

## **ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

***В. В. Киндинова, Е. О. Кринецкий, Е. В. Кузнецова***

*МАИ, Москва, Россия*

В настоящее время принятие решений по управлению сложными объектами или процессами в самых различных областях требует предварительных оценок конечного результата при помощи системного анализа и имитационного моделирования. Имитационное моделирование (ИМ) — это метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью описывающей реальную систему, с которой проводятся эксперименты с целью получения информации об этой системе. ИМ — частный случай математического моделирования, принципиально отличающийся тем, что использование ЭВМ в ИМ играет определяющую роль. ИМ — раздел информационных технологий и вместе с информационными технологиями переживает этап стремительного развития и популярности.

В высшей школе существуют определенные традиции преподавания этой дисциплины. Обычно в процессе обучения рассматриваются такие вопросы как виды моделей и методов моделирования, этапы моделирования, тестирование и исследование свойств имитационной модели, инструментальные средства автоматизации моделирования, планирование и проведение направленных вычислительных экспериментов на имитационной модели, графическое представление результатов моделирования. Обычно практическое обучение проводится на базе какого-либо одного метода и реализующего его пакета. Наиболее популярным является дискретно-событийное моделирование с использованием языка моделирования GPSS и поддерживающих его средств. В последние годы благодаря активной обучающей позиции фирмы AnyLogic Company стало развиваться многоподходное имитационное моделирование, объединяющее системную динамику, агентное и дискретно-событийное моделирование на базе пакета AnyLogic. Обучающие задачи — это, главным образом, адаптированные к учебному процессу задачи экономики: моделирование производственных систем и логистических процессов, маркетинг, моделирование бизнес-процессов; процессов социологии и политологии; моделирование транспортных, информационных и телекоммуникационных систем.

В работе анализируется опыт преподавания ИМ на кафедре вычислительной математики и программирования МАИ и проблемы, которые обнаружились в этой области в последнее время.

Дисциплина преподается студентам старших курсов в течение ряда лет. Программа курса была разработана старейшим сотрудником кафедры 806 доцентом Ю. А. Шебеко. Теоретический курс выдержан в традиционном ключе хотя и иллюстрирован яркими оригинальными примерами. В практическом курсе студенты изучали системно-динамический метод моделирования на базе пакета Ithink. В помощь обучающимся был разработан задачник, содержащий набор паттернов экономических процессов возрастающей сложности.

В последние годы, после приобретения МАИ пакета AnyLogic курс был расширен. В настоящее время студенты изучают помимо системной динамики также и дискретно-событийное и агентное моделирование (многоподходное моделирование) с использованием автоматизированных средств моделирования пакета AnyLogic.

Анализируя текущую ситуацию, хочется отметить следующие моменты, как наиболее важные.

Во-первых, курс очень насыщенный. В течение семестра студенты должны изучить теоретические основы ИМ и освоить работу в двух программных средах Ithink и AnyLogic. В этом не было бы ничего страшного, если бы не проблемы самого ИМ. К сожалению, в ИМ отсутствуют методически обоснованные принципы построения хороших имитационных моделей для широкого класса сложных систем. Богатые анимационные возможности позволяют студентам быстро разработать красочный динамичный интерфейс, что создает иллюзорное представление о хорошей имитационной модели, хотя по своим потенциальным возможностям модель может и не решать серьезных задач. Эту проблему для ряда систем можно было бы преодолеть опираясь на знания из другие дисциплины. Так, для задач дискретно-событийного моделирования методологической основой можно считать Теорию массового обслуживания. Для задач системной динамики очень были бы полезны знания из теории моделирования и теории динамических систем. Но на факультете прикладной математики они не преподаются.

Во-вторых, традиционно ИМ в учебном процессе нацелено на решение главным образом задач экономики. И в авиационно-космической отрасли рассматриваются только экономические задачи из области управления производственными, логистическими, экономическими и т. п. бизнес-процессами. Однако существуют задачи имитационного моделирования сложных систем, свойственные только авиационно-космической отрасли. К таким задачам можно отнести задачи управления сложным космическим аппаратом, управление беспилотниками, управление мусоровозами для сборки космического мусора и т. п. Подборка, постановка таких задач и адаптация их к учебному процессу должна осуществляться совместно со специалистами соответствующей предметной области. В настоящее время остро ощущается отсутствие хороших учебных пособий/задачников, содержащих задачи моделирования сложных систем аэрокосмического профиля.