



Методология моделирования социально-экономических систем

Самсонова Н. А.

ЦЭМИ РАН

Российская Федерация, Москва

Аннотация

В статье рассматривается методология моделирования социально-экономической системы. Моделирование социально-экономических систем – это построение упрощенного образа социально-экономической системы для исследования ее свойств, прогнозирования, планирования и проведения сценарных расчетов последствий управленческих решений. Модель социально-экономической системы представляет собой воспроизведение взаимосвязанных элементов социальной и экономической среды, процессов их взаимодействия и функционирования, реакции на изменение окружающей среды. Среди основных классов моделей социально-экономических систем выделяют эконометрические, нейросетевые, имитационные модели, вычислимые модели общего равновесия. Каждый подход характеризуется собственной методологией, функционалом, предназначением. В статье раскрыты особенности, преимущества и ограничения каждого подхода в части моделирования социально-экономических систем.

Ключевые слова: социально-экономическая система, моделирование, эконометрическое моделирование, нейросетевое моделирование, вычислимые модели общего равновесия, имитационное моделирование, агент-ориентированное моделирование.

Дата публикации: 07.03.2019

Ссылка для цитирования:

Самсонова Н. А. Методология моделирования социально-экономических систем // Вестник ЦЭМИ РАН. 2018. Выпуск 4 [Электронный ресурс]. Доступ для зарегистрированных пользователей. URL: <https://cemi.jes.su/s111111110000000-3-1/> (дата обращения: 30.04.2019).

1 Моделирование как форма отражения действительности становится методом научного познания, который используется во всех сферах жизни человека: естественные науки (модель строения атома, модель строения клетки), гуманитарные науки (психологическое моделирование), архитектура (макеты архитектурных объектов) и т.д. Особое место в методологии экономической науки занимает математическое моделирование, которое в настоящее время находит применение в экономике через построение экономико-математических моделей.

2 **Основные понятия теории моделирования.** Моделирование это замена одного объекта другим, искусственно созданным аналогом, с целью изучения свойств и характеристик исходного объекта посредством его исследования и проведения экспериментов над объектом-аналогом.

3 Можно сказать, что моделирование это имитация конкретных процессов, явлений или объектов, реализуемая в определенной среде: виртуальной (созданной при помощи компьютерных технологий), математической (представленной с помощью систем уравнений) и др., созданных исследователем. Искусственное создание среды и воссоздание процесса или объекта позволяет исследователю контролировать процесс моделирования, изменять условия и, тем самым, проверять различные гипотезы и находить теоретическое объяснение для этих процессов и объектов (Клейнер, 2001).

4 Теория замены исходных объектов объектами-аналогами и анализ свойств и характеристик объектов на основе интерпретации их моделей называется теорией моделирования.

5 В процессе моделирования происходит разработка и реализация модели представления объекта, процесса или явления в некоторой форме, отличной от их реального существования, но отражающей основные черты и отличительные признаки, известные исследователю (Королев, 2010).

6 Основные этапы моделирования:

1. разработка и построение модели;
2. исследование модели;

3. анализ системы на основе результатов моделирования.

7 В рамках системного подхода к моделированию важно четко определить для чего создается модель, т.е. цель модели. Цель возникает из первоначально установленных задач, и затем, в свою очередь, ставит для исследователя новые задачи, необходимые для достижения поставленной цели. Цель и задачи моделирования определяют критерии отбора отдельных элементов для создания модели (Докучаева, 2013).

8 Само по себе моделирование является инструментом для достижения следующих целей:

1. оценка основных характеристик проектируемой и основной системы;
2. сравнение и сопоставление нескольких вариантов построения одной и той же системы, за счет проведения разных экспериментов с моделью (например, включение или невключение отдельных условий в модель);
3. прогноз - оценка поведения модели при заданных условиях в будущем, или определение возможных вариантов поведения при конкретно заданных условиях для проверки;
4. анализ чувствительности определение факторов, в наибольшей степени влияющих на поведение показателей модели;
5. оптимизация определение такого сочетания факторов поведения модели, которое обеспечивает наилучшие показатели эффективности.

