

Лекция 1. Понятия модели и моделирования. Классификация моделей

Задачи, которые решает человек в своей образовательной, научно-исследовательской и профессиональной деятельности, делятся на две категории – *вычислительные* и *функциональные*. Цель *вычислительных задач* – расчет параметров, характеристик, обработка данных. *Функциональные задачи* требуют решения при реализации функций управления, проектирования. Это, например, управление деятельностью торгового предприятия, планирование выпуска продукции, управление перевозкой грузов и т.п.

Процесс решения задачи средствами моделирования отображает схема, показанная на рис. 1.2. Под реальным объектом подразумевается исследуемый объект (система, явление, процесс). *Модель* – это материальный или воображаемый объект, который в процессе познания замещает реальный объект, сохраняя при этом его существенные свойства. *Моделирование* – это процесс исследования реального объекта с помощью модели. Исходный объект называется при этом *прототипом* или *оригиналом*.



Рис. 1.2. Схема процедуры решения задачи посредством моделирования

Моделировать можно не только материальные объекты, но и процессы. Например, конструкторы используют аэродинамическую трубу для воспроизведения на земле условий полета самолета. В дальнейшем термин

«объект моделирования» будем понимать в широком смысле: это может быть как некоторый вещественный объект (предмет, система), так и реальный процесс.

Модель повторяет не все свойства реального объекта, а только те, которые требуются для ее будущего применения. Поэтому важнейшим понятием в моделировании является понятие цели. **Цель моделирования** – это назначение будущей модели. Цель определяет те свойства объекта-оригинала, которые должны быть воспроизведены в модели. Иначе говоря, **модель** – это *упрощенное подобие* реального объекта, который отражает *существенные особенности* (свойства) изучаемого реального объекта, отвечающие *цели моделирования*.

К построению модели прибегают в тех случаях, когда использование объекта-оригинала по каким-либо причинам затруднено или невозможно. Такими причинами могут быть, например:

- слишком большой (Солнечная система) или слишком маленький размер объекта (молекула или атом);
- моделируемый процесс протекает слишком быстро (сгорание топлива в двигателе внутреннего сгорания) или слишком медленно (процесс возникновения жизни на Земле);
- исследование объекта может оказаться опасным для окружающих (атомный взрыв);
- объект-оригинал может быть разрушен в процессе исследования (исследование прочностных характеристик конструкции самолета).

Для одного и того же объекта можно создать множество различных моделей. Какую модель выбрать – зависит от цели моделирования, определяемой в соответствии с решаемой задачей. С другой стороны, одна и та же модель может представлять разные объекты. Например, математические модели процесса распространения инфекционной болезни и процесса радиоактивного распада являются одинаковыми с точки зрения их математического описания.

Существует ряд общих требований к свойствам, которым должны удовлетворять модели:

- **адекватность** – достаточно точное отображение свойств объекта;

- **конечность** – модель отображает оригинал лишь в конечном числе его отношений и свойств;
- **полнота (информативность)** – предоставление исследователю всей необходимой информации об объекте в рамках гипотез, принятых при построении модели;
- **упрощенность** – модель отображает только существенные стороны объекта;
- **гибкость** – возможность воспроизведения различных ситуаций во всем диапазоне изменения условий и параметров;
- приемлемая для имеющегося времени и программных средств **трудоемкость разработки модели**.

Классификация моделей

Классификация – это разделение объектов на группы, имеющие один или несколько общих признаков. В зависимости от признака классификации одни и те же модели могут быть отнесены к разным классам.

Классификация по области использования модели представлена на рис. 1.3.



Рис. 1.3. Классификация моделей по области использования

Учебные модели – наглядные пособия, тренажеры, обучающие программы.

Игровые модели – это экономические, военные, деловые игры. Они репетируют поведение объекта в различных ситуациях.

Исследовательские модели создаются для исследования процессов или явлений, например, стенды для проверки электронной аппаратуры.

Опытные модели – это уменьшенные или увеличенные копии объектов. Их используют для исследования объекта и прогнозирования его будущих характеристик (например, опытная модель проектируемого автомобиля).

Имитационные модели имитируют реальность, при этом, как правило, эксперимент многократно повторяется.

Классификация по отрасли представленных в модели знаний разделяет все модели на *физические, биологические, социальные, экономические* и т. д.

