

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА

Орешников В.В. *Институт социально-экономических исследований УНЦ РАН*

В статье рассматривается проблема прогнозирования развития социально-экономических систем и используемые при этом методы. В рамках агентного подхода выделены основные элементы системы и исследована их взаимосвязь. Предложена схема функционирования модели.

Экономика региона как сложная система обладает большим числом параметров характеризующих степень её развития. При этом кроме сугубо экономических параметров, важную роль играют параметры других сфер жизнедеятельности, в том числе социальные. Все они образуют множество информационных потоков отражающих взаимодействие отдельных субъектов. Несомненно, регион является в некоторой степени самоорганизующейся системой, способной самостоятельно развиваться и реагировать на изменение окружения без внешнего воздействия. Однако управляя данными параметрами, должно способствовать ее сбалансированному развитию.

Отдельной задачей регионального менеджмента является использование упреждающего управления. Традиционная схема управления представляет собой взаимодействие субъекта управления, объекта управления и влияние на них окружающей среды. При этом управленческое воздействие субъекта на объект представляет собой ответ на произошедшие изменения в показателях функционирования объекта, на несоответствие реальных значений некоторых параметров плановым или нормативным. В тоже время, в условиях функционирования сложных социально-экономических систем необходимо не устранять последствия отрицательных отклонений, а предотвращать их появление. Для этого требуется четкое понимание процессов происходящих в системе и возможность адекватного представления о состоянии системы в будущем, при условии реализации некоторого набора воздействий. Исходя из этого, задача прогнозирования социально-экономического состояния является актуальной для управления региональными системами.

На сегодняшний день существует большое число разнообразных методов прогнозирования, отличающиеся по различным классификационным признакам. По степени формализации методы экономического прогнозирования можно подразделить на интуитивные и формализованные. Интуитивные методы прогнозирования представляют собой использование экспертных оценок. Их применение целесообразно в тех случаях, когда формализация элементов и

взаимосвязей системы невозможны либо не дают положительного результата. Выделяют два типа экспертных оценок:

1. Индивидуальные;
2. Коллективные (в том числе метод Дельфи, метод мозгового штурма).

В тоже время, применения методов экспертных оценок для прогнозирования социально-экономического развития региона требует слаженной работы большого числа экспертов в различных областях. Данный процесс является крайне трудоемким.

Среди формализованных методов в первую очередь следует отметить метод экстраполяции данных. Выделяют формальную и прогнозную экстраполяцию. В последнем случае учитываются планируемые изменения внешней среды. Основной причиной, по которой использование метода экстраполяции статистических данных функционирования региона является малоприменимым для прогнозирования его развития, является фактическое отрицание взаимосвязи между отдельными показателями (параметрами развития системы). Таким образом, экстраполяция помогает увидеть основную тенденцию изменения параметра при условии, что сохраняется тенденция всех влияющих на него параметров, что крайне маловероятно в реальной социально-экономической системе.

Третью большую группу методов образуют методы моделирования и экономико-математические методы, которые, в том числе, включают метод экономического анализа, балансовый метод, нормативный метод, программно-целевой метод. В отличие от методов экстраполяции, построение модели позволяет учесть взаимообусловленность изменения параметров системы. В тоже время данный подход более трудозатратен. Разработчик модели сталкивается с ситуацией, в которой каждый из параметров связан со всеми остальными параметрами. А так как для реальной социально-экономической системы может быть отобрано бесконечное множество различных параметров, функция, описывающая поведение конкретного объекта становится бесконечной. В связи с этим возникает необходимость выбора конечного набора наиболее существенных показателей и выражения влияния остальных «несущественных» показателей через некоторый корректировочный коэффициент.

Для построения любых экономико-математических моделей наиболее важными общими принципами являются следующие[1]:

- Принцип адекватности модели моделируемому объекту;
- Принцип учета целостности воспроизводственного процесса;
- Принцип информационной обеспеченности;
- Принцип технологичности разработки и использования модели;
- Принцип соединения в единой модели общеэкономических и частных отраслевых показателей;

- Принцип соединения в модели натуральных и стоимостных показателей экономики;
- Принцип сочетания подхода от потребностей с ресурсными подходами;
- Принцип учета открытости экономики;
- Принцип оптимизации.

Из всей совокупности методов моделирования наибольший интерес представляет имитационное динамическое моделирование.

Имитационное моделирование — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью с достаточной точностью описывающей реальную систему и с ней проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе[3]. Имитационная модель — логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

Имитационное моделирование позволяет имитировать поведение системы во времени. Причём плюсом является то, что временем в модели можно управлять: замедлять в случае с быстропротекающими процессами и ускорять для моделирования систем с медленной изменчивостью. Можно имитировать поведение тех объектов, реальные эксперименты с которыми дороги, невозможны или опасны.

