

УДК 621.311

О.Ю. Егорова, Е.Н. Бондаренко

Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК МЕТОД ДИНАМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье рассмотрена структура моделирования, методы эмпирического исследования, учтена возможность использования вычислительных машин при моделировании. Анализируются возможности имитационного моделирования при исследовании осветительных установок. Сформулированы цели моделирования при исследованиях динамических систем. Предполагается возможность эффективного использования моделирования при формировании профессиональных знаний.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, имитационное моделирование, методы моделирования, модель динамических систем.

### Введение

**Постановка проблемы.** При современном развитии средств вычислительной техники ценность машинного моделирования в инженерных и научных исследованиях определяется в первую очередь тем, что оно наилучшим образом помогает осмыслить связь между физической сущностью и математическим описанием процесса при его изучении. Машинные модели при этом позволяют наиболее гибко проверять гипотезы исследователя. При определении понятия модель подразумевается, что модель определенным образом изображает поведение объекта или процесса в природе и служит для его изучения. При этом модель отражает те стороны явлений, которые существенны в данном исследовании, и одновременно дает возможность абстрагироваться от других сторон этих явлений. Модель всегда проще природы, т.е. точных моделей природы принципиально быть не может.

Моделирование состоит в выявлении основных свойств исследуемого процесса, построении моделей и их применении для прогнозирования поведения природы. Критерием правильности моделирования является практика.

Ценность методов моделирования состоит в том, что они позволяют существенно сократить и облегчить натурный эксперимент, который часто дорог, сложен, а также позволяет увеличить достоверность математического описания и расчета. Модели могут быть реальное техническое устройство и абстрактное математическое описание, отображающее природу.

Использование технических средств придает моделированию экспериментальный характер, а модельное математическое описание теоретически раскрывает характер явления.

На пути от эмпиризма до научного прогноза, основанного на аналитических исследованиях, имеется широкий спектр промежуточных методов.

Спектр методов моделирования схематически представлен на рис. 1.

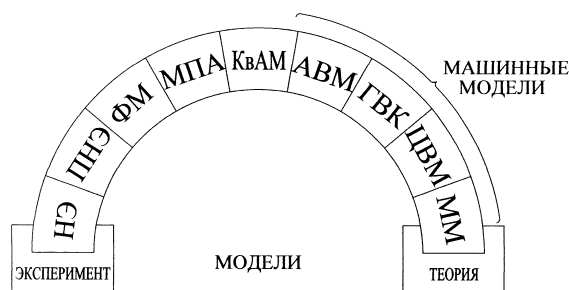


Рис. 1. Спектр видов моделей согласно общей теории моделирования:  
 НЭ – натуральный эксперимент; ПНЭ – полунатуральный эксперимент; ФМ – физические модели; ПМА – модели прямой аналогии; КвАМ – квазианалоговые модели; АВМ – машинные модели на АВМ; ГВК – машинные модели на ГВК; ЦВМ – машинные программные модели; ММ – математическое описание

**Анализ последних исследований и публикаций.** В настоящее время для динамических исследований используются главным образом методы машинного моделирования.

Моделирование можно представить как проведение определенного ряда опытов средствами вычислительной техники. Таким образом, термин моделирование отражает и интерактивную форму связи человека с вычислительной машиной, которая очень близка к экспериментальным методам.

Математические модели можно подразделить на аналитические (построенные по физическим законам, раскрывающим сущность явлений) и имитационные, экспериментально-статистические (наиболее соответствующие набору экспериментальных данных, полученных в результате наблюдений за входными сигналами системы).

Машинное моделирование наиболее широко применяется для исследования систем автоматиче-

ского управления и других динамических систем в форме структурного моделирования, поскольку в модели представлена структура дифференциальных уравнений динамической системы, расчлененных на математические операции (интегрирование, суммирование, перемножение, нелинейное преобразование и др.). Структура дифференциальных уравнений отображает физическую структуру динамической системы, передаточные функции ее звеньев, нелинейные связи так, что уже в процессе подготовки модели проявляются основные свойства исследуемого объекта.

