

## ТЕХНОЛОГИИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ОБРАЗОВАНИИ

О. И. Еськова

*Учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»,  
кафедра «Информационно-вычислительные системы»*

Несмотря на огромное многообразие языков и систем имитационного моделирования (сегодня их существует более 500), выбор системы, которая явилась бы хорошим инструментом для изучения метода имитационного моделирования, достаточно сложен. Такая система должна отвечать ряду требований:

- 1) иметь в своей основе относительно простой язык программирования модели, который может быстро освоить самый слабый студент;
- 2) освободить пользователя от рутинной работы по созданию имитационной модели (изменения таймера модельного времени, сбора и обработки статистических характеристик объектов, организации квазипараллелизма в модели и т. п.);
- 3) использовать наглядный и интуитивно понятный оконно-ориентированный интерфейс, возможность визуализации процессов имитации;
- 4) иметь возможность реализации всех этапов разработки и эксплуатации моделей, автоматизации имитационных экспериментов;
- 5) обладать большой библиотекой полезных функций: от генерации случайных величин до работы со строковыми данными.

Этим требованиям в той или иной мере отвечает ряд программных продуктов, однако наиболее удобной из них представляется система GPSS World (производство компании Minuteman Software). В основе этой системы – язык GPSS, который является редким долгожителем в мире программного обеспечения. Разработанный Джеффри Гордоном в компании IBM в 1961 г., он прошел долгий путь развития. Сегодня три различных разработчика соревнуются за право развития GPSS (Wolverine Software, Stockholm School of Economics и Minuteman Software). В основу языка была положена идея простоты описания систем с помощью специальных графических объектов (напоминающих блок-схемы алгоритмов). Джеффри Гордон предполагал, что человек, не являющийся специалистом в области программирования, просто будет описывать понятную ему специфическую систему с помощью этих конструкций. Безусловно, полностью абстрагироваться от программирования не удалось, однако язык получился простым и удобным для обучения.

В системе GPSS World не только сохранены идеи языка GPSS, но и создана удобная оболочка для разработки и отладки моделей, визуализации процесса имитации (динамические графики, гистограммы, элементы анимации), а также автоматизации постановки имитационных экспериментов. Язык PLUS и большая библиотека функций и процедур расширили возможности GPSS и дали возможность иллюстрировать все этапы имитационного моделирования (включая обработку результатов экспериментов), не переключаясь на другие программные продукты. Студенческая версия языка GPSS бесплатна и имеет небольшие требования к аппаратному обеспечению, устанавливается практически на любой студенческий компьютер. Поскольку система GPSS World уже давно присутствует на рынке программных продуктов для имитационного моделирования в СНГ, она полностью русифицирована (кроме, к сожалению, справки системы). Существует достаточно много учебных пособий и книг, ориентированных на использование GPSS World, что немаловажно при решении вопроса об использовании этой программы в образовании.

Однако в последние годы появилась еще одна система имитационного моделирования, которая вполне может составить конкуренцию GPSS World в образовательном процессе. Это приложение AnyLogic, разработанное в 2000 г. компанией XJ Technologies, Санкт-Петербург (сейчас называется AnyLogic Company). Преимущество этой системы в том, что она объединяет три подхода к имитационному моделированию систем: дискретно-событийное моделирование (используемое и в GPSS), агентное моделирование и системную динамику. Последние два направления являются современными видами имитационного моделирования и значительно расширяют взгляд на имитацию систем. Таким образом, AnyLogic пропагандируется как универсальное средство, реализующее комплексный подход к моделированию.

Компания AnyLogic достаточно успешно продвигает свой программный продукт на рынке, поддерживает свой сайт ([www.anylogic.ru](http://www.anylogic.ru)), организует обучение, имеет филиалы во многих странах мира. Ее материалы и сама программа имеют версию на разных языках (в том числе и на русском). Разработан ряд крупных моделей с использованием системы AnyLogic, которые описаны на сайте компании. Таким образом, практическое применение данной системы имеет более значительные перспективы, чем применение GPSS.

Однако в плане простоты обучения система AnyLogic проигрывает языку GPSS. Это полноценный объектно-ориентированный язык программирования с огромной библиотекой функций, требующий от студентов определенной подготовки в плане понимания методов программирования и времени на изучение нового языка. Кроме того, использование этой программы не является бесплатным после истечения ознакомительного периода. Поэтому, на мой взгляд, систему AnyLogic не стоит использовать как базовое средство при изучении метода имитационного моделирования, особенно для студентов экономических специальностей. Но некоторые примеры моделей программ в AnyLogic могут быть разобраны на занятиях с целью ознакомления с современными тенденциями развития систем имитации. Особенно это касается моделей, демонстрирующих агентно-ориентированный подход к моделированию и системную динамику.

Хорошей альтернативой при изучении агентных моделей является также использование системы NetLogo, разработанной в 1999 г. американской образовательной организацией Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling. Эта система очень проста в изучении, поскольку ориентирована на использование даже в средних школах. Она распространяется бесплатно и не требует значительных ресурсов компьютера. Кроме того, в NetLogo имеется большое количество примеров простых и наглядных моделей, отражающих различные области науки и человеческой деятельности: модели экономических и социальных процессов, компьютерных сетей, физики, химии, математики, биологических систем и т. д. Эта система с успехом может быть использована не только для обучения методам имитационного моделирования, но и для других дисциплин (если сосредотачиваться на смысле каждой модели, а не на ее реализации).

Таким образом, необходимо показать студентам все многообразие существующих систем имитационного моделирования. Однако в качестве инструмента для лабораторных занятий, на мой взгляд, следует ориентироваться на систему GPSS World, которая позволяет наиболее простым и экономичным способом продемонстрировать все этапы имитации и заострить внимание студентов не только на программировании моделей, но и на их эксплуатации.