Из определения следует, что модель имеет два уровня логический и математический. Логический уровень представлен набором схем отражающим взаимосвязи между реальными объектами. В то время как математический – это совокупность математических зависимостей (функций, уравнений), описывающих данные зависимости.

Выделяют три основных направления имитационного моделирования.

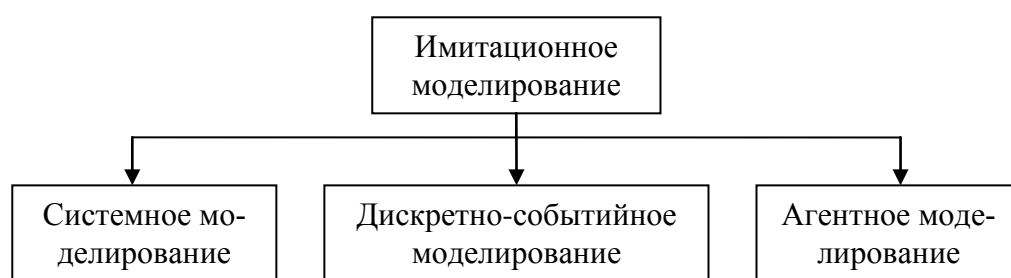


Рисунок 1. – Направления имитационного моделирования

Его парадигмой является системное моделирование, которое исследует причинных связей и глобальных влияний одних параметров на другие во времени, а затем на основе полученных данных имитирует функционирование объекта.

Отличительной особенностью дискретно-событийного моделирования является пренебрежение непрерывностью событийного ряда. В связи с этим рассматриваются только основные события моделируемой системы.

Агентное моделирование также является направлением имитационного моделирования. Однако оно не рассматривает систему как абсолютно централизованную. В рамках данного подхода считается что именно поведение отдельных агентов формируют глобальные правила и законы. Агент — некая сущность, обладающая активностью, автономным поведением, может принимать решения в соответствии с некоторым набором правил, взаимодействовать с окружением, а также самостоятельно изменяться.

Социально экономическую систему региона можно представить в виде множества взаимодействующих разумных субъектов, стремящихся удовлетворить свои потребности путем взаимодействия с другими субъектами. В связи с этим данная система является децентрализованной. Кроме того существует также и внешняя по отношению к данной системе надсистема, так же состоящая из множества субъектов. Таким образом, применение с данным случае агентных моделей является обоснованным.

Необходимо отметить, что граница между внутренней и внешней средой является весьма условной. Это связано с тем, что в соответствии с законами Российской Федерации не могут создаваться барьеры для перемещения грузов, товаров, рабочей силы, денежных средств или же каких-либо иных ресурсов в пределах РФ. Таким образом, субъекты внутри региона взаимодействуют друг с другом на принципиально тех же условиях, что и с субъектами из других регионов. Отнесение их к внешней среде обусловлено в первую очередь необходимостью территориально ограничить исследуемый объект, а также структурой и особенностью имеющейся статистической информации. Данные утверждения не относятся к импорту, так как наличие государственной границы накладывает дополнительные условия на взаимообмен ресурсами. Таким образом, условно принимается тот факт, что между элементами внутри региона имеется большая плотность связей, чем с элементами вне региона. Необходимо отметить, что для Республики Башкортостан данное утверждение выглядит достаточно обоснованным в связи с тем, что Уфа является крупным центром, который «притягивает» элементы вокруг себя. В тоже время в соседних субъектах РФ также присутствуют крупные центры, имеющие сильные связи с элементами своей системы.

Кроме того, также следует отметить наличие среды в которой функционируют данные субъекты. Это и природная, и культурная, и социальная, и историческая среда.

Таким образом, регион представляет собой сложную социально-экономическую систему отдельных разноплановых разумных элементов, взаи-

модействующих друг с другом и с элементами внешней среды для достижения определенных задач.

Исходя из этого, представляется целесообразным использовать агентные модели как инструмент анализа экономики региона и прогнозирования параметров ее развития.

Число и структура агентов зависит от поставленной цели моделирования и степени детализации. Для целей макроэкономического анализа рационально выделить три основных агента:

1. Производители товаров и услуг;
2. Население (домохозяйства);
3. Государство.

Производители товаров и услуг стремятся, в первую очередь, максимизировать свою прибыль. Для этого они используют ценовую политику, снижают издержки производства, увеличивают объемы продаж и т.д.

Можно выделить следующие используемые данным агентом ресурсы:

1. Трудовые ресурсы – выражены в таком показателе, как численность населения занятого в экономике;
2. Основные фонды (в том числе, основные производственные фонды);
3. Оборотные фонды.