Имитационное моделирование на цифровых вычислительных машинах является одним из наиболее мощных средств исследования, в частности, сложных динамических систем. Как и любое компьютерное моделирование, оно дает возможность проводить вычислительные эксперименты с еще только проектируемыми системами и изучать системы, натурные эксперименты с которыми, из-за соображений безопасности или дороговизны, не целесообразны. В тоже время, благодаря своей близости по форме к физическому моделированию, это метод исследования доступен более широкому кругу пользователей.

Имитационная модель это специальная форма математической модели, в которой:

- декомпозиция системы на компоненты производится с учетом структуры проектируемого или изучаемого объекта;
- в качестве законов поведения, могут использоваться экспериментальные данные, полученные в результате натурных экспериментов;
- а поведение системы во времени иллюстрируется заданными динамическими образами [1 – 4].

**Цель статьи** состоит в анализе возможностей применения моделирования для решения задач проектирования и исследования осветительных установок, как динамических систем. А так же применения моделирования для формирования профессиональных навыков у студентов.

### **Изложение основного материала**

В настоящее время, когда компьютерная промышленность, предлагает разнообразнейшие средства моделирования, любой квалифицированный инженер, технолог или менеджер должен уметь уже не просто моделировать сложные объекты, а моделировать их с помощью современных технологий, реализованных в форме графических сред или пакетов визуального моделирования. Структурное аналоговое моделирование является незаменимым средством исследования динамических систем. Наиболее плодотворным представляется метод полунатурного моделирования в реальном времени, который состоит в том, что на определенном этапе

исследования путем сочетания модели и природы наиболее громоздкая, дорогая в работе (например, объект управления, осветительная установка, и т.п.), замещается моделью, а наиболее тонкая, требующая особого внимания при отладке часть системы (например, аппаратура управления), берется натурной.

В процессе разработки сложного объекта модельные блоки отдельных устройств могут в общей системе постепенно замещаться реальными: от полной модели до полной природы. Одним из главных достоинств систем визуального моделирования является то, что они позволяют пользователю не заботиться о программной реализации модели, как о последовательности исполняемых операторов, и тем самым создают на компьютере некоторую чрезвычайно удобную среду, в которой можно создавать виртуальные, "квазиаппаратные" параллельно функционирующие системы и проводить эксперименты с ними. Графическая среда становится похожей на физический испытательный стенд, только вместо тяжелых металлических ящиков, кабелей и реальных измерительных приборов, осциллографов и самописцев пользователь имеет дело с их образами на экране дисплея. Образы можно перемещать, соединять и разъединять с помощью мыши. Кроме того, пользователь может видеть и оценивать результаты моделирования по ходу эксперимента и, при необходимости, активно в него вмешиваться.

Различные форму машинного и физического моделирования срачиваются с натурным экспериментом и между собой, образуя весьма эффективные и экономичные комбинированные методы исследования. Подобные машинные модели отражают способы реализации моделирующих устройств, т.е. технических средств представления природы, в отличие от абстрактного представления в виде модельного математического описания, определяемого как математическая модель.

Место имитационных и аналитических моделей определяется степенью неполноты информации о моделируемом объекте. Имитационные экспериментально-статистические модели служат для описания объекта как "черного ящика" по его внешним характеристикам. Наиболее полная аналитическая модель соответствует "белому ящику". При моделировании чаще всего попадают объекты типа "серого ящика" (осветительные установки показательный пример). Вследствие этого обоснование достоверности (верификация) математической модели и идентификация параметров моделируемых объектов являются неотъемлемыми этапами применения методов машинного моделирования.

