

УДК 33

ОБЗОР МЕТОДОВ СИТУАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В УПРАВЛЕНИИ

Киселев Ю.В., Аксенов А.В., Киреев В.С.

Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ»

E-mail: yuriykisselev@gmail.com, AksenovAleks@yandex.ru, v.kireev@inbox.ru

Работа посвящена обзору существующих методов ситуационного моделирования, используемых в процессах принятия решений. Описаны ключевые характеристики исследуемых методов. Приведены примеры практического применения методов ситуационного моделирования. Произведен сравнительный анализ методов моделирования.

Ключевые слова: моделирование, методы, имитация, ситуационное моделирование, система поддержки принятия решений (СППР), информационная система.

OVERVIEW OF THE SITUATIONAL MODELING TECHNIQUES IN THE MANAGEMENT

Kisselev Y.V., Aksenov A.V., Kireev V.S.

The paper is dedicated to the review of existing methods of situational modeling used in decision-making processes. Examples of practical usage of situational modeling methods were introduced. Key characteristics of studied methods were described. Situational modeling methods were comparatively analyzed.

Keywords: modeling, methods, simulation, situational modeling, decision support system (DSS), the information system.

Введение

С каждым днем имитационное моделирование становится все более популярным. Популярность ситуационного моделирования, как исследовательского подхода, связана с относительной простотой и точностью предсказания ситуаций. Компьютерное моделирование на сегодняшний день является самым мощным аналитическим средством, вобравшим в себя весь арсенал новейших информационных технологий для конструирования моделей и интерпретации результатов моделирования. Не удивительно, что данная технология имитационного моделирования с легкостью покинула академические стены и сегодня используется повсеместно.

В экономическом анализе ситуационное моделирование является наиболее универсальным инструментом в области стратегического, финансового, операционного планирования, логистики, управления производством, исследования операций, проектировании и реинжиниринге процессов. Имитационное моделирование становится незаменимым инструментом анализа и принятия

решений в условиях неопределенности, в связи с чем находит применение в стратегических центрах различного назначения и в системах поддержки решений (СППР).

Ниже приведена таблица, отражающая преимущества симуляции перед традиционными инновациями (см. табл.1.):

Таблица 1. Сравнительная таблица методов развития сфер деятельности

Параметр	Традиционная инновация	Симуляция
Стоимость реализации	$\$100_T > \$M > \$B$	Номинальная
Время	Месяца, годы	Часы, Дни
Количество возможных тестов	Один	Не ограничено
Требования к персоналу	Наемные рабочие	Не нужен
Основание для реализации	Интуиция	Проверенные данные
Изменчивость процесса	Высокая изменчивость	Низкая изменчивость
Точность процесса	Низкая точность (70-80% ошибок)	Высокая точность

Имитационное моделирование

Имитационное моделирование — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с приемлемой точностью, описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. Эксперименты с моделью называют имитациями, а исходные данные для имитации – сценариями. В процессе любого имитационного моделирования лежит четыре основных элемента [3]:

- Рассматриваемая реальная система;
- математическая модель системы;
- имитационная модель;
- ЭВМ, для осуществления имитации.

Имитационное моделирование разрешает осуществить исследование анализируемой или проектируемой системы по схеме операционного исследования, которое содержит взаимосвязанные этапы [6]:

- Постановка задачи
- Разработка концепта модели
- Реализация имитационной модели
- Верификация модели
- Проведение экспериментов
- Принятие решений.

Имитационное моделирование является наиболее наглядным, используется на практике для компьютерного моделирования вариантов разрешения ситуаций с целью получить наиболее эффективные решения проблем. Это позволяет использовать имитационное моделирование как универсальный подход для принятия решений в условиях неопределенности с учетом в моделях трудно формализуемых факторов, а также применять основные принципы системного подхода для решения практических задач [7].

Основные методы имитационного моделирования

Различают 3 основных вида имитационного моделирования:

1. Дискретно-событийное моделирование

Процессное моделирование зачастую используется на низком и среднем уровне абстракции, что означает что каждый объект моделируется индивидуально и большинство деталей физического уровня (ускорение/замедление, геометрия и т.д.) опускаются. Данный подход широко применяется в моделировании бизнес-процессов производства, логистики, дорожном движении и др.

Дискретно-событийное моделирование обычно используется в более узком смысле для обозначения процессного моделирования, в котором модель системы представляется как последовательность детерминированных операций (прибытие, задержка, разделение, получение ресурса), произведенных определенными сущностями (клиенты, звонки, документы, пакеты данных, ресурсы). Данные сущности пассивны и не контролируют свою динамику, но обладают определенными атрибутами, влияющими на бизнес-процесс (например, сложность работы, тип звонка) или собирающими статистику (стоимость, время ожидания, длина очереди) [4].