Закупая необходимые ресурсы, предприятия выступают в роли «потребителя». Преобразуя ресурсы в ходе производственного процесса сначала в незавершенное производство, а затем в готовую продукцию, данный агент играет роль «производителя». Далее, передавая готовую продукцию в сферу обращения, он становится «поставщиком ресурса» для других агентов. При этом основные и оборотные фонды могут формироваться самим агентом и впоследствии использоваться (промежуточное потребление).

Итогом деятельности (выходными потоками) данного агента будут являться:

1. Доходы собственников;
2. Заработная плата работников, а также иные выплаты сверх заработной платы;
3. Налоговые отчисления и т.д..

Исходя из функционирования данного агента, может быть рассчитана величина валового регионального продукта, как суммы валовых добавленных стоимостей.

Математическое описание модели требует определения некоторой зависимости одного показателя от других. Многие из таких зависимостей широко известны. В частности производственная функция Кобба-Дугласа, которая достаточно адекватна в большинстве случаев.

Население, как и другие агенты не однородно по своему составу. В связи с этим каждый человек обладает собственным набором источников денежных средств и направлений их использования. При этом стратегия поведения каждого отдельного индивида не является целью анализа. В рамках макроэкономического моделирования значение имеют лишь наиболее существенные общие для большинства характеристики функционирования. То есть имеет место действие закона больших чисел. В целом, для агента «Домохозяйства» основной целью будет выступать увеличение реальных доходов, за счет которых могут быть улучшены условия жизнедеятельности.

Используемые данным агентом ресурсы представляют собой денежные доходы, получаемые в виде:

1. Заработной платы и выплат от организаций кроме заработной платы;
2. Доходов от предпринимательской деятельности;
3. Социальных трансфертов;
4. Доходов от собственности;
5. Доходов от финансовой деятельности;
6. Прочих доходов.

Таким образом, домохозяйства выступают и как потребитель готовой продукции, и как поставщик рабочей силы.

Полученные денежные доходы могут перераспределяться между отдельными домохозяйствами, накапливаться в виде сбережений и превращаться в денежные расходы (рисунок 3).



Рисунок 3– Денежные доходы и расходы населения

Направления и объемы расходования денежных средств домохозяйствами в Республике Башкортостан в 2002 – 2007 годах представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Денежные расходы населения РБ (млн. рублей)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Покупка товаров и оплата услуг	111533	143375	185886	246106	327090	435635
Обязательные платежи и добровольные взносы	9678	12284	17381	20873	28021	37840
Прирост сбережений во вкладах и ценных бумагах	6022	10718	12272	13022	17927	21998
Расходы на покупку недвижимости	1638	3263,2	4281	4894	6036	6562
Прочее	7972	11082	14532	27948	29014	18365
Всего денежных расходов и сбережений	136846	180723	234353	312846	408090	520402

При этом рассматривая структуру денежных расходов можно заметить, что она достаточно постоянна. Так расходы на покупку товаров и услуг составляют в среднем 80%, обязательные платежи и взносы – 7%, прирост сбережений по вкладам – 4,7%, расходы на покупку недвижимости – 1,5%.

Экономический агент «Государство» представляет собой систему государственных органов, деятельность которых направлена на создание оптимальных условий развития других экономических агентов.

Изменение ресурсов данного агента выражается через доходы и расходы бюджетов разных уровней. В соответствии с трехуровневой системой управления выделяют федеральный бюджет, бюджет субъекта федерации и бюджет муниципального образования.

В тоже время, исследуя регион как целостную систему целесообразнее использовать понятие консолидированного бюджета региона (то есть не производить разграничений между бюджетом субъекта федерации и бюджетами муниципальных образований, входящих в его состав). Это обосновано тем, что каждый из муниципальных образований не рассматривается в отдельности, а является частью общерегиональной системы.

Таким образом могут быть выделены следующие источники формирования консолидированного бюджета:

1. Налоговые доходы;
2. Неналоговые доходы;
3. Безвозмездные поступления.

Налоговые доходы Республики Башкортостан в последние 5 лет на 85% – 92% формировались за счет налога на прибыль организаций, налога на доходы физических лиц, налога на имущество, акцизных сборов. В общей сумме дохо-

дов они занимали примерно 69%. Неналоговые доходы в основном формируются за счет использования имущества находящегося в государственной и муниципальной собственности, а также от продажи материальных и нематериальных активов. Суммарно данный вид доходов образует порядка 15% консолидированного бюджета РБ. Безвозмездные поступления на 85% формируются за счет поступлений из других бюджетов бюджетной системы РФ и совместно с иными безвозмездными поступлениями составляют около 16% от доходов консолидированного бюджета РБ.