9 Модель для исследователя это представление целостного объекта в виде отдельных микрочастей, имеющих свои конкретные характеристики и исключения, но тесно связанных друг с другом и создающих целостное восприятие объекта через взаимодействие. Поэтому при построении модель следует воспринимать как систему и в процессе ее разработки необходимо руководствоваться принципами системного подхода:

1. построение модели по принципу постепенного усложнения: движение по этапам и элементам от простого к сложному, от единичного к общему;
2. согласование всех допущений и ограничений в модели, учет известных характеристик;
3. правильное соотношение отдельных уровней иерархии, соответствующих уровням моделируемого объекта, учет связей и правил соотношения;
4. целостность отдельных обособленных стадий построения модели, отсутствие противоречия между ними.

10 **Социально- экономическая система как объект моделирования.** Для анализа социально-экономических систем широко применяется моделирование. Согласно (Репин, 2013) моделирование это процесс отражения реального (или

планируемого) функционирования системы при помощи специальной методологии и инструментария. Модель представляет собой абстрактное отражение предмета в виртуальной среде. Преимущества моделирования состоят в том, что принятие решений в рамках виртуального мира не несет никакого риска и не влекут нежелательных последствий, не наносят ущерба системе. Помимо моделирования последствий определенных решений, так же с помощью модели можно определить максимальные потенциальные возможности системы, степень ее реагирования на малейшие изменения в среде, провести различные эксперименты и выбрать оптимальные способы воздействия.

¹¹ *Моделирование социально-экономических систем* – это построение упрощенного образа социально-экономической системы для исследования ее свойств, прогнозирования, планирования и проведения сценарных расчетов последствий управленческих решений.

¹² *Модель социально-экономической системы* представляет собой воспроизведение взаимосвязанных элементов социальной и экономической среды, процессов их взаимодействия и функционирования, реакции на изменение окружающей среды.

¹³ Моделирование социально-экономических систем осуществляется при помощи логического или математического описания компонентов и функций, отображающих существенные свойства системы.

¹⁴ В теории и практике экономико-математического моделирования параллельно развиваются несколько подходов к моделированию социально-экономических систем. Некоторые подходы уже давно известны, но получили «второе дыхание» за счет скачка развития информационных технологий, другие подходы были недавно открыты благодаря тому же «IT прорыву».

¹⁵ В.В.Орешников и М.М.Низамутдинов (Орешников, 2011) выделяют следующие классы моделей социально-экономических систем:

1. эконометрические модели;
2. нейросетевое моделирование;
3. модели общего экономического равновесия;
4. имитационное моделирование.

¹⁶ Так же используется гибридные модели – модели, совмещающие комбинацию методов и подходов разных классов.

¹⁷ **Эконометрические модели и нейросетевое моделирование.** *Эконометрические модели* применяются для исследования стабильных и слабо динамичных систем. Однако применение только данного подхода к моделированию социально-экономических систем является недостаточным.

Объект моделирования социально-экономических систем является комплексным и состоит из ряда самостоятельных элементов, изменение в поведении которых может повлиять на функционирование всей системы. Статистические методы не способны выявить причинно-следственные связи поведения экономических агентов и поэтому не могут выступать самостоятельным инструментом моделирования.

18 Однако применение эконометрических моделей в качестве приложения к другим подходам моделирования способно повысить точность используемых в модели взаимосвязей, а также может быть применено в процессе калибровки и расчета недостающих параметров модели.

19 *Нейросетевое моделирование* – метод исследования слабо формализуемых систем и процессов при условиях неполной или искаженной информации, основанный на принципах построения функционирования нервной системы человека и ее способности к обучению. Данный метод позволяет учесть рациональные аспекты поведения экономических агентов.

20 Применение данного метода в комбинации с другими методами моделирования позволит повысить точность результатов моделирования. Однако применения нейросетевого моделирования в качестве самостоятельного при моделировании социально-экономических систем является неэффективным в силу сложности построения нейросетей для описания многочисленных закономерностей и принципов взаимодействия экономических агентов (Орешников, 2011).

21 **Модели общего экономического равновесия.** В настоящее время наиболее актуально макро- и мезомоделирование социально-экономических систем, которое необходимо при построении прогнозов социально-экономического развития и разработке документов стратегического планирования.

22 Согласно (Бекларян, 2002) макроэкономическое моделирование социально-экономических систем должно содержать аналитический инструментарий, комплексно отражающий взаимосвязи между производством, обращением, потреблением, и накоплением, между доходами, расходами и конечным спросом между сбережениями и инвестициями и т.д. Для нахождения методов решения для широкого круга задач, относящихся к государственному управлению, применяется подход к моделированию экономических процессов, использующий построение вычислимых моделей общего равновесия, известных как CGE (Computable General Equilibrium models) модели. Такие модели называются общими, так как включают в себя всех действующих в экономической системе агентов. «CGE модель представляет собой систему уравнений, решением которой является общее экономическое равновесие» (Макаров, 2007, с.5), поэтому их и называют равновесными.

23 Согласно (Макаров, 2007) CGE модели можно разделить на две группы:

1. «CGE модели, сформировавшиеся на основе Леонтьевской модели затрат-выпуска... Задачи, решаемые с помощью моделей данной группы, можно свести к оценке результатов экономического роста отраслей народного хозяйства. В настоящее время эти модели наиболее популярны и широко применяются для анализа политических решений во многих развивающихся странах» (Макаров, 2007, с. 6-7). Наиболее известным современным автором в сфере CGE моделирования Леонтьевского типа является американский экономист Л. Тэйлор¹.
2. CGE модели вальрасовского типа, «основная цель которых состоит в количественной оценке последствий изменений экзогенных переменных модели на распределение ресурсов и экономическое благосостояние» (Макаров, 2007, с.7). Основными авторами данного типа моделирования являются: А. Харбергер, Г.Скарф, Фельтенштейн и Шах.

24 А. Харбергер в своей CGE модели, анализирующей падение налоговых ставок, использовал модель экономики только с двумя секторами, которые назвал корпоративным и некорпоративным сектором, покупающим капитал и трудовые ресурсы, предложенные домохозяйством. Основной вывод, полученный Харбергером, заключался в установлении факта зависимости фирм корпоративного сектора от налога на доход корпораций, которой не было у фирм некорпоративного сектора (Harberger, 1962).

25 Г. Скарф в 1967 г. разработал алгоритм для вычисления моделей общего равновесия и разработал прикладную модель общего равновесия (Scarf, 1984, Grassini, 2007).

26 CGE модели успешно применяются как инструмент для количественной оценки действий правительства. Примером может послужить модель анализа дохода штата Калифорния. В рамках модели экономика Калифорнии включает 75 отдельных секторов: «28 промышленных секторов, 2 сектора факторов производства (труд и капитал), 7 секторов домашних хозяйств, 36 правительственных секторов и остальной мир» (Макаров, 2007, с. 8). В результате модели были выявлены следующие зависимости. Когда налоги на капитал падают, ожидается, что фирмы будут увеличивать норму замещения труда капиталом, цены упадут и внутренний баланс стабилизируется. Когда сокращают налоги на доход, остаточный доход за вычетом и сбережения будут достаточными, чтобы побудить предложение труда и миграционные эффекты для преодоления утечки (Berck, 1996).

27 В российской экономической литературе термин CGE моделей начал развиваться с созданием в 1997 году академиком РАН В.Л. Макаровым первой

в России CGE модели RUSEC (RUSSian EConomy). Согласно (Макаров, 1999), данная модель является гибридной и содержит в себе другие подходы к моделированию, в частности теоретико-игровой и эконометрический. В модели наиболее широко применен принцип имитирования: действия экономических агентов отражают реальные действия агентов в жизни. Специфичность данной модели также заключается в рассмотрении трех рынков на один продукт: рынка свободных цен, рынка, регулируемого государством, и рынка теневой экономики.

