

Бизнес – это поле для экспериментов.

Но проводить их лучше на имитационной модели

В последнее десятилетие имитационное моделирование стало пользоваться особым вниманием профессионалов не только в области науки, но и в различных направлениях экономики и бизнеса. Причина растущей популярности этой технологии связана с особой сложностью социальных, экономических и производственных процессов современного мира, поскольку из всех доступных на сегодняшний день методов именно эксперименты с максимально приближенной к реальности компьютерной моделью позволяют наиболее эффективно оценить жизнеспособность бизнес-систем и процессов.

Технический прогресс сделал происходящие в экономике и обществе изменения быстрыми и интенсивными, вовлек в эти процессы большое количество взаимодействующих участников. В подобных условиях привычные методы анализа и прогнозирования оказываются трудно применимыми. Обычная электронная таблица или график вряд ли помогут корректно оценить ситуацию, допущенная же в процессе такого анализа погрешность может привести к утрате значительных капиталовложений.

Имитационное моделирование применяется в ситуациях, когда необходимо найти оптимальное решение для успешного функционирования комплексной системы со сложными взаимосвязями и большим количеством используемых технологий. Простейший пример такой задачи – оптимизация работы склада. Для определения оптимальных параметров склада разрабатывается модель, детально описывающая его структуру, топологию, оснащенность оборудованием, техникой. На втором этапе задаются бизнес-процессы, определяющие работу склада: что, когда и с использованием какой техники делает персонал при выполнении различных операций. Затем устанавливаются графики прихода товаров и поступления заказов на склад с указанием времени, объема, номенклатуры. В ходе работы модели собирается и отображается подробная статистика о функционировании склада, например о коэффициентах использования ресурсов или времени, потраченном на выполнение операций. На основе полученной статистики и в процессе экспериментов с моделью вырабатывается рациональное решение. Данный случай – пример усовершенствования

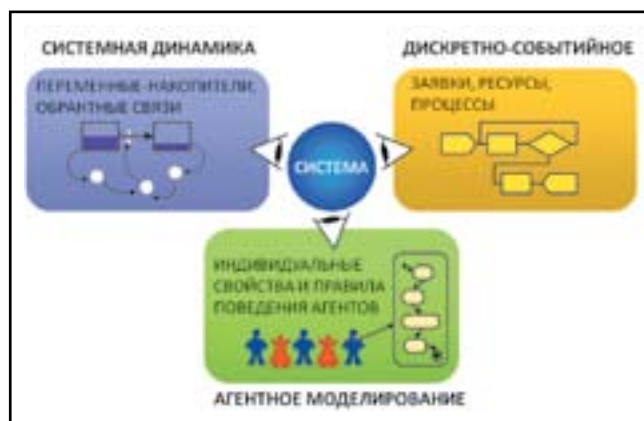


Рис. 1. Три концепции имитационного моделирования

уже существующей системы. Часто имитационное моделирование используется для создания новых систем с уже заданными свойствами, например при проектировании нового складского комплекса.

Современные инструменты имитационного моделирования основаны на трех концепциях, разработанных во второй половине прошлого века (рис. 1):

- ▶ системная динамика;
- ▶ дискретно-событийное (процессное) моделирование;
- ▶ агентное моделирование.

Исторически сложилось, что перечисленные подходы применяются и продвигаются представителями разных школ, которые между собой практически не пересекаются. В результате подавляющее большинство инструментов поддерживают только одно из направлений. Удачный пример объединения всех трех подходов в рамках одного инструмента – программный продукт AnyLogic. Модели, построенные в среде AnyLogic, поддерживают любое из трех направлений, а также их всевозможные комбинации в рамках одной модели.

AnyLogic – единственный инструмент имитационного моделирования, созданный российской компанией-разработчиком (ООО “Экс Джей Текнолоджис”) и получивший большую популярность на западном рынке. Этот программный продукт используется многими транснациональными компаниями, государственными структурами, международными альянсами. Курс имитационного моделирования на базе AnyLogic читают в более 500 высших учебных заведениях по всему миру, из них 58 находятся в России.