Классификация по способу представления модели

Отразить в модели признаки оригинала можно разными способами. Можно скопировать признаки, построив *натурную (материальную) модель*. Примерами натуральных моделей являются макеты и муляжи – уменьшенные или увеличенные копии, воспроизводящие либо внешний вид объекта (например, глобус), либо его структуру (например, модель Солнечной системы), либо поведение (например, радиоуправляемая модель автомобиля).

Можно построить модель объекта, описав его свойства на одном из языков кодирования информации – дать словесное описание, привести формулу, чертеж, рисунок. Такая модель называется *информационной моделью*. Замена реального объекта его формальным описанием, т. е. его информационной моделью, называется *формализацией*. Существуют разные формы представления информационных моделей: словесные (вербальные), графические, математические, табличные и др. (рис. 1.4).

Вербальная модель – информационная модель в мысленной или разговорной форме.

Знаковая модель – информационная модель, выраженная знаками, т. е. средствами любого формального языка.

Математическая модель – модель, представленная с помощью математических формул.

Логическая модель – это модель, в которой представлены различные варианты выбора действий на основе умозаключений и анализа условий.

Специальные модели – это, например, химические формулы, ноты и т. д.



Рис. 1.4. Классификация моделей по способу представления

Геометрическая модель – модель, представленная с помощью графических форм (граф, блок-схема алгоритма решения задачи, диаграмма).

Граф – это множество *вершин* и множество *ребер*, соединяющих между собой все или часть этих вершин. На рис. 1.5,а показана геометрическая модель в виде графа, представляющая схему дорог, соединяющих населенные пункты. Вершины графа – это населенные пункты, ребра – дороги. Построенная модель позволяет, например, ответить на вопрос: через какие населенные пункты нужно проехать, чтобы добраться из пункта **А** в пункт **В**. Однако, эта модель не позволяет ответить на вопрос, сколько составит расстояние от одного населенного пункта до другого. На этот вопрос можно ответить с помощью модели в виде *взвешенного графа*, каждое ребро которого отмечено числом, равным по значению расстоянию между соответствующими населенными пунктами (рис. 1.5,б).

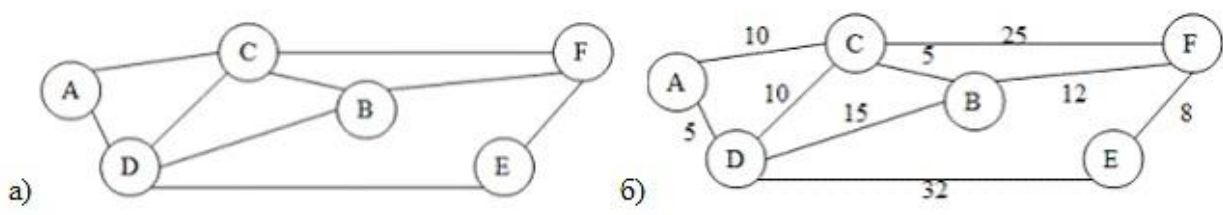


Рис. 1.5. Модель в виде графа

Табличная модель – это информация о моделируемом объекте, структурированная в виде таблицы. Различают следующие типы табличных моделей:

- таблица типа «объект-свойство» в одной строке содержит информацию об одном объекте в виде заданного набора его свойств:

ФИО студента	Номер зачетки	Направление подготовки	Шифр группы	Военнообязанный (да/нет)
Андреев А.В.	100050	080100.62	Экб-101	да
Борисов Е.В.	100121	080200.62	Менб-102	нет
...	...			

- таблица типа «объект-объект» отражает взаимосвязи между разными объектами по какому-либо свойству (связь между объектами **Студент** и **Экзамен** через свойство **Оценка за экзамен**):

Экзамен \ Студент	Информатика	История	Математика	Иностранный язык	Физика
Иванов А.А.	5	4	-	5	-
Борисов Е.И.	4	5	3	-	-
Гаврилов П.П.	-	-	4	3	4
...

- таблица типа «двоичная матрица» является частным случаем таблицы «объект-объект» и отражает наличие или отсутствие связи между объектами (1 – связь присутствует, 0 – отсутствует). Далее показана табличная модель типа «двоичная матрица», соответствующая графу на рис. 1.5, б).

