

Имитационное моделирование бизнес-процессов и экономических систем

И. Н. Большаков

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), Financial University
ibolshakov@mail.ru

Аннотация. Популярной вариацией аналогового моделирования является имитационное моделирование, которое реализуется не только с помощью определенного набора математических инструментальных средств, но и специально имитирующих компьютерных программ и различных технологий программирования, дающих с помощью процессов-аналогов провести целенаправленный анализ структуры и функций реально сложного процесса в компьютерной памяти в режиме «имитации», произвести оптимизацию многих его параметров.

Ключевые слова: модель, имитационное моделирование, глобальные процессы; система; данные и алгоритмы; операции; исследование

Имитационная модель выступает в качестве программного комплекса, позволяющего повторять с детальной точностью деятельность какого-либо сложного объекта. Этот комплекс пускает в ход параллельные вычислительные взаимодействующие процессы, являющиеся по временным параметрам подобиями изучаемых нами процессов. Многие научные направления (к примеру, научное направление «Computer Science») используют именно такое толкование имитационного моделирования, а в программах магистерской подготовки по данному направлению имеется надлежащая учебная дисциплина для детального изучения курса.

Имитационное моделирование глобальных экономических процессов обычно применяется в двух конкретных случаях:

- для получения и отслеживания их динамики в каких-либо экстренных ситуациях, связанных с возможными рисками и при проведении экспериментов с дискретно-непрерывными моделями сложных экономических объектов;
- для управления сложным бизнес-процессом, когда имитационная модель управляемого экономического объекта используется как инструментальное средство в очертании адаптивной системы управления, которая создается на основе информационных (компьютерных) технологий.

Имитационное моделирование помогает нам осуществить исследование систем, которые мы либо анализируем, либо проектируем, по схеме операционного изучения, содержащего внутри себя ключевые этапы, связанные между собой. Нам всего лишь следует поставить задачу, разработать модель, при помощи программы реализовать имитационную модель, дать

точную оценку моделирования, составить план проведения будущих экспериментов и уже потом обдумывать принятия решений.

I. КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Моделирование понимается как процесс изучения, применения и построения моделей. Оно имеет тесную связь с аналогией, гипотезой и абстракцией. Конструирование научных гипотез, построение абстракций и умозаключение по аналогиям, – все это обязательно входит в состав процесса моделирования. Метод опосредствованного познания с помощью объектов, которые выступают заместителями, является главной особенностью моделирования. Модель выступает в качестве своеобразного инструмента познания, с помощью которого исследователь может изучать интересующий его объект. затруднительна, потому что понятие «модель» имеет очень много значений в разных областях. Если смотреть на моделирование как на форму отражения действительности, тогда следует сказать, что оно широко распространено. Мы можем выделить из всех прочих еще и производственную систему, которая включает в себя сознательного человека, выполняющего различные функции. Следовательно, в соответствии с этим в качестве производственной системы могут выступать различные организации, объединения, предприятия, отрасли и так далее.

Выделяет четыре основных признака классификации имитационных моделей: типу используемой электронно-вычислительной машины; способу взаимодействия с пользователем; способу управления системным временем (механизму системного времени); способу организации квазипараллелизма (схеме формализации моделируемой системы).

Аналоговые и гибридные имитационные модели рассматриваются лишь в случае типа электронно-вычислительной машины. Если рассматривать имитационные модели по способу взаимодействия с пользователями, тогда можно выделить следующие виды: интерактивные, которые заранее рассматривают возможный диалог с пользователем в соответствии со сценарием моделирования; автоматические, которые совершенно не нуждаются во вмешательстве исследователя после определения режима моделирования.

Также выделяют задание времени с помощью постоянных интервалов и задание времени с помощью переменным временных интервалов, то есть шаги и

моделированием по особым состояниям. Две эти категории выделяются в качества механизмов системного времени.

II. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Исследователь должен выполнить последовательность некоторых этапов, когда имитационная модель уже была реализована на электронно-вычислительной машине.

Следует испытать модель, исследовать совершенно все свойства модели, составить план имитационного эксперимента и провести расчеты. Испытания имитационной модели включает в себя всего четыре этапа:

1. задание исходной информации, зависящей от типа системы, которая подвергается моделированию, то есть, если моделированию подвергнута проектируемая система, тогда проводится измерение на прототипах (в случае, если в наличии нет прототипов, тогда используют экспертные оценки переменных моделей или же параметров); если моделированию подвергнута функционирующая система, следует произвести измерение характеристик ее работы, а затем уже использовать полученные данные;
2. проверка имитационной модели; она состоит из трех возможных способов проверки, которые производятся по дисперсиям отклонений, по максимальным значениям абсолютных отклонений и по средним значениям откликов системы;
3. верификация адекватности модели, которая состоит из доказательств подтверждений соответствия алгоритма ее функционирования;
4. калибровка имитационной модели; данная категория позволяет нам иметь возможность изменений по трем типам, которые звучат, как глобальные и локальные изменения структуры системы и изменения калибровочных параметров.

Каждый из этих вариантов достаточно сложен, поэтому проведение измерений на проектируемых системах нуждается в использовании качественных средств. Экспертное оценивание выступает в качестве достаточно затруднительных процедур получения информации и ее дальнейшей обработки. Исследование всех свойств модели включает в себя четыре самых важных этапа, в которых нужно оценить все возможно допустимые погрешности имитации, определить длительность перехода режима, оценить результаты и их достоверность и исследовать чувствительность имитационной модели.

III. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В качестве очень эффективного средства проектирования сложных систем и исследования в современном мире выступает имитационное моделирование. Его сфера применения настолько велика, что это дает возможность наиболее широко применять приобретенные навыки в области экономики и ее глобальных экономических решений.

Следует выделить следующие типовые задачи, которые решаются с помощью инструментов имитационного моделирования при управлении экономическими объектами:

1. моделирование процессов логистики для определения стоимостных и временных параметров;
2. расчет параметров безопасности и каких-либо задержек обработки информации в информационной банковской системе;
3. анализ работы автотранспортного предприятия, занимающегося коммерческими перевозками грузов с учетом специфики денежных и товарных потоков в регионе;
4. анализ сетевой модели Program Evaluation and Review Technique (или сокращено PERT) для налаживания производственного оборудования с учетом возникновения неисправностей и проектов их замены;
5. управление процессом реализации проекта инвестиций на различных этапах его жизненного цикла с учетом плана выделения денежных сумм и возможных рисков;
6. анализ клиринговых процессов в работе сети кредитных организаций (в том числе применение к процессам взаимозачетов в условиях российской банковской системы);
7. прогнозирование результатов финансовой деятельности предприятия на какой-либо конкретный период времени;
8. расценка параметров безопасности и задержек в экономической централизованной информационной системе с коллективным доступом (на примере системы продажи авиабилетов с учетом несовершенства физической организации баз данных и отказов оборудования);
9. анализ эксплуатационных параметров распределенной ведомственной многоуровневой информационной управляющей системы с учетом пропускной способности каналов связи, неоднородной структуры и несовершенства физической организации распределенной базы данных в региональных центрах.

Между объектом моделирования и самой моделью можно выделить несколько характерно схожих черт: динамических – существует соответствие между последовательно изменяющимися состояниями объекта и модели; геометрическое – существует соответствие между пространственными характеристиками объекта и модели; вероятностных – существует соответствие между процессами вероятностного характера в объекте и модели; физических – объект и модель имеют одинаковую или сходную физическую природу; функциональное – объект и модель выполняют сходные функции при воздействии; структурное – их структуры очень схожи между собой.

Основной целью имитационного моделирования глобальных экономических процессов считается описание точного поведения модели экономики и ее глобальных

процессов, ссылаясь на достоверные результаты анализов наиболее важных связей между её частями, – разработке симулятора экономических глобальных процессов для проведения различных исследований над ними. Современное общество предъявляет требования к специалисту в области экономики, и эти требования неуклонно растут. Успешная деятельность в последнее время практически во всех сферах экономической деятельности зависит от точного моделирования динамики развития различных процессов, изучения особенностей развития и рассмотрения их работы в различных условиях. От уровня научно-технического прогресса тоже зависит многое, то есть эффективность развития науки и совершенствование технологий неразрывно друг с другом связаны. Возможности специалиста по имитационному моделированию будут увеличиваться с каждым разом, когда уровень и качество технологий будут расти. Сферы использования вычислительных систем позволили нам решать множество различных сложных задач. Они дали толчок в большему человеческому прогрессу и сейчас являются стремительно развивающимися ветвями нашей практики. И, конечно же, всего этого не было бы без прогресса информационно-вычислительной техники. Точки зрения по поводу сущности моделирования делятся на две: исследование объектов познания на моделях или построение и изучение моделей реально существующих предметов и явлений, а также предполагаемых (конструируемых) объектов.

Сущность имитационного моделирования заключается в целенаправленном эксперименте с имитационной моделью путем «проигрывания» различных вариаций функционирования системы с их экономическим анализом. Результаты и соответствующий этим результатам экономический анализ следует оформлять в виде различных графиков и таблиц, потому что это значительно простит процесс принятия дальнейших шагов. Помимо преимуществ имитационного моделирования также существует ряд недостатков:

1. отсутствие хорошей структуры принципов построения моделей имитаций, вследствие этого каждый возможный случай ее построения требует значительной проработки;
2. возникают трудности в области методологии для поиска оптимальных решений;
3. трудно собрать и подготовить статистические данные;
4. возникает сложность анализа и осмысления результатов, которые получены в ходе вычислительного эксперимента;
5. достаточно большие затраты средств и времени при поиске оптимальных траекторий исследуемой нами системы.

Имитационная модель выступает как экономико-математическая модель, чье исследование проводится с помощью экспериментальных методов. Суть эксперимента заключается в наблюдении за результатами расчетов, который появляются при различных задаваемых значениях вводимых экзогенных переменных. Имитационная модель является динамической моделью, потому что в ней

присутствует такой важнейший параметр, как время. Имитационную модель можно считать еще специальным программным комплексом, дающим нам повторить деятельность любого взятого сложного объекта. Появление имитационного моделирования обычно связывают с «новой волной» в экономико-математическом моделировании. Но это не является единственной причиной. Также еще различные экономические проблемы в сфере управления и образования и рост производительности компьютеров поспособствовали расширению экономико-математических рамок. К имитационному моделированию приходится прибегнуть лишь в таких случаях, когда зависимости между элементами систем моделирования слишком сложные и неопределенные для того, чтобы суметь описать их на языке современной математики. То есть имитационное моделирование используют тогда, когда чисто аналитические методы неприменимы или неприемлемы из-за сложностей. Динамические процессы системы оригинала при использовании имитационного моделирования чаще всего подменяются процессами, которые имитируются алгоритмом в абстрактной модели. Но временные и логические последовательности, как и в реальной системе, все равно учитываются. Поэтому метод имитационного моделирования мог бы выступать как операционный или алгоритмический. Определенные события и состояния, по которым можно вычислить необходимые характеристики функционирования исследуемой системы, фиксируются в процессе имитации функционирования изучаемой системы.

Для систем информационно-вычислительного обслуживания могут быть определены такие характеристики в качестве динамических, как: длина очередей на обслуживание; количество заявок, покинувших систему; время ожидания обслуживания; производительность устройств обработки данных;

Имитационное моделирование учитывает процессы любой степени сложности, если имеется их описание, которое задано абсолютно в любой форме: графиками, таблицами, формулами и допускается даже словесная форма. Основной особенностью и преимуществом имитационных моделей является то, что изучаемый процесс, так сказать, копируется на вычислительной машине. Именно поэтому в отличие от аналитических моделей имитационная учитывается в моделях большое количество факторов и в ней довольно-таки просто учесть фактор неопределенности. Таким образом, мы можем сделать вывод, что имитационное моделирование созданы для более широкого ряда объектов и процессов.

Существует множество разделов, в которых широко распространено применение экономических и математических методов имитационного моделирования, но в ряд особо популярных входят математическая статистика, экономическая кибернетика, методы экспериментального изучения математических моделей и эконометрий. Рассмотрим каждый компонент более детально.

1. математическая статистика производит такие анализы, как корреляционный, факторный, выборочный и многомерный;

2. экономическая кибернетика рассматривает экономику и ее функциональные части как сложные системы, в которых протекают процессы управления и регулирования посредством преобразования информации;
3. методы экспериментального изучения математических моделей включают в себя составление экономических опытов и экспериментов, а также деловые игры;
4. эконометрия включает в себя анализ потребностей и всестороннее моделирование.

IV. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В БИЗНЕС-ПРОЦЕССАХ

Моделирование – один из самых распространенных способов изучения реалий и процессов. Базируется моделирование на принципе аналогий и дает возможность изучать объект с учетом неминуемой односторонней точки зрения и при определенных условиях. Изучение объекта, труднодоступного для исследования, происходит через рассмотрение подобного ему и более доступного – модели. Свойства модели могут дать нам возможность судить о свойствах изучаемого объекта. Но не обо всех свойствах, а лишь о тех, которые аналогичны и в модели, и в объекте, и при этом важны для нашего исследования. Эти свойства называются существенными. Применение имитационного моделирования для улучшения бизнес-процессов и дальнейшего ведения компании позволяет определить, как новшества повлияют на эту организацию, ставя эксперименты на ее модели. Имитационное моделирование так часто используется в этой области, потому что процессы бизнеса – это структура, обладающая поведенческой трудностью, которая приводит к проблеме, предполагающей перестройку стратегий организаций. Это не просто набор функций и задач, а сложный механизм.

Имитационное моделирование в бизнес-процессах широко применяется в проектах по реинжинирингу деятельности компаний, когда необходимо заранее спрогнозировать результаты. Оно становится все больше и больше популярным для решения различных задач и составления плана управления организацией и ее дальнейшего руководства. С помощью применения имитационного моделирования происходит визуализация бизнес-процессов; возможность анализировать показатели различных процессов бизнеса и применение алгоритма для оптимизации бизнес-процессов. Самыми важными факторами в бизнес-процессах являются управление персоналом и финансами организации, а также постоянное поддержание качественного клиентского обслуживания. Именно поэтому в этой области используется имитационное моделирование.

V. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Повышение эффективности функционирования и организации системы управления и использование высокотехнологичных оборудования для развития производства и создания качественной продукции является совершенствованием методов управления производством в

условиях различных организаций. С помощью имитационной модели можно представить целый «сценарий» возможностей оценки построения огромного количества путей управления и работы производственных сил. Имитационное моделирование дискретных производственных систем помогает нам оценить систему в довольно-таки огромный промежуток времени и вывести конечный результат по качеству работы всего механизма.

Имитационное моделирование для логических систем предоставляет выбор свободного уровня детализации отображения процессов и явлений в модели. Оно позволяет нам систематизировать и сделать анализ, как потом будет выглядеть система после внедрения в нее каких-либо различных локальных изменений. С помощью имитационного моделирования мы можем применять многошаговую процедуру проектирования, позволяющей нам учитывать трудность принятия решений и огромное количество факторов оптимизации. Мы будем иметь возможность воспроизведения динамики системы и отражения характера логических процессов. При наличии многочисленных альтернатив, имитационное моделирование позволяет их сравнивать и оценивать каждую. Производители смогут выявить узкие места и синхронизировать материальную базу, а также сократить производственный цикл, время выполнения заказа и количество запасов в масштабе всей цепи производства. Имитационное моделирование позволит создать более выгодное планирование, увеличить трудоспособность и производительность, предотвратить потери и создать основные задачи проектирования логической цепи.

Стоит заметить, что математическое моделирование абсолютно универсально, оно позволяет нам формировать различные варианты модели и проводить эксперименты многократно с целью определения или оценки. И для этого даже нет надобности приобретать какое-либо оборудование, так как все, что нужно сделать: просто изменить числовые значения параметров, режимов работы и заданных в начале условий. Достижения имитационного моделирования стремительно улучшаются с усовершенствованием математического обеспечения и улучшением баз данных. Актуальность имитационного моделирования будет повышаться со временем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Богданова Е.А., Шерстянкина А.А. Имитационное моделирование как инструмент принятия решений // Журнал «NOVAUM.RU», № 6, 2017. С. 25-28.
 - [2] Гурьянов В.И. Имитационное моделирование на UML SP: монография / В.И. Гурьянов. Чебоксары: Филиал СПбГЭУ в г. Чебоксары, 2014. 135 с.
 - [3] Звягин Л.С. Теория экономических систем и ее приложение в трудах Г.Б. Клейнера // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 7. № 8. С. 32-39.
 - [4] Звягин Л.С. Инновационные математические и системно-аналитические исследования: наука и практика в XXI веке // Экономика и управление: проблемы, решения. 2017. Т. 4. № 3. С. 89-95.
- Тимченко В.С., Ковалев К.Е., Хомич Д.И. Имитационное моделирование на предприятии: монография / Саарбрюккен, Германия: LAP. LAMBERT Academic Publishing, 2017. ISBN 978-3-330-04025-0. 172 с.