Благодаря развитию графических средств разработки имитационное моделирование стало более доступно для массового применения. Разработчики стараются предоставить максимальный выбор блоков для визуального построения модели. В частности, пакет AnyLogic предлагает три библиотеки “блочного” моделирования: Pedestrian Library – для моделирования пешеходных потоков в различных пунктах обслуживания, общественных

местах, на транспорте, Rail Yard Library – для описания операций сортировочной станции любой сложности и масштаба и Enterprise Library – для моделирования в таких областях, как производство, цепи поставок, логистика и здравоохранение.

Кроме того, графическая среда моделирования AnyLogic включает в себя следующие элементы:

- ▶ **диаграммы потоков и накопителей (Stock & Flow Diagrams)** – применяются при разработке моделей системной динамики;
- ▶ **диаграммы состояний (Statecharts)** – используются в основном в агентных моделях для определения поведения агентов. В дискретно-событийном моделировании могут быть применены, например, для симуляции машинных сбоев;
- ▶ **диаграммы действий (Action charts)** – используются для построения алгоритмов, а также в дискретно-событийном (маршрутизация звонков) и в агентном моделировании (для определения логики решений агента);
- ▶ **процессные диаграммы (Process flowcharts)** – основная конструкция, используемая для описания процессов в дискретно-событийном моделировании.

Также для описания моделей в среде AnyLogic могут применяться низкоуровневые конструкции моделирования (переменные, уравнения, параметры, события и т.п.), различные анимационные фигуры (линии, квадраты, овалы и т.п.), элементы анализа (базы данных, гистограммы, графики), стандартные картинки и шаблоны экспериментов.

Запуск анимированной модели дает наглядное представление о состоянии и поведении сложной системы любого вида. Поэтому AnyLogic включает в себя возможность создания интерактивной анимации. Нажатие одной кнопки превращает анимацию в Java-апплет для размещения в Интернете. В открытом доступе на сайте компании “Экс Джей Текнолоджис” (www.anylogic.ru) находится большая подборка моделей из различных областей бизнеса.

Приведем несколько примеров, на наш взгляд, успешного применения имитационного моделирования для решения задач промышленности. Все ниже представленные модели выполнены в среде AnyLogic.

Новороссийский контейнерный терминал

Имитационная модель Новороссийского контейнерного терминала (рис. 2) была разработана совместными усилиями консалтинговых отделений ООО “Морстройтехнология” и компанией “Экс Джей Текнолоджис”. Модель применялась для оценки пропускной способности проектируемого порта, в дальнейшем она может быть использована в качестве системы оперативного управления терминалом.

Готовая имитационная модель оперирует следующими данными:

- ▶ расписание прибытия судов-контейнеровозов;
- ▶ распределение объема грузопотока в зависимости от типа контейнеров;



Рис. 2. Интерфейс модели контейнерного терминала

- ▶ количество прибывающих грузовых поездов в сутки;
- ▶ количество одновременно обслуживаемых (оформление документов) автомобилей-контейнеровозов на стоянке магистрального транспорта;
- ▶ количество полос на КПП, работающих на впуск и выпуск магистрального транспорта;
- ▶ скорость движения всех типов задействованного транспорта и интенсивность работы технологического оборудования.

Модель дает оценку качества обслуживания клиентов контейнерным терминалом (длина очереди внутрипортового транспорта перед различными зонами терминала; время ожидания обслуживания магистрального транспорта; время пребывания на терминале магистрального транспорта, грузовых поездов,



Рис. 3. Статистические данные, полученные в результате работы модели

судов-контейнеровозов; коэффициент использования погрузочно-разгрузочного технологического оборудования, полос КПП, окон на стоянке магистрального транспорта). Эффективная работа терминала невозможна без прогнозирования этих показателей. На этапе реализации проекта ошибки прогнозирования становятся очевидны сразу, а выявление и предупреждение ошибок на этапах разработки требует значительных усилий.

Стохастические имитационные модели применяются для количественной оценки всех вышеперечисленных показателей (рис. 3). На выходе модель представляет каждую из величин в виде математического ожидания и его среднеквадратичного отклонения, что позволяет легко управлять этими показателями и избегать стратегических ошибок.

