

5. МОДЕЛИ РЕШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

5.1. Основные понятия моделирования

Модель – упрощённое подобие реального объекта, процесса или явления, которое отражает его существенные особенности.

Сущность – обобщённое название объекта, явления или процесса, которое изучается с помощью моделирования.

Атрибуты (параметры) – характеристики сущности, которые учитываются в её модели.

Моделирование – метод познания, состоящий в создании и исследовании моделей изучаемых сущностей.

Каждой сущности можно сопоставить несколько моделей в зависимости от того, для какой цели она создаётся. Пример – возможные модели человека. Для отдела кадров на работе – это его анкета или резюме, в которых учитываются атрибуты, необходимые в профессиональной деятельности; для поликлиники – медицинская карта, в которой учитываются атрибуты здоровья; для приятелей – черты характера и набор его хобби; для портного – геометрические размеры тела.

Необходимость создания моделей диктуется следующими факторами:

- исследования на оригинале может быть экономически невыгодным;
- изучение может приводить к разрушению сущности (моделирование взрывов, методики лечения, хранения продуктов и т. п.);
- оригинала нет в действительности (изучение сущностей прошлого или будущего);
- необходимо исследование только некоторых свойств оригинала.

5.2. Классификации моделей

В зависимости от того, какой фактор является наиболее важным при моделировании, для классификации моделей используют разные признаки:

- по области использования;
- по фактору времени;
- по отрасли знаний;

– по форме представления.

Классификация моделей по области использования

Учебные – используются при обучении.

Опытные – это уменьшенные или увеличенные копии проектируемого объекта. Используют для исследования и прогнозирования его будущих характеристик (аэродинамическая труба).

Научно-технические – для исследования процессов и явлений.

Игровые – репетиция поведения объекта в различных условиях.

Имитационные – отражение реальности в той или иной степени (это метод проб и ошибок).

Классификация моделей по фактору времени

Статические – описывают состояние системы в определенный момент времени (единовременный срез информации по данному объекту). Примеры: классификация животных, строение молекул, список посаженных деревьев, отчет об обследовании состояния зубов и т. д.

Динамические – описывают процессы изменения и развития системы (изменения объекта во времени). Примеры: моделирование движения тел, развития организмов, процесс химических реакций.

Классификация моделей по отрасли знаний – это классификация по отрасли деятельности человека (математические, биологические, химические, социальные, экономические, исторические и т. д.).

Классификация моделей по форме представления

– **материальные (предметные, физические)** – это модели, которые имеют реальное воплощение и отражают внешние свойства или внутреннее устройство моделируемых сущностей, суть процессов и явлений в объекте-оригинале. Материальное моделирование – это экспериментальный метод познания окружающей среды. Примеры: детские игрушки, скелет человека, чучело, макет солнечной системы, школьные пособия, физические и химические опыты, авиамодель истребителя, полоса препятствий.

– **информационные** – это целенаправленно отобранная информация о моделируемой сущности, которая отражает ее свойства, наиболее существенные для исследователя. В информационных мо-

делях реальный объект или процесс заменяется его формальным описанием. Такая процедура называется **формализацией**.

Например, информационной моделью движения поездов является расписание их движения, а материальной – макет железной дороги с движущимися паровозиками.

По уровню формализации различают:

– хорошо формализованные модели. Их можно решить средствами, принятыми в данной предметной области, не используя субъективные мнения экспертов;

– плохо формализованные модели. Их нельзя решить без привлечения эксперта в данной предметной области.

Типы информационных моделей

Абстрактные (мысленные) – при построении модели используются понятия, не существующие в реальной жизни. Примеры: модель идеального газа. Она представляет каждую молекулу как материальную точку, т. е. объект, который имеет массу, но не имеет размеров. В модели движения планет вокруг солнца каждая планета тоже представляется как материальная точка.

Вербальные – мысленные модели, выраженные в разговорной форме с помощью естественных языков. Пример: инструкция пилоту самолёта – это вербальная неформализованная модель, так как она пишется на естественном языке.

знаковые (формализованные) – выражены специальными символами, применяемыми в изучаемой предметной области. Например, компьютерная модель реализована средствами программной среды, математическая – формулами, которые описывают изучаемую сущность. Знаковая формализованная модель музыкального произведения – запись с помощью нот и т. д.

В знаковых информационных моделях выделяют класс **образно-знаковых** моделей. Например, к таким моделям относятся:

– **Геометрические** – рисунок, пиктограмма, чертеж, карта, план, объемное изображение;

– **Структурные** – таблица, граф, схема, диаграмма;

– **Алгоритмические** – нумерованный список действий, пошаговое перечисление, блок-схема.

