

Сайпиддинов Шукрулла Садирдинович,  
Старший преподаватель,  
Наманганский инженерно-технологический институт,  
г. Наманган, Узбекистан

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ ОТДЕЛЬНУЮ ПОЗИЦИЮ МЕЖДУ ТЕОРИЕЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОМ

**Аннотация:** Инструментом математического моделирования в первую очередь является математика. В настоящее время математическое моделирование применяется в: · традиционных областях — физика, химия, биология; новых областях и дисциплинах — технические, экологические и экономические системы. Сложности: — прямой натурный эксперимент либо опасен, либо невозможен; — система существует в единственном экземпляре; социальных процессах. В статье рассмотрено математическое моделирование научных знаний между теорией и экспериментом.

**Ключевые слова:** математический модель, методология, информационные технологии, упрощенный модель, адекватность, универсальность, экономичность.

Инструментом математического моделирования в первую очередь является математика. В настоящее время математическое моделирование применяется в: · традиционных областях — физика, химия, биология; · новых областях и дисциплинах — технические, экологические и экономические системы. Сложности: — прямой натурный эксперимент либо опасен, либо невозможен; — система существует в единственном экземпляре; · социальных процессах.

Перед тем как запустить в производство новый самолет, его обкатывают в аэродинамической трубе — это модель. Для того чтобы продемонстрировать систему кровообращения, лектор обращается к нарисованному плакату — это модель. На стене висит картина Айвазовского «Девятый вал» — это модель.

Каждый изучаемый процесс можно описать различными моделями, при этом ни одна модель не может сделать это абсолютно полно и всесторонне. Однако использование упрощенной модели, отражающей отдельные черты исследуемого объекта, позволяет яснее увидеть взаимосвязь причин и следствий, входов и выходов, быстрее сделать необходимые выводы, принять правильные решения [1].

Реальный объект в сравнении с моделью сложен для анализа и менее информативен. Необходимо заметить, что исследование непосредственным образом большинства объектов и явлений невозможно.

Так, эксперименты с экономикой страны или со здоровьем ее населения в принципе невозможны. Среди целей моделирования можно выделить следующие [2]: · понять, как устроен конкретный объект: какова его структура, внутренние связи, основные свойства, законы развития, саморазвития и взаимодействия с окружающим миром; · научиться управлять объектом или процессом, определить наилучшие способы управления при заданных целях и критериях; · прогнозировать прямые и косвенные последствия реализации заданных способов и форм воздействий на объект.

Модель может быть представлена различными способами. В широком смысле модель определяют как отражение наиболее существенных свойств объекта. Основными требованиями, предъявляемыми к математическим моделям, являются требования адекватности, универсальности и экономичности.



**Адекватность.** Модель считается адекватной, если отражает заданные свойства с приемлемой точностью. Точность определяется как степень совпадения значений выходных параметров модели и объекта.

Точность модели различна в разных условиях функционирования объекта. Эти условия характеризуются внешними параметрами. В пространстве внешних параметров выделить область адекватности модели, где погрешность меньше заданной предельно допустимой погрешности.

Определение области адекватности моделей — сложная процедура, требующая больших вычислительных затрат, которые быстро растут с увеличением размерности пространства внешних параметров.

Эта задача по объему может значительно превосходить задачу параметрической оптимизации самой модели, поэтому для вновь проектируемых объектов может не решаться.

**Универсальность.** Определяется в основном числом и составом учитываемых в модели внешних и выходных параметров.

**Экономичность.** Модель характеризуется затратами вычислительных ресурсов для ее реализации — затратами машинного времени и памяти.

Однако это не всегда находит понимание среди специалистов в области нанотехнологии из-за отсутствия опыта по математическому моделированию наносистем. Чтобы избежать бесполезного конструирования и сборки многочисленных дорогих прототипов наносистем, нужно сначала детально разработать структуру и технологию сборки нанообъекта или молекулярного кластера. Для этих целей используют методы компьютерного моделирования.

С помощью моделирования, основанного на большом количестве экспериментальной информации, можно описать поведение проектируемых наносистем. Кроме того, компьютерное моделирование в ряде случаев является катализатором для экспериментальных исследований и производства.

В последнее время расширяется круг задач, при решении которых применяется компьютерное моделирование. Если в прошлом моделирование, в частности компьютерное, было направлено на количественное описание процессов в материалах, то в настоящее время большое внимание уделяется созданию новых перспективных материалов и прогнозированию их свойств [3].

В реальном мире наблюдают различные явления и процессы, происходящие как в природной, так и в техногенной среде. Умозрительный мир — это мир ума, описывающий представление людей о реальном мире с помощью наблюдения, моделирования и предсказания [4].

Моделирование — это особый метод познания окружающего мира, который относится к общенаучным методам. Он может применяться как на эмпирическом, так и на теоретическом уровнях. В английском языке для понятия моделирования существует два термина: modeling и simulation.

Первый означает моделирование, основанное главным образом на теоретических положениях, а второй — воспроизведение, имитацию состояния системы на основе анализа ее поведения (имитационное моделирование) [5].