В статье “Имитационное моделирование системы подземного транспортирования” Конюха В.Л. описан метод использования дискретно-событийного моделирования в горной добыче на угольной шахте “Комсомолец” в Кузбассе. Ниже перечислены несколько проблем рудника: случайные остановки забоев (поверхность отбитой горной массы которая перемещается в процессе горных работ), ограниченность пропускной способности элемента транспорта, сочетание непрерывных и дискретных процессов транспортирования, распределение горной массы по элементам транспортной сети. Метод имитационного моделирования решил задачи оценки динамики грузопотока в различных местах транспортирования, выявления “узких мест”, согласование характеристик транспортного оборудования, оценки влияния сглаживающих емкостей на неравномерность грузопотока [2]. Объединение имитационных моделей систем и объектов автоматизации (эмуляция) позволило безопасно и без ограничения во времени отлаживать работу системы автоматизации в нормальных и аварийных ситуациях на объекте, дорабатывать систему автоматизации при изменении объекта, вести обучение персонала (см. Рис. 1).

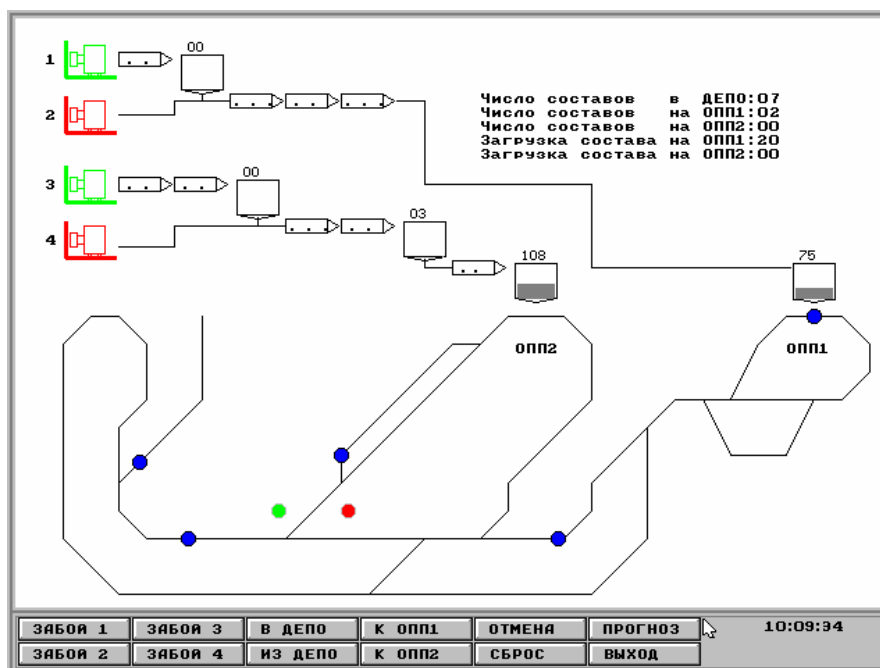


Рисунок 1. Кадр анимации транспортной сети угольной шахты “Комсомолец”

2. Агентное моделирование

Центральный объект данного метода моделирования – агент (децентрализованный объект системы, поведение которого частично определяет динамику системы в целом). При разработке агентной модели определяются основные агенты (люди, животные, компании, активы, проекты, транспортные средства, города) и их атрибуты (численность, поведение и т.д.). Данные агенты помещаются в некую окружающую среду, после чего начинается само моделирование [1].

Идеальный пример использования агентного моделирования – потребительский рынок, который является сложным, динамичным, конкурентным. Ситуация на рынке зависит от личных предпочтений покупателя, его активности, сети контактов, внешних влияний и особенностей рынка.

Зачастую метод агентного моделирования используется для моделирования развития эпидемий в различных масштабах (от локального до глобального). В данном случае агентами выступают люди или животные, которые являются носителями инфекции, иммунными, переболевшими или восприимчивыми к болезни. Агентное моделирование может воссоздать социальные связи людей и в итоге получить объективный прогноз распространения инфекции.

В Санкт-Петербурге разработана и принята к реализации Стратегия экономического и социального развития города на период до 2030 г. Генеральная цель Стратегии — «обеспечение стабильного улучшения качества жизни горожан и повышение глобальной конкурентоспособности Санкт-Петербурга на основе реализации национальных приоритетов развития, обеспечения устойчивого экономического роста и использования результатов инновационно-технологической деятельности».

В рамках этой программы была создана демографическая агентная модель районов Санкт-Петербурга, в которой были учтены все социальные данные. По результатам моделирования принято решение о строительстве трех дополнительных дошкольных учреждений (ДОУ) в выбранных округах в связи с прогнозируемым увеличением численности детей дошкольного возраста. Результат выполнения программы строительства будет виден в 2018 г [5].