По способу организации данных информационные модели делятся на:

– **реляционные (табличные)**: перечень объектов и их свойств оформляется в виде связанных между собою таблиц. Каждая строка таблицы содержит информацию об одном экземпляре (**сущности**) предметной области, каждый столбец – значения одной и той же характеристики (**атрибута**) для разных сущностей. Пример: расписание движения поездов – это табличная информационная модель реального перемещения поездов по железной дороге;

– **иерархические**: объекты распределены по уровням. Каждый элемент высокого уровня состоит из элементов нижнего уровня, а элемент нижнего уровня может входить в состав только одного элемента более высокого уровня.

Такие модели представляются ориентированным графом («деревом»), у которого начальная вершина не подчинена никакой другой, а все остальные подчинены только одной, но могут иметь в своём подчинении сколько угодно объектов нижнего уровня. Если из каждого узла выходит только два потомка, то такая структура называется бинарным деревом.

Примеры: файловая структура в компьютере (система каталогов), система доменных имён в Интернете, структура почтовых адресов, классификации животных, растений. В иерархической модели две любые вершины могут быть соединены только одним путём. Пример: относительный путь к файлу имеет только один вариант.

– **Сетевые**: между объектами моделируемой системы существуют множественные связи. Такие модели представляются графом, в котором имеются связи между вершинами, позволяющие создать разные пути перехода между ними.

Примеры: модель функционирования Интернет, где каждый сервер может связаться с любым другим сервером через цепочку промежуточных узлов, и эти цепочки могут быть разными; модель взаимодействия пациентов и врачей в больнице, где каждого больного обследует несколько врачей и в то же время каждый врач следит за здоровьем нескольких больных; модель взаимодействия студентов и преподавателей в процессе обучения.

5.3. Базы данных и базы знаний

В наше время любой специалист независимо от сферы деятельности в той или иной мере занимается сбором, накоплением, сортировкой разнообразных данных и прочими операциями их обработ-

ки. При структурировании данных по реляционному типу в состав базы обычно входят следующие средства: таблицы, запросы, формы, отчеты, макросы и модули.

Таблицы – в них накапливается информация, которая вводится с клавиатуры.

Запросы – программы, которые манипулируют данными из таблиц и в черновом виде подготавливают ответы на типовые вопросы пользователей.

Формы – программы, размещающие на экране нужную пользователю информацию. Формы используются для вывода тех сведений, которые достаточно просмотреть с экрана и на принтер вывести не нужно.

Отчеты – программы, подготавливающие информацию для вывода на принтер.

Макросы и модули – программы, в которых производится такая обработка информации, которая недоступна каждому из перечисленных выше средств по отдельности.

Наряду с базами данных в настоящее время при моделировании плохо формализованных задач используют базы знаний. Базы знаний в отличие от баз данных содержат в себе не только фактическую информацию, которая является постоянной для данной предметной области, но и правила вывода, допускающие автоматические умозаключения о вновь вводимых фактах, то есть моделируют «осмысленную» обработку информации с помощью правил логики. Компьютерные модели таких задач называются **интеллектуальными системами**. Математические методы, по которым работают интеллектуальные системы, называются **методами искусственного интеллекта**. В их основе лежат эвристические приёмы. **Эвристика** – это неформализованная процедура, сокращающая количество шагов поиска решения за счет некоторого способа направленного поиска решения, а не простого перебора всех возможных вариантов. Часто считается, что база знаний отличается от базы данных именно наличием механизма вывода новых знаний из старых. Еще одна особенность, которая закладывается в базы знаний, это выдача системой «объяснения» хода ее рассуждений при поиске ответа.

Наиболее известный класс интеллектуальных систем — это экспертные системы (ЭС). Эти системы рассматриваются как модели

поведения экспертов в определенной области знаний. База знаний ЭС создается при помощи трех групп специалистов:

- эксперты той проблемной области, к которой относятся задачи, решаемые ЭС;
- инженеры по знаниям, являющиеся специалистами по разработке интеллектуальной информационной системы (ИИС);
- программисты, осуществляющие реализацию ЭС.

ЭС может функционировать в 2-х режимах: ввод фактов по данной предметной области или проведение консультаций. В режиме ввода знаний эксперт с помощью инженера по знаниям вводит известные ему сведения о *предметной области* в базу знаний ЭС. В режиме консультации пользователь ведет диалог с ЭС, сообщая ей сведения о *текущей задаче* и получает рекомендации ЭС, сопровождающиеся «объяснением хода ее рассуждений». Например, в сфере тушения лесных пожаров на основе информации о пожаре (описание растительности в данной области, сводка погоды и т. п.), выдаётся некая рекомендация относительно стратегии борьбы с данным пожаром (оценка требуемых ресурсов, рекомендации по размещению техники и т. п.)

5.4. Этапы моделирования

Создание компьютерной модели разбивается на несколько этапов:

1. **Постановка задачи:** описание сущности, подлежащей моделированию, цели исследования и той информации о моделируемом объекте, которую необходимо учитывать в связи с поставленной целью.
2. **Разработка модели:** выбор типа создаваемой модели (предметная, компьютерная, математическая и т. п.) