.S. Demand Forecasting: Evidence-Based Methods. 2012. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3063308 (дата обращения: 20.06.2023).

В контексте доказательного моделирования утверждение о том, что предложенная математическая конструкция, действительно, служит моделью данного объекта, рассматриваемого с позиций данного ракурса (предмета) и цели моделирования, требует доказательств и должно рассматриваться как определенного рода теорема. Условия такой теоремы отражают как объективные исходные данные об объекте и предмете моделирования, так и субъективную информацию о предпосылках (допущениях) процесса построения модели. Более подробное изложение применительно к построению производственных функций экономических объектов можно найти в этих работах - ¹⁴. Поскольку объект моделирования и его модель принадлежат к различным сферам (объект, как правило, – к сфере онтологии, модель, как правило, – к сфере идеологии), *формальное доказательство* утверждения о том, что данная конструкция является моделью данного объекта, требовало бы полной аксиоматизации всей среды моделирования, что сегодня вряд ли возможно. В этой ситуации речь идет об эвристических методах, а объект заменяется его представлением в виде информации о предмете моделирования.

Таким образом, строгая доказательность конечного результата моделирования (т.н. *терминальная доказательность*) практически недостижима. Вместо терминальной доказательности предлагается опираться на *процессуальную доказательность*, т.е. обоснованность проведения каждого из основных этапов моделирования (см. раздел 3).

Можно усмотреть аналогию между понятиями формальной, терминальной и процессуальной доказательности и понятиями формальной, субстантивной и процессуальной рациональности поведения агента. Субстантивная рациональность соответствует рациональности принимаемого решения на завершающей стадии его разработки, процессуальная функциональность понимается как рациональность процесса подготовки решения.

Ниже приводятся примерные формулировки процессуальных принципов, которые должны соблюдаться при проведении всех основных этапов моделирования.

1. *Принцип дискретности (этапности)*, согласно которому весь процесс построения и интерпретации модели разбивается на последовательные самостоятельные этапы (пример такого разбиения приведен в разделе 3).

2. *Принцип промежуточных (компромиссных) решений*, согласно которому среди множества возможных проектных решений на каждом этапе моделирования приоритетным следует считать выбор промежуточных («средних») решений, необязательно отвечающих максимуму целевых показателей моделирования, но являющихся репрезентативными для всего множества допустимых решений. Именно компромиссные решения обладают,

¹⁴ Клейнер Г.Б. Производственные функции: теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986. 238 с.

Клейнер Г.Б. Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37. № 3. С. 111–126.

как правило, наибольшими шансами на развитие в рамках последовательности дальнейших этапов построения и применения модели¹⁵.

3. *Принцип транспарентности*, согласно которому на каждом этапе моделирования фиксируется и формулируется максимально полная система предпосылок (модельных решений), на которых базируется проведение этапа.

4. *Принцип рефлексивности*, согласно которому проведение каждого этапа завершается критической оценкой его качества и эффективности с точки зрения дальнейшего продвижения процесса моделирования.

5. *Принцип рациональности соотношения между адекватностью и эффективностью модели*, согласно которому построение модели следует рассматривать как компромисс между стремлением к максимальному отражению в модели имеющейся информации об объекте и стремлением к максимальной реализации целей моделирования.

6. *Принцип многоуровневости*, согласно которому модель данного объекта в идеале должна представлять собой синтез детализированных и агрегированных подмоделей, отражающих сложную многоуровневую структуру социально-экономического объекта.

7. *Принцип теоретико-экономической обоснованности моделирования*, согласно которому построение модели должно базироваться на четко и явно сформулированных положениях экономической теории.

Процесс построения модели можно рассматривать как своего рода инновационный проект, задачей которого является создание новой экономико-математической и информационно-компьютерной модели, реализующей цели моделирования. При этом в контексте парадигмы доказательного моделирования на каждом этапе должны приниматься только те модельные решения, которые допускают обоснование в соответствии со стандартами доказательного моделирования. Это означает, что каждый этап может рассматриваться как инновационный минипроект, описание которого должно содержать: а) исходные данные для выбора решения; б) принимаемые предпосылки (допущения); в) результат выбора модельного решения. Принципы выбора решения в целом отражают сформулированные выше принципы доказательного моделирования. Тем самым процесс моделирования приобретает фрактальный характер. Качество построенной модели, отражающее ее адекватность и эффективность, зависит от качества проведения всех без исключения этапов моделирования.

Учитывая множественность существующих и разрабатываемых экономико-математических и информационно-компьютерных моделей различных социально-экономических систем, в контексте доказательного моделирования целесообразно для каждой модели иметь более или менее

¹⁵ Понимаемый подобным образом принцип компромиссности можно рассматривать как широкое обобщение и распространение сформулированного В.М. Полтеровичем принципа приоритета промежуточных институтов, согласно которому из имеющегося множества институтов, предлагаемых для межстрановой трансплантации, следует выбирать не наиболее развитый («передовой») институт, но некоторый средний, обладающий высокими шансами на укоренение (Полтерович, 2016).

однозначный и лаконичный идентификатор, отражающий основные черты данной модели и позволяющий отличить ее от других моделей данной системы и от моделей иных систем – своеобразный *паспорт модели* (аналог штрихкода). Такой паспорт мог бы иметь следующую структуру верхнего уровня.

1. Описание (указание) номинального объекта моделирования (или класса объектов).

2. Указание предмета моделирования, т.е. тех сторон функционирования объекта, которые призвана отражать модель.

3. Указание целей и задач, для решения которых строится модель, вопросов, на которые необходимо дать ответ с ее помощью.

4. Системное описание объекта моделирования, включающее выбор актуального объекта моделирования и представление его в виде системы; при этом должны быть явно сформулированы экономико-математические предпосылки, принимаемые при моделировании.

5. Описание математического аппарата, используемого при конструировании модели, состава переменных, соотношений и других элементов модели.

6. Способы инструментальной и функциональной идентификации элементов модели, использованные при построении модели.

7. Способ интерпретации элементов модели, границы допустимой интерпретации тех или иных элементов модели.

Примеры подобного описания для производственных функций можно найти в работе ¹⁶. Целесообразно, чтобы такая информация в стандартизированной форме представлялась всякий раз, когда публикуется новая или модифицируется известная модель реального социально-экономического объекта.

Реализация перечисленных выше принципов доказательного моделирования находится в сфере ответственности субъекта моделирования. В целом принятие значительного числа разнообразных проектных решений в процессе построения, интерпретации и применения моделей требует от субъекта моделирования ответственного отношения к данному процессу. В морально-этическом плане следует ставить вопрос об *ответственном моделировании* социально-экономических процессов и систем.

В настоящее время развернулась активная дискуссия по вопросу о том, существует ли универсальный методологический «золотой стандарт» в экономическом анализе¹⁷. По нашему мнению, в области доказательного моделирования такой стандарт необходим, и его разработка, обсуждение и принятие должны стать одним из основных направлений совершенствования методологии и методики экономико-математического и информационно-

¹⁶ Клейнер Г.Б. Производственные функции: теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986. 238 с.

¹⁷ Капелюшников Р.И. «Рандомисты»; новая экономика развития // Вопросы экономики. 2023. № 6 С. 5–35. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-6-5-35

компьютерного моделирования социально-экономических процессов и систем.

Заключение

Развитие и распространение парадигмы доказательного моделирования представляется актуальным направлением повышения эффективности социально-экономических и гуманитарных исследований. Разумеется, это дело не одного дня, месяца или года. Надлежит выдвинуть, обсудить и принять начальный вариант системы стандартов доказательного моделирования. Нет сомнений, что решение этой задачи сопряжено с трудноразрешимыми проблемами связности исследовательского и экспертного сообщества в сфере экономики, отсутствием общепринятого понимания терминов, противоречиями между сторонниками различных направлений в ортодоксальной и гетеродоксальной экономической теории. Тем не менее в этой сфере настает «время собирать камни» – период согласования и консолидации усилий экономистов-теоретиков, экономистов-организаторов, экономистов-стратегов и экономистов-практиков, направленных на повышение надежности и безопасности экономико-математического и информационно-компьютерного моделирования. Магистральная линия этого движения должна проходить через пространство доказательного моделирования.