28 Следующей крупной российской CGE моделью, разработанной на основе RUSEC стала модель "Россия: Центр - Федеральные округа". Отличие данной модели от вычислимой модели Российской экономики заключается в специфике моделируемых объектов. «Кроме модели федеральных округов, российскими экономистами были разработаны CGE модели отраслей народного хозяйства, модель с теневым сектором», модель, включающая сектор социального страхования (Макаров, 2009, с 12).

29 Таким образом, классификацию CGE моделей можно представить в следующем виде (см.рис. 1).

30

Рисунок 1 Классификация CGE моделей. По (Макаров, 2007)

31 Согласно (Бахтизин, 2008) выделяют следующие преимущества CGE моделей:

1. для разработки модели необязательно знать все статистические данные: части их можно вычислить, или откалибровать;
2. выделение мультипликативного эффекта на изменения какого-либо экономического показателя;
3. возможность открытия новых закономерностей посредством проведения вычислительных экспериментов.

32 **Имитационное моделирование.** Также одним из наиболее эффективных подходов к исследованию социально-экономических систем можно отнести имитационное моделирование.

33 Согласно (Борщев, 2004, с. 38-39): «имитационную модель можно рассматривать как множество правил (дифференциальных уравнений, диаграмм состояний, сетей и т.п.), которые определяют в какое состояние система перейдет в следующий момент от заданного текущего состояния». Имитационное моделирование представляет собой мощное средство анализа сложных систем, динамично изменяющихся со временем.

34 При имитационном моделировании моделируемый объект

отображается в модели с характерными свойствами и характеристиками, а процесс его функционирования имитируется. Имитация в имитационном моделировании это проведение различных серий экспериментов модели, реализуемых через пакет программного обеспечения. Особую роль в имитационном моделировании играет возможность многократного воспроизведения моделируемых процессов и явлений с последующей статистической обработкой. На основе собранной во время прогона модели статистики можно сделать выводы в пользу того или иного варианта управленческого решения или варианта функционирования объекта.

³⁵ В соответствии с (Паринов, 2007) основное назначение имитационного компьютерного моделирования состоит в совершенствовании функционирования социально-экономических систем. Подобное совершенствование возможно, как путем исправления неисправно работающих организационных механизмов, так и путем поиска новых подходов к организации и управлению общественных процессов. Компьютерное имитационное моделирование дает наилучший результат в тех областях, где затрачивается достаточно много времени и усилий на построение ментальной модели, мысленное проигрывание и анализ возможных вариантов развития событий. Имитационный подход эффективно применяется при моделировании сложных ситуаций, имеющих большое число объектов, факторов и возможных сценариев развития, которые нужно учесть и проанализировать.

³⁶ Преимущества применения имитационного моделирования социально-экономических систем в соответствии с (Лычкина, 2005):

1. постепенный характер детализации моделируемых подсистем;
2. проведение эксперимента в виртуальной среде, «что позволяет оценивать последствия принимаемых решений не на живых людях, а на компьютерных моделях» (Лычкина, 2005, с. 12-13);
3. позволяет изучить и сравнить большое число альтернатив, стратегий, проводить сценарные расчеты и т.д., что способствует эффективному принятию решений;
4. позволяет изучать динамику развития социальных систем, выявлять новые закономерности и зависимости.

³⁷ Выделяют следующие подходы в «имитационном моделировании»:

1. дискретно-событийное моделирование;
2. системная динамика;
3. агент-ориентированное моделирование» (Борщев, 2004, с. 39-40).

³⁸ В основном дискретно-событийное моделирование применяется для проектирования обслуживания, бизнес-процессов, производства, логистики и т.д. Для моделирования социально-экономических систем чаще применяется

системная динамика и агентное моделирование.