Населенный пункт	A	B	C	D	E	F
A	1	0	1	1	0	0
B	0	1	1	1	0	1
C	1	1	1	1	0	1
D	1	1	1	1	1	0
E	0	0	0	1	1	1
F	0	1	1	0	1	1

Классификация по характеру отображаемых свойств объекта моделирования

По характеру отображаемых свойств выделяют два типа моделей:

- **структурные** – отражают структуру (устройство) моделируемого объекта, существенные для целей исследования свойства и взаимосвязи компонентов этого объекта;
- **функциональные** – отражают внешне воспринимаемое поведение (функционирование) объекта.

Функциональные модели часто строятся как **модели черного ящика**. В такой модели задаются только входные и выходные связи моделируемого объекта со

средой (рис. 1.6). Название «черный ящик» образно подчеркивает отсутствие сведений о внутреннем содержании объекта.

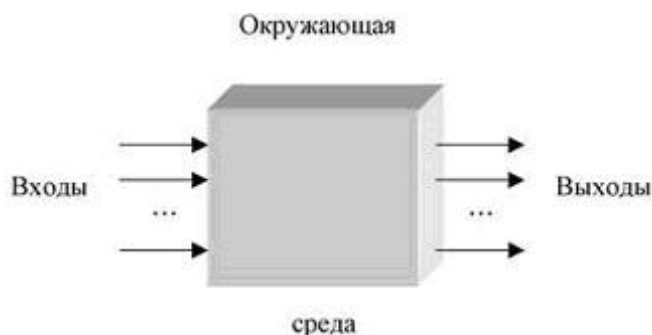


Рис. 1.6. Модель «черного ящика»

Наряду с моделью черного ящика по степени информированности исследователя о моделируемом объекте, выделяют еще два вида моделей:

- **«белый ящик»** – известно все о внутреннем содержании объекта;
- **«серый ящик»** – известна структура объекта, неизвестны количественные значения параметров.

Классификация с учетом фактора времени

С учетом фактора времени модели можно разделить на два класса:

- **статические модели** – это одномоментный срез информации по объекту;
- **динамические модели** позволяют увидеть изменение объекта во времени.

Например, медицинская карта состояния здоровья пациента в поликлинике отражает изменение состояния здоровья человека за некоторый период времени (динамическая модель), а медицинское обследование при поступлении на работу дает картину состояния здоровья на данный момент времени (статическая модель).

Классификация по характеру изменения модели во времени охватывает динамические модели и выделяет два типа моделей:

- **непрерывные** – изменяют свое состояние во времени за сколь угодно малое приращение времени;
- **дискретные** – изменяют свое состояние во времени дискретно, через определенный временной интервал.

Классификация по признаку причинной обусловленности выполняется в зависимости от возможности или невозможности учета в рассматриваемой модели

одного или нескольких случайных факторов, при этом выделяют два вида моделей:

- **детерминированные** – модели, в которых все воздействия и факторы определены и известны заранее;
- **стохастические (вероятностные)** – модели, в которых хотя бы один из факторов носит случайный характер.

По способу реализации информационные модели делятся на компьютерные и некомпьютерные. **Компьютерная модель** – модель, реализованная с помощью программных средств на компьютере. Программное обеспечение, средствами которого может осуществляться компьютерное моделирование, может быть как универсальным (например, текстовые или табличные процессоры), так и специализированным, предназначенным лишь для определенного вида моделирования.

? Вопросы и упражнения для самоконтроля

1. Объясните смысл понятия модели и моделирования.
2. Каким требованиям должны удовлетворять модели?
3. На какие классы разделяются модели по области использования?
4. Опишите классификацию моделей по способу их представления.
5. Поясните термины «материальная (натурная) модель», «информационная модель». Приведите примеры моделей такого рода.
6. Объясните понятие «вербальная модель». Приведите примеры.
7. Назовите и охарактеризуйте типы табличных моделей.
8. На какие группы можно разделить динамические модели в зависимости от характера изменения модели во времени?
9. Опишите назначение структурных и функциональных моделей.
10. Каковы особенности моделей, построенных как модели «черного ящика»?
11. Опишите классификацию моделей с учетом фактора времени.
12. В чем заключается различие между детерминированными и стохастическими моделями?