В тоже время, расходование средств консолидированного бюджета осуществляется по направлениям, представленным в таблице 2.

Таблица 2 – Структура расходов консолидированного бюджета РБ.

	2006	2007	2008
Общегосударственные вопросы	7,41%	8,57%	7,35%
Национальная оборона	0,05%	0,04%	0,05%
Национальная безопасность и правоохранительная деятельность	4,95%	4,67%	4,90%
Национальная экономика	18,28%	19,41%	20,58%
Жилищно-коммунальное хозяйство	7,00%	7,31%	9,13%
Охрана окружающей среды	0,29%	0,27%	0,25%
Образование	27,82%	25,73%	26,23%
Культура, кинематография и средства массовой информации	5,58%	5,67%	4,76%
Здравоохранение и спорт	19,88%	19,11%	12,05%
Социальная политика	8,75%	9,22%	9,87%
Межбюджетные трансферты	-	-	4,83%
Итого расходов	100,00%	100,00%	100,00%

Из таблицы видно, что основная часть средств идет на развитие экономики и социальной сферы.

Кроме того, в качестве отдельного экономического агента может быть выделен финансовый рынок состоящий из множества финансовых организаций, предоставляющих услуги кредитования физическим и юридическим лицам, а так же привлекающие денежные средства в виде депозитов.

Необходимо отметить ряд особенностей, которые следует учитывать при построении математической модели функционирования экономики региона. В связи с тем, что разные товары, работы и услуги имеют разное натуральное выражения, то требуется некоторым образом соотнести их. Для этого потребуется использовать стоимостное выражение. Таким образом, фактическое перемещение товаров и услуг превращается в движение финансовых потоков.

Организовать работу модели предполагается по следующей схеме:

1. Необходимо ввести начальные данные, то есть описать состояние социально-экономического объекта на некоторый момент времени, принимаемый за точку отсчета;
2. Основываясь на имеющихся данных и правилах поведения социально-экономического объекта, просчитывается его состояние в следующий момент времени;
3. Вводятся реальные значения состояния объекта в рассчитанный момент времени;
4. Происходит сравнение прогнозного и реального состояния объекта;
5. Исходя из результатов сравнения, производится корректировка правил поведения социально-экономического объекта, вносятся изменения в используемые для расчетов формулы. При этом должен быть предусмотрен механизм защиты от влияния одноразовых или случайных скачков, которые могут привести к некорректному поведению модели в будущем;
6. С учетом реальных данных о состоянии объекта за все предыдущие моменты времени и используя уточненную модель поведения объекта, делается прогноз по его состоянию в следующий момент времени;
7. Система возвращается к пункту 3 и процесс повторяется.

Данный алгоритм должен обеспечивать на каждом последующем шаге более адекватный и точный прогноз развития социально-экономического объекта.

Программное исполнение имитационной модели является завершающим этапом ее разработки и включает, кроме всего прочего, наполнение ее фактическими данными и первоначальную отладку. Программное исполнение системы должно позволять осуществлять добавление, удаление или корректировку блоков без пересмотра всей системы.

Также необходимо отметить, что теория и практика имитационного моделирования продолжает дополняться новыми элементами. Рядом авторов выдвигается предложение в необходимости дополнить имитационную модель развития экономики региона «оптимизационной динамической моделью» [2].

Подобная имитационная модель может быть применена для решения различных задач, в том числе:

1. Прогнозирование доходов консолидированного бюджета РБ;
2. Анализ последствий разрабатываемых мероприятий для каждой из сфер жизнедеятельности региона;
3. Выявление основных направлений деятельности органов власти для достижения поставленных целей;
4. Моделирование социально-экономического развития территории;
5. Определение оптимальной структуры расходной части консолидированного бюджета;

6. Обоснование крупномасштабных инвестиционных проектов.

Не смотря на имеющиеся трудности в разработке и использовании имитационных моделей в управлении региональным развитием, данный подход является наиболее перспективным. Информационные системы, построенные на его основе способны производить не только качественный анализ ситуации, но и прогнозировать количественные изменения. Наличие причинно-следственных связей позволяет выявлять причины изменений и выработать наиболее оптимальные пути решения задач регионального развития.

Список литературы:

1. Клоцвог Ф.Н., Костин В.А. Макроструктурные модели – инструмент народнохозяйственного прогнозирования;
2. Медведев А.В. Моделирование стратегии регионального экономического развития на основе решения задачи оптимального управления // Экономический вестник Ростовского государственного университета 2007 том 5 №1 часть 3. – стр.214-218;
3. Электронные словари и энциклопедии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/117535>.