³⁹ Системная динамика была предложена Дж. Форрестером в конце 1950-х гг. (Forrester, 1961). Тогда этот подход использовался для моделирования корпоративного управления. Перелом произошел в 1968 г., когда Дж. Форрестер выпустил книгу "Динамика развития города", переместив тем самым системную динамику в область социально-экономических систем. Динамика развития города привела к развитию системно-динамической национальной модели. Дж. Форрестер так описывал свою национальную системно-динамическую модель: «Цель исследования национальной модели состояла в том, чтобы лучше понять поведение народных хозяйств и найти альтернативную политику для того, чтобы улучшить это поведение... Системно-динамическая национальная модель представляла собой микроструктуру экономики с корпорациями, совокупным домашним хозяйством, ценообразованием, денежными потоками, долгом, правительством и денежно-кредитными средствами управления. Взаимодействие микроструктур воспроизводило макроповедение... национальная модель показала несколько различных динамических состояний, наблюдаемых в промышленной экономике: рост, обычные короткие деловые циклы, стагфляцию и длинные экономические волны...» (Лычкина, 2009, с. 61). Системная динамика регулирует макро-процессы, изменяющиеся со временем под влиянием каких-либо факторов.

⁴⁰ Согласно (Лычкина, 2007) подход системной динамики позволяет моделировать динамические процессы с высоким уровнем агрегирования, поэтому он эффективен для имитирования макро-уровней. Системная динамика рассматривает систему, как совокупность потоков (денежных, материальных, товарных, людских и т.д.), которые можно представить в виде системы дифференциальных уравнений.

⁴¹ Агентное моделирование используется на уровне описания микро-процессов. Согласно (Карпов, 2005) агентная модель отображает реальный мир в виде многочисленных, отдельно специфицируемых активных объектов, называемых агентами. Каждый агент взаимодействует с другими агентами, образуя внешнюю среду, и в процессе моделирования может изменить внешнюю среду и свое поведение. В агентных моделях не существует централизованного управления - агенты действуют по своим законам асинхронно. Цель агентных моделей – исследовать закономерности общего поведения системы посредством агрегирования индивидуализированного поведения ее отдельных активных элементов (актеров, агентов), основываясь на предположении о взаимодействии этих элементов с системой и друг с другом. Агентные модели используются для анализа децентрализованных систем, динамика функционирования которых задана не всеобщими правилами и законами, а является результатом индивидуальной активности членов

группы.

⁴² Преимущество агент-ориентированных моделей перед другими средствами имитационного моделирования:

1. Агентские модели позволяют смоделировать систему, максимально приближенную к реальной. Степень детализации ограничена только возможностями компьютеров.
2. Агентное моделирование является гибким инструментом, позволяющим динамически добавлять новых агентов в систему и (или) удалять агентов из системы, в том числе выборочных, т.е. обладающих специфическими характеристиками.
3. Агент-ориентированные модели широко применяются для моделирования социальных процессов, т.к. используют поведенческое влияние на принятие решений.

⁴³ Согласно (Лычкина, 2015, с. 200) «на уровне описания микро-процессов, агрегированные системно динамические модели социально-экономических систем дополняются агентными моделями индивидуального социального поведения, экономического поведения лиц, принимающих решения, а также описывающими взаимодействие множества социальных групп. Развитие идей и методов эволюционной и поведенческой экономики, необходимость учета человеческого фактора в индивидуальном и социальном проявлении, особенностей социального поведения (и характеристик пассионарности населения) в экономических системах, требует детализации в имитационных моделях социально-экономических систем особенностей принятия решений людьми и экономическими агентами, и выработки индивидуального и группового (социального) поведения». Именно поэтому наиболее эффективно использовать агентный подход при моделировании социально-экономических систем.

⁴⁴ Имитационные модели разрабатывают методом постепенного усложнения – последовательного добавления функций и принципов, описывающих поведение экономических агентов. «Начинка» агент-ориентированных и иных имитационных моделей может быть составлена путем применения эконометрического и нейросетевого моделирования. Таким образом, гибридная агент-ориентированная модель способна «расщепить» функциональное и логическое поведение укрупненного экономического агента, зафиксированное с помощью нейронных сетей или регрессий, на поведение отдельных агентов. Мультиагентность подхода позволяет повысить точность прогнозов поведения и изменения макроэкономических показателей, а также позволяет проводить ряд экспериментов типа «что будет если?».

⁴⁵ **Агент-ориентированный подход к моделированию социально-**

экономических систем. Системы на основе агентов появились в области компьютерной науки, как относительно новое поле деятельности, так как они начали развиваться только с 1980-х годов и получили широкое признание с середины 1990-х годов (Фербер, 1999).

46 За последние несколько лет, многоагентных систем становится все больше и больше. Они расширили свои границы и в других областях исследований, таких как когнитивные и социальные науки, естественные науки (Фербер, 1999).

47 Близость понимания под агентом человека в обществе или в какой-либо организации превращает построение моделей в интуитивный процесс, делая его более доступным для исследователей с ограниченным фоном компьютерного программирования.

48 Модель на основе агентов состоит в основном из числа агентов и окружающей среды, на которую работают агенты и с которой они взаимодействуют (Epstein и соавт., 1996).

49 Агентное моделирование позволяет исследовать не только отношения типа агент-среда, а три различных слоя взаимодействия: агент-агент, агент-окружающая среда и окружающая среда-охрана окружающей среды (Barros и др., 2003).

50 Моделирование на основе агентов предлагает новые возможности для изучения человеческого общества, во многом чувствуя и включая отношения между пространством и обществом. В этом контексте можно определить две основные научно-исследовательские группы. Первая группа фокусируется на поведении агента, или, другими словами, анализирует как агенты реагируют в режиме заданного пространства. Это в основном модели движения пешеходов, которые позволяют исследовать такие вопросы, как динамика толпы и покупательское поведение (Moulin и др., 2004, Batty и др., 2002).

51 Вторая группа фокусируется на поведении ГИС²-среды, то есть, они имитируют пространственную изменчивость. Использование агентного подхода в этом виде моделирования следует из понимания того, что человек, принимая решения, играет важную роль в процессе пространственного изменения. Эти два компонента объединены посредством технические взаимозависимостей и обратных связей между агентами и их средой. (Parkeri др., 2003). Агентские модели, основаны на понимании того, что человек участвует в принятии решений. Следовательно, этот вид моделей позволяет анализировать динамические процессы, которые связывают пространственное развитие с социальными вопросами, что имеет принципиальное значение при рассмотрении вопросов о социальной дифференциации.

52 Согласно (Макаров, 2013) Агент-ориентированная модель это модель, обладающая следующими характеристиками.

1. Автономия. Агенты действуют независимо друг о друга, имея свой собственный индивидуальный алгоритм поведения. Поведение агентов также не регулируется какой-либо одной общей структурой. Однако при этом взаимодействие микро- и макроуровней сохраняется: совокупное поведение агентов микроуровня влияет на параметры макроуровня.
2. Неоднородность. Агенты отличаются друг от друга индивидуальным набором параметров, регулирующих различные аспекты отображаемых объектов.
3. Ограниченная рациональность агентов. Агенты ограничены в познании фактов, выходящих за рамки их системы.
4. Расположение в пространстве. Подразумевается "среда имитационного обитания".

53 Однако основной отличительной чертой агент-ориентированных моделей является взаимодействие в них большого числа агентов.

54 Согласно перечисленным свойствам агент в агентных моделях является автономным объектом с определенной целью функционирования и способностью к обучению в границах, задаваемых разработчиком модели.

55 «Агент-ориентированная модель формирует новый подход к рассмотрению социально-экономического развития страны, региона, республики, города. Ценность данного подхода заключается в том, что он может спрогнозировать, проанализировать и "прожить" заданный промежуток времени, показав результативность запланированного решения без рисков для экономических агентов и среды» (Самсонова, 2015, с.43).

56 На данный момент существуют следующие разработанные модели, отражающие социально-экономические процессы:

1. Крупномасштабная АОМ европейской экономики – EURACE (Europe Agent-based Computational Economics) – агент-ориентированная вычислительная экономика, 2006 г. - наст. время³;
2. FuturICT 2.0, 2017г.- наст. время – междисциплинарный (помимо агент-ориентированного моделирования включает интернет вещей, big data, технологию блокчейн и т.д.) проект по моделированию цифровой экономики⁴;
3. Мультиагентная модель для прогнозирования разрастания территории Большого Торонто, областью исследования которой является часть провинции в Канаде (Yikang Rui, Yifang Ban, 2010);
4. Платформа Symphony – инструмент апробации политических решений, основанный на агент-ориентированном макроэкономическом

моделировании⁵ и др.

Обзор российских агент-ориентированных моделей представлен на сайте Лаборатории агентного моделирования⁶.

⁵⁷ Моделирование является эффективным методом научного познания, т.к. построение модели позволяет изучить исследуемый объект в системном аспекте. Модель учитывает совокупность эндогенных и экзогенных факторов, влияющих на поведение объекта. К эндогенным факторам в данном случае относятся показатели, зависящие от существования самого объекта моделирования. Экзогенные показатели возникают под воздействием объекта с внешней средой и с другими объектами.

⁵⁸ В сфере моделирования социально-экономических систем можно выделить несколько подходов. Каждый подход имеет свой набор целей, функционала, а также ограничений. Однако одним из основных преимуществ моделей социально-экономических систем является возможность их комбинирования. Так, например, модели общего экономического равновесия могут быть построены на основе моделей межотраслевого баланса или эконометрических моделей. Имитационное моделирование может в своем составе иметь набор уравнений, полученных на основе построенных эконометрических моделей и нейронных сетей.

⁵⁹ Моделирование в социально-экономической сфере это процесс воспроизводства реальных (или планируемых) социально-экономических процессов при помощи специальной методологии и инструментария. Модель представляет собой абстрактное отражение предмета в искусственной среде. Преимущества моделирования в отличие от других методов познания состоят в том, что проведение экспериментов в рамках искусственно созданной среды не несет никакого риска и не влечет нежелательных последствий, не наносит ущерба системе. Помимо моделирования последствий определенных решений, так же с помощью модели можно определить максимальные потенциальные возможности системы, степень ее реагирования на малейшие изменения в среде и выбрать оптимальные способы воздействия.

Примечания:

1. см., например, Taylor, Lance. (2016). WP 2011-1 CGE Applications in Development Economics. Journal of Policy Modeling. 38. 10.1016/j.jpolmod.2016.02.010.

2. геоинформационная система

3. http://www.wiwi.uni-bielefeld.de/lehrbereiche/vwl/etace/Eurace_Unibi/The_Eurace_Unibi_Model

4. <https://futurict2.eu/>

5. <http://projectsymphony.eu/>

6. <http://abm.center/>

Библиография:

1. Бахтизин А.Р. Использование CGE-моделей для оценки принятия управленческих решений.//Проблемы управления, 2008, - №5, С. 36-42
2. Бекларян Г.Л. Анализ эффективности экономической политики России с помощью вычислимой модели общего равновесия, описывающей взаимодействие совокупного потребителя, совокупного производителя и государства./Препринт #WP/2002/143. - М.: ЦЭМИ РАН, 2002. - 70 с.
3. Борщев А.В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика // Exponenta Pro, N 3-4, 2004, С. 38-47
4. Докучаева С.М. Системный подход в экономико-математическом моделировании/ Научные итоги года: достижения, проекты, гипотезы, 2013, №3
5. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование на AnyLogic 5.// БХВ_Петербург, С.Петербург, 2005
6. Клейнер Г.Б. Экономико-математическое моделирование и экономическая теория./ Экономика и математические методы, 2001, т. 37, №3.
7. Королёв, М.Ю. Моделирование как метод научного познания: монография/М.Ю. Королёв. -М.: Карпов Е.В., 2010. -116 с.
8. Лычкина Н.Н. Компьютерное моделирование социально-экономического развития регионов в системах поддержки принятия решений, // Материалы III Международной конференции SICPRO`04 - М.: ИПУ РАН, 2005.
9. Лычкина Н.Н. Имитационные модели в процедурах и системах поддержки принятия стратегических решений на предприятия - ГУУ – ВШЭ, «Бизнес-информатика», № 1, М.,2007 г.
10. Лычкина Н. Н. Ретроспектива и перспектива системной динамики. Анализ динамики развития // Бизнес-информатика. 2009.
11. Лычкина Н. Н. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ // В кн.: Системный анализ в экономике – 2014. Том 1/ Материалы III Международной научно-практической конференции «Системный анализ в экономике – 2014». Москва, 13-14 ноября 2014 г./ Под общей ред. чл.-корр. РАН Г.Б. Клейнера – М.: ЦЭМИ РАН, 2015. – 238 стр. Т. 1. М. : ЦЭМИ РАН, 2015. С. 198-202.