Список литературы

1. Балацкий Е.В. Новые императивы экономического знания: на пути к социэкономике // Социальное пространство. 2022. Т. 8. № 4. DOI: 10.15838/sa.2022.4.36.2
2. Галлямова Э.М. Доказательная государственная политика: возможности и ограничения // Социология. 2021. № 2. С. 158–162.
3. Дружинина О. В., Масина О. Н., Игонина Е. В. Применение методов искусственного интеллекта и когнитивных технологий в задачах моделирования динамических систем // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2022. Т. 18. № 1. С. 83-97. DOI: 10.25559/SITITO.18.202201.83-97
4. Использование методов оптимизации в текущем планировании и оперативном управлении производством: Сб. тез. докл. Всесоюз. конф. (17–19 окт. 1979 г.). М.: ВИНТИ, 1979. 392 с.
5. Капелюшников Р.И. «Рандомисты»; новая экономика развития // Вопросы экономики. 2023. № 6 С. 5–35. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-6-5-35
6. Кирдина С.Г. Мезоэкономика и экономика сложности: актуальный выход за пределы ортодоксии // Журнал институциональных исследований. 2018. Т. 10. № 3. С. 6–17.
7. Клайн М. Математика. Утрата определенности. М.: Мир, 1984. 434 с.
8. Клейнер Г.Б. Производственные функции: теория, методы, применение. М.: Финансы и статистика, 1986. 238 с.

9. Клейнер Г.Б. Экономико-математическое моделирование и экономическая теория // Экономика и математические методы. 2001. Т. 37. № 3. С. 111–126.
10. Клейнер Г.Б. Системная методология Александра Богданова в контексте современного экономического мировоззрения // Вопросы экономики. 2023. № 3. С. 24–39. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-3-24-39
11. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Логинов Е.Л. Применение экономико-математических методов и моделей оптимального планирования в цифровой экономике будущего (ЦЭМИ АН СССР и ЦЭМИ РАН: прогностическая интерпретация и развитие научного наследия нобелевских лауреатов Л.В. Канторовича и В.В. Леонтьева). М.: ЦЭМИ РАН, 2022. 248 с.
12. Мясоедов А.И. Применение математических методов в экономике: специфика, проблемы, перспективы // Beneficium. 2020. № 3 (36). С. 35–47.
13. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 337 с.
14. Парилис С.Э., Либин А.В. Психология вашего сознания. М.: Мысль, 1991. 218 с.
15. Парфенова О. Как развивалась доказательная медицина в России: от закрытых форумов к «доказательным» клиникам // Laboratorium: Журнал социальных исследований. 2022. Т. 14. №. 1. С. 111–132. DOI: 10.25285/2078-1938-2022-14-1-111-132
16. Полтерович В.М. Кризис экономической теории // Экономическая наука современной России. 1998. № 1. С. 46–66.
17. Полтерович В.М. Становление общего социального анализа // Общественные науки и современность. 2011. № 2. С. 101–111.
18. Полтерович В.М. Институты догоняющего развития (к проекту новой модели экономического развития России). 2016. № 5 (47). С. 34–56.
19. Соколов А.В., Волошинов В.В. Выбор математической модели: баланс между сложностью и близостью к измерениям // International Journal of Open Information Technologies, 2018, Vol. 6, No. 9. Pp. 33–41.
20. Соловьев А.И. «Доказательная политика» и «политика доказательств»: дилемма постсоветских обществ // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2021. Т. 14. № 5. С. 61–80. DOI: 10.23932/2542-0240-2021-14-5-3
21. Чернов В.А. Математика в экономике: иллюзии и возможности // Инновационная экономика и общество. 2016. № 3 (13). С. 53–65.
22. Arthur W.B. Complexity and the Economy. Science. 1999. Vol. 284. No. 5411. P. 107–109.
23. Arthur W.B. Complexity and the Economy: a Different Framework for Economic Thought. SFI Working Paper: 2013-04-012.
24. Boumans M., Duarte P.G. The History of Macroeconometric Modeling: An Introduction. History of Political Economy. 2019. Vol. 51, No. 3. P. 391–400. DOI: 10.1215/00182702-7551828

25. Green K.C., Armstrong J.S. Demand Forecasting: Evidence-Based Methods. 2012. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3063308 (дата обращения: 20.06.2023).