3. Системная динамика

Системная динамика – это метод моделирования, использующийся для создания точных компьютерных моделей сложных систем для дальнейшего использования с целью проектирования более эффективной организации и политики взаимоотношений с данной системой [8]. Системная динамика – это подход имитационного моделирования, своими методами и инструментами позволяющий понять структуру и динамику сложных систем.

Системная динамика предназначена для использования в долгосрочных, стратегических моделях и принимает высокий уровень абстракции. Системная динамика отлично подходит для моделирования непрерывных во времени процессов (экономические, социальные и др.). В отличие от агентной модели люди, животные, транспортные средства, компании представлены как система в целом.

Системная динамика применима в случаях взаимодействия нескольких полноценных систем (глобальных или локальных, внутри компании). Системная динамика обладает преимуществами перед дискретно-событийным и агентным методом в описании макро-ситуаций и позволяет увидеть картину целиком. Например, объектами моделирования могут выступить потребительские рынки разных стран, описанные при помощи ключевых социально-экономических показателей.

Сравнительный анализ

Очевидно, что используемый метод напрямую зависит от поставленной задачи. Возможно для решения проблемы будет достаточно одного правильно выбранного метода, но наиболее оптимальным вариантом будет комбинация 2-3 методов. К примеру, можно смоделировать потребительский рынок, используя Системную динамику, и цепочку поставок, используя Агентное моделирование, использовав Дискретно-событийное моделирование в производстве и работе с клиентами.

Далее представлена сравнительная таблица методов имитационного моделирования (см. таб.2).

Уровень детализации показывает масштабность объектов моделируемой системы. Для агентного и системного метода объектами могут выступать крупные полноценные системы, в то время как в дискретно-событийном методе преобладают объекты мелкого и среднего размеров.

Параметр “Основные величины” указывает на общий тип используемых величин в моделировании, в случае системной динамики непрерывные величины показывают отсутствие разбиения бизнес-процессов по времени (они не прекращаются во времени). В таблице для каждого метода указаны наиболее подходящие сферы деятельности, но на самом деле любая система может быть смоделирована при помощи любого из трех методов. Для каждого метода существует определенный набор инструментов, зарекомендовавших себя на рынке. Например, инструмент AnyLogic поддерживает все три метода имитационного моделирования, что делает его универсальным по сравнению с другими инструментами.

Таблица 2. Сравнительная таблица методов имитационного моделирования

Метод	Дискретно-событийное моделирование	Агентное моделирование	Системная динамика
Уровень детализации	Низкий, Средний	Низкий, Средний, Высокий	Средний, Высокий
Основные величины	Дискретные	Дискретные	Непрерывные
Область применения	Производство, Логистика, Цепочки поставок, Дорожное движение, Обслуживание клиентов	Рынок и конкуренция, боевые действия, Уличное движение, Поведение людей и животных	Рынок и конкуренция, Полноценные системы
Инструменты	GPSS, SYMULA, Arena, AutoMod, Enterprise Dynamics, FlexSim, SLAM, AnyLogic	NetLogo, Swarm, Repast, ASCAPE, StarLogo, AnyLogic	VenSim, PowerSim, iSink, AnyLogic

Заключение

В настоящее время успешная деятельность практически во всех сферах экономики невозможна без моделирования поведения и динамики развития процессов, изучения особенностей развития экономических объектов, рассмотрения их функционирования в различных условиях, а программные и технические средства становятся здесь первыми помощниками. Сейчас, в условиях спада экономической и производственной деятельности, когда государству и предприятиям жизненно необходимо принимать объективно верные решения, имитационное моделирование становится особенно актуально. Оно представляет собой универсальный подход для принятия решений в условиях неопределённости.

Список литературы

1. Каталевский Д. Ю. Основы имитационного моделирования и системного анализа в управлении: учебное пособие / Д. Ю. Каталевский. – М.: Издательство Московского университета, 2011. – 304 с.

2. Конюх В.Л., Имитационное моделирование системы подземного транспортирования, Журнал “Проблемы информатики”. 2010. № 3. С. 43-53.
3. Кузнецов А. Л., Кириченко А. В. Порт и железная дорога: проблемы технологических взаимоотношений//Системный анализ и логистика. -2013. -№9. -С. 17-20.
4. Куприяшкин, А.Г. Основы моделирования систем [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Куприяшкин; Норильский индустр. ин-т. – Норильск: НИИ, 2015. – 135 с
5. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Сушко Е.Д. Ситуационное моделирование - эффективный инструмент для стратегического планирования и управления. Журнал “Управленческое консультирование”. 2016. № 6 (90). С. 26-39.
6. Строгалев В. П., Толкачева И. О. Имитационное моделирование. - МГТУ им. Баумана, 2008.
7. AnyLogic. <http://www.anylogic.com>.
8. Sterman J. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. McGraw Hill, 2000.