Моделирование не является расширением теории или эксперимента — его следует рассматривать как отдельную позицию между теорией и экспериментом. Более того, моделирование является новым видом получения научных знаний с некоторыми общими чертами, заимствованными из теории и эксперимента.



Наиболее часто используемым частным случаем общей модели управления проектом является классическая сетевая модель, которая содержит информацию о детерминированных параметрах работ и их логической взаимосвязи.

Причем логические взаимосвязи также детерминированы и включают технологические зависимости между работами «конец-начало» только типа «не ранее». Классическая (детерминированная) сетевая модель есть конечный граф

$$G = (\Omega, A),$$

где  $\Omega$  — есть множество вершин, отождествляемых с событиями, а технологическая матрица (матрица смежности)  $A = \{p_{ij}\}$  задает множество ориентированных дуг, отождествляемых с работами ( $p_{ij} = 1$  определяет работу  $(i, j)$ ; если события  $i$  и  $j$  дугой не связаны, то  $p_{ij} = 0$ ).

Каждой дуге  $(i, j)$  поставлен в соответствие количественный параметр  $t_{ij}$ , который определяет время выполнения работы  $(i, j)$ . Система сетевого планирования и управления, основанная на применении детерминированных сетевых моделей, позволяет: — формировать календарный план реализации некоторого комплекса работ; — выявлять и мобилизовывать резервы времени, трудовые, материальные и денежные ресурсы; — осуществлять управление комплексом работ с прогнозированием и предупреждением возможных срывов в ходе работ; — повышать эффективность управления в целом при четком распределении ответственности между руководителями разных уровней и исполнителями работ.

Диапазон применения методов классического сетевого моделирования весьма широк: от задач, касающихся деятельности отдельных лиц, до проектов, в которых участвуют сотни организаций и десятки тысяч людей. Важнейшими понятиями сетевой модели являются понятия полного и критического пути.

Полный путь — любой путь, начало которого совпадает с начальным событием сети, а конец — с завершающим.

Наиболее продолжительный полный путь называется критическим. Критическими называются также работы и события, расположенные на этом пути. Временные параметры сети состоят из временных параметров событий ( $T_j$ ) и временных параметров работ.  $T_j$  ( $j \in \Omega$ ) — сроки свершения событий, должны удовлетворять соотношению:

$$T_i + t_{ij} \leq T_j \text{ для всех дуг } (i, j). \quad (1.2.1)$$

Различают ранние ( ) и поздние ( ) сроки свершения событий. Так как в классической сетевой модели событие не может наступить прежде, чем завершатся все предшествующие работы, то ранний ( ) срок свершения  $j$ -го события определяется продолжительностью максимального пути, предшествующего этому событию.

Различают несколько разновидностей резервов времени работ, мы рассмотрим два основных вида: полный резерв и свободный резерв. Полный резерв работы  $(i, j)$  определяется по формуле:

$$R_{ij}^n = T_j^1 - T_i^0 - t_{ij}. \quad (1.2.4)$$

(1.2.4) показывает, на сколько можно увеличить время выполнения данной работы при условии, что срок выполнения всего комплекса работ не изменится. Полный резерв критических работ равен 0. Увеличение продолжительности некритической работы за счет использования всего ее полного резерва влечет появление нового критического пути, частью которого является эта работа. Опоздание начала некритической работы  $(i, j)$  по сравнению с на всю величину ее полного резерва влечет за собой необходимость начинать все работы, выходящие из события  $j$  в наиболее позднее допустимое время наступления этого события. Свободный резерв времени работы  $(i, j)$  представляет часть полного резерва времени, на



которую можно увеличить продолжительность работы, не изменив при этом раннего срока ее конечного события. Этим резервом можно располагать при выполнении данной работы в предположении, что ее начальное и конечное события свершаются в свои самые ранние сроки.

$$R_{ij}^c = T_j^0 - T_i^0 - t_{ij}. \quad (1.2.5)$$

Таким образом, свободный резерв времени может быть использован на увеличение продолжительности данной работы без нарушения резерва времени последующих работ. При временном расчете параметров сетевых моделей определяются сроки выполнения отдельных работ и выявляются наиболее важные (критические и подкритические) цепочки работ, от которых зависит своевременное окончание проекта (ввод объекта в эксплуатацию). Таким образом, характерной особенностью временного анализа проекта является классификация информации о работах по степени ее важности с точки зрения завершения всего комплекса работ в установленный срок

*Список литературы:*

1. Самарский, А. А. Математическое моделирование / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Москва : Наука. Физматлит, 1997.— 320 с.
2. Введение в математическое моделирование : уч. пособие / под ред. П.В. Трусова.— Москва : Университетская книга, Логос, 2007.— 440 с.
3. Пономарев, В.Б. Математическое моделирование технологических процессов : курс лекций / В.Б. Пономарев, А.Б. Лошкарев.— Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУУПИ, 2006.— 129 с.
4. База знаний факультета информатики «Wiking». — Режим доступа: <http://mathmod.narod.ru/metods.htm#mm03>. — Загл. с экрана.
5. Ибрагимов, И.М. Основы компьютерного моделирования наносистем : учебное пособие / И.М. Ибрагимов, А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров.— Санкт-Петербург : Издательство «Лань», 2010.— 384 с.