СЕТ холдинг

Модель, разработанная компанией “Экс Джей Текнолоджис” по заказу СЕТ холдинга, имитирует технологическую линию по производству пенобетона. Построенный СЕТ холдингом в Орловской области цех по производству пенобетона никак не мог выйти на расчетную мощность. Для решения этой проблемы были привлечены эксперты “Экс Джей Текнолоджис”. Местные специалисты объясняли невысокие результаты работы влиянием человеческого фактора (новизна, сложность и неотработанность технологии производства). Для анализа данной ситуации и прояснения роли человеческого фактора в возникновении проблем с производством пенобетона, а также с целью достижения лучшего взаимопонимания между руководителями завода и руководством СЕТ холдинга относительно необходимости мер для исправления ситуации была создана имитационная модель данного производства (рис. 4).

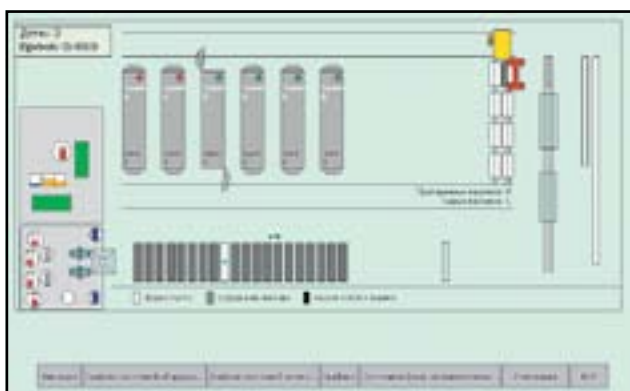


Рис. 4. Анимация модели “Производство пенобетона”

Модель с высокой точностью имитирует весь технологический процесс: подготовку бетонной смеси (помольное отделение), заливку форм, движение тележек и кранов, перемещение рабочих и пенобетонных блоков, открытие и закрытие автоклавов, резка, деление и т.д. На разных уровнях абстракции созданная модель отражает наполненность бункеров с сырьем, работу или простой мельниц, складирование массивов, состояние автоклавов. Состояние оборудования

(рис. 5) представляется в виде отдельных графиков, по которым можно визуально оценить соотношение времени, когда оборудование совершает полезную работу, и времени простоя.

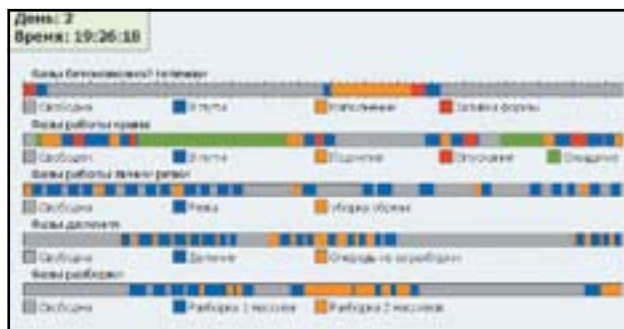


Рис. 5. Графики состояния оборудования

Модель также позволяет посмотреть графики различных параметров работы предприятия, показывающие степень использования ресурсов (занятость резчиков и формовщиков, величину очереди на деление и количество используемых поддонов), статистику каждого дня о количестве готовых массивов (поделенных и разобранных), а также состояние каждой из форм для заливки и общее количество свободных форм. С помощью данных графиков можно следить за динамикой производительности и полнотой использования форм.

В разделе модели “Загрузка ресурсов” представлены круговые диаграммы, отражающие загруженность машин и аппаратов производства, таких как резка, делительная установка, передаточный мост, кран, тележка.

Все данные о временных характеристиках производственных процессов (длительности тех или иных операций) хранятся в базе данных и могут меняться при необходимости. База хранит, например, данные хронометража производственных процессов (результаты измерений длительности операций в минутах). Для каждого из типов операций, как правило, выдается несколько результатов измерений. Необходимое для вычислений в модели значение рассчитывается с помощью нормального случайного распределения. Если же для какого-либо типа операции задано только одно временное значение, то оно и будет использоваться для вычислений.

Описанные выше модели представляют собой реальные примеры применения имитационного моделирования для анализа проблем и принятия решений в сложных технологическо-организационных системах. Анимированные имитационные модели дают руководителю существенно легче воспринимаемую, по сравнению с традиционными таблицами и графиками, информацию – оперативную картину функционирования системы, а также возможность анализа развития событий при различных поломках и нестандартных ситуациях. В силу своей точности модель может служить эталоном работы организации, определяя норму производственных процессов, относительно которой удобно фиксировать отклонения и анализировать их причины.

С. А. Сулов,
компания “Экс Джей Текнолоджис”