12. Макаров В.Л. "Вычислимая модель Российской экономики", ЦЭМИ РАН, 1999.
13. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сулакшин С.С. Применение вычислимых моделей в государственном управлении. - М.: Научный эксперт, 2007.
14. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Верховская О.И., Жиянов В.И. CGE модель, включающая сектор социального страхования / Препринт # WPI2009/251. М.: ЦЭМИРАН, 2009.-49 с.
15. Орешников Владимир Владимирович, Низамутдинов Марсель Малихович Разработка стратегий развития муниципальных образований на основе имитационного моделирования // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2011. №5.
16. Паринов С.И. Новые возможности имитационного моделирования социально-экономических систем//Искусственные общества, 2007. - №3-4
17. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 544 с.
18. Самсонова Н.А. ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2015. Том 7. Выпуск 4. С. 41-54
19. Barros, J. and Alves Jr., S. (2003) Simulating Rapid Urbanisation in Latin American Cities. In P. Longley and Batty, M. (eds.), Advanced Spatial Analysis: The CASA Book of GIS, ESRI Press, London.
20. Batty, M., Desyllas, J. and Duxbury, E. (2002) CASA Working Papers.
21. Berck P., Golan E., Smith B. (1996) Dynamic Revenue Analysis for California. University of California, Berkeley.
22. Epstein, J. M. and Axtell, R. (1996) Growing artificial societies: social science from the bottom up. Brookings Institution Press, Washington, D.C.
23. Ferber, J. (1999) Multi-agent systems: an introduction to distributed artificial intelligence. Addison-Wesley, Harlow.
24. Forrester, J. W. 1961. Industrial Dynamics. MIT Press: Cambridge, Massachusetts.
25. Grassini M. - Rowing along the Computable General Equilibrium Modelling

26. Harberger, A: (1962) 'The incidence of the corporate income tax', *Journal of Political Economy* 70:215-240
27. Moulin, B., Chaker, W. and Gancet, J. (2004) PADI-Simul: an agent-based geosimulation software supporting the design of geographic spaces, *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 28, No. 4, 387-420.
28. Parker, D., Manson, S. M., Janssen, M., Hoffmann, M. J. and Deadman, P. (2003) Multi-Agent Systems for the Simulation of Land-Use and Land-Cover Change: A Review, *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 93, No. 2, 314-337.
29. Scarf, H.E. and J.B. Shoven (eds.) (1984), *Applied general equilibrium analysis*, Cambridge University Press.

The methodology of socio-economic system modeling

N. Samsonova

*Central Economics and Mathematics Institute, RAS
Russian Federation, Moscow*

Abstract

The article describes the methodology of socio-economic system modeling. The socio-economic system modeling is the simplification of system aimed to explore it's features, to plan, predict and evaluate the impacts of government decisions. The model of socio-economic system is the simulation of interactions and correlations of social and economic processes and impulse responses to environment's changes. The main classes of the models of socio-economic system are: econometric, neural network models, Computable General Equilibrium (CGE) models, simulation models. Each class has special methodology, functional, purposes. The article focuses the features, benefits and limits of the approaches of socio-economic system modeling.

Keywords: socio-economic system, modeling, econometric modeling, neural network modeling, computable general equilibrium models, simulation modeling, agent-based simulation modeling.

Date of publication: 07.03.2019

Citation link:

Samsonova N. The methodology of socio-economic system modeling // Herald of CEMI. 2018. Issue 4 [Электронный ресурс]. Access for registered users. URL: <https://cemi.jes.su/s111111110000000-3-1/> (circulation date: 30.04.2019).