26. Knight C., Parker S. How work redesign interventions affect performance: An evidence-based model from a systematic review. *Human relations*. 2021. Vol. 74, No. 1. P. 69–104. DOI: 10.1177/0018726719865604

References

1. Balatsky E.V. New imperatives of economic knowledge: on the way to socionomics // *Social space*. 2022;8(4). DOI: 10.15838/sa.2022.4.36.2 (In Russ.)
2. Galliamova E.M. Evidence-based state policy: opportunities and limitations // *Sociology*. 2021;2:158–162. (In Russ.)
3. Druzhinina O. V., Masina O. N., Igonina E. V. Application of artificial intelligence methods and cognitive technologies in the tasks of modeling dynamic systems // *Modern information technologies and IT education*. 2022; 18(1): 83-97. DOI: 10.25559/SITITO.18.202201.83-97 (In Russ.)
4. The use of optimization methods in the current planning and operational management of production: Sat. abstract report All-Union. conf. (17–19 Oct. 1979). M.: VINITI, 1979. 392 p. (In Russ.)
5. Kapelyushnikov R.I. "Randomists"; new development economics // *Questions of Economics*. 2023;6:5–35. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-6-5-35. (In Russ.)
6. Kirdina S.G. Meso-economics and Economics of Complexity: Actual Going Beyond Orthodoxy // *Journal of Institutional Studies*. 2018;10(3):6–17. (In Russ.)
7. Kline M. *Mathematics. Loss of certainty*. M.: Mir, 1984. 434 p. (In Russ.)
8. Kleiner G.B. *Production functions: theory, methods, application*. M.: Finance and statistics, 1986. 238 p. (In Russ.)
9. Kleiner G.B. Economic-Mathematical Modeling and Economic Theory // *Economics and Mathematical Methods*. 2001;37(3):111–126. (In Russ.)
10. Kleiner G.B. System methodology of Alexander Bogdanov in the context of the modern economic outlook // *Questions of Economics*. 2023;3:24–39. DOI: 10.32609/0042-8736-2023-3-24-39 (In Russ.)
11. Makarov V.L., Bakhtizin A.R., Loginov E.L. Application of economic and mathematical methods and models of optimal planning in the digital economy of the future (CEMI AS USSR and CEMI RAS: predictive interpretation and development of the scientific heritage of Nobel laureates L.V. Kantorovich and V.V. Leontiev). M.: CEMI RAN, 2022. 248 p. (In Russ.)
12. Myasoedov A.I. Application of mathematical methods in economics: specifics, problems, prospects // *Beneficium*. 2020;3(36):35–47.
13. Orlov A.I. *Sustainable economic and mathematical methods and models*. M.: AI Pi Ar Media, 2022. 337 p. (In Russ.)
14. Parilis S.E., Libin A.V. *The psychology of your mind*. M.: Thought, 1991. 218 p. (In Russ.)
15. Parfenova O. How did evidence-based medicine develop in Russia: from closed forums to “evidence-based” clinics // *Laboratorium: Journal of Social*

Research. 2022;14(1):111–132. DOI: 10.25285/2078-1938-2022-14-1-111-132 (In Russ.)

16. Polterovich V.M. Crisis of economic theory // Economic science of modern Russia. 1998;1:46–66. (In Russ.)

17. Polterovich V.M. Formation of general social analysis // Social sciences and modernity. 2011;2:101–111. (In Russ.)

18. Polterovich V.M. Institutions of catch-up development (to the project of a new model of economic development of Russia). 2016;5(47):34–56. (In Russ.)

19. Sokolov A.V., Voloshinov V.V. Mathematical Model Selection: Balancing Complexity and Measurement Proximity // International Journal of Open Information Technologies, 2018;6(9):33–41. (In Russ.)

20. Soloviev A.I. "Evidence-based politics" and "evidence politics": the dilemma of post-Soviet societies // Contours of global transformations: politics, economics, law. 2021;14(5):61–80. DOI: 10.23932/2542-0240-2021-14-5-3 (In Russ.)

21. Chernov V.A. Mathematics in Economics: Illusions and Opportunities // Innovative Economics and Society. 2016;3(13):53–65. (In Russ.)

22. Arthur W.B. Complexity and the Economy. Science. 1999;284(5411):107–109.

23. Arthur W.B. Complexity and the Economy: a Different Framework for Economic Thought. SFI Working Paper: 2013-04-012.

24. Boumans M., Duarte P.G. The History of Macroeconometric Modeling: An Introduction. History of Political Economy. 2019;51(3):391–400. DOI: 10.1215/00182702-7551828

25. Green K.C., Armstrong J.S. Demand Forecasting: Evidence-Based Methods. 2012. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3063308 (дата обращения: 20.06.2023).

26. Knight C., Parker S. How work redesign interventions affect performance: An evidence-based model from a systematic review. Human relations. 2021;74(1):69–104. DOI: 10.1177/0018726719865604