Программная реализация виртуального стенда скрыта от пользователя. Для проведения экспериментов не требуется никаких особых знаний о компьютере, операционной системе и математи-

ческом обеспечении. Можно сказать, что виртуальный стенд превращает цифровую вычислительную машину в невиданно точную и удобную аналоговую.

Таким образом, прогресс средств автоматизации моделирования приводит нас на следующем витке спирали развития к истокам вычислительной техники.

Еще одной важной особенностью современного пакета автоматизации моделирования является использование технологии объектно-ориентированного моделирования, что позволяет резко расширить границы применимости и повторного использования уже созданных и подтвердивших свою работоспособность моделей.

Своеобразие этапов верификации модели и идентификации параметров при неполной информации состоит в том, что модель обычно уточняется в интерактивном режиме работы вычислительной машины, т.е. в процессе диалога путем постановки заранее не предусмотренных модельных экспериментов. В каждой новой проблеме, прежде чем можно будет сформулировать достоверную математическую модель, т.е. получить возможность научного прогнозирования результата, задача должна пройти долгий путь "созревания", на котором большее место занимают натурный эксперимент и моделирование.

Применение моделирования в учебном процессе в настоящее время уже не требует ни агитации, ни детальных доказательств его достоинств и преимуществ. Оно рассматривается как одно из направлений в процессах компьютеризации образования и современного общества. Речь идет лишь о повышении эффективности процессов обучения и закрытии еще существующих брешей в процессах компьютеризации образования.

Моделирование в учебном процессе преследует сразу несколько целей: это и формирование специальных навыков у студента путем воспроизведение

ситуаций, максимально приближенных к условиям реального производства, и мобилизация полученных знаний для оценки ситуаций и принятия решений, и получение новых знаний, и другие. Как правило, модели, применяемые для этих целей, в отношении учебных дисциплин носят интегральный характер.

## Выводы

Таким образом, моделирование это не формализованная задача-процедура, а в какой-то мере поиск с элементами эвристики.

Основные цели моделирования:

- обоснование достоверности математических описаний;
- получение функциональных связей между величинами;
- сравнение конечного числа стратегий решения индивидуальной проблемы;
- идентификация моделируемой системы;
- оптимизация модели. Выбор целевых функций;
- применение модели (например, для обучения, проектирования и т.д.).

## Список литературы

1. Сорокин А. В., Торгашина Н. Г. Физика. Наблюдение, эксперимент, моделирование: Элективный курс – 2006. – 340 с.
2. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
3. Казиев В.М. Введение в системный анализ и моделирование. – 2004. – 360 с.
4. Колесов Ю.Б. Объективно-ориентированное моделирование сложных динамических систем. – С.-Пб.: СПбГПУ, 2004. – 239 с.

Поступила в редколлегию 11.04.2008

**Рецензент:** канд. техн. наук, доцент И.В.Пантелеева, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

## МОДЕЛЮВАННЯ ЯК МЕТОД ДИНАМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

О.Ю. Єгорова, Є.М. Бондаренко

*У статті розглянута структура моделювання, методи емпіричного дослідження, врахована можливість використання обчислювальних машин при моделюванні. аналізуються можливості імітаційного моделювання при дослідженні освітлювальних установок. Сформульовано мети моделювання при дослідженнях динамічних систем. Передбачається можливість ефективного використання моделювання при формуванні професійних знань.*

**Ключові слова:** математичне моделювання, імітаційне моделювання, методи моделювання, модель динамічних систем.

## DESIGN AS METHOD OF DYNAMIC RESEARCHES

O.Y. Egorova, E.N. Bondarenko

*The structure of design, methods of empiric research, is considered in the article, possibility of the use of calculable machines at the design is taken into account. possibilities of imitation design at research of lighting options are analysed. The aims of design at researches of the dynamic systems are formulated. Possibility of the effective use of design at forming of professional knowledges is assumed.*

**Keywords:** mathematical design, imitation design, methods of design, model of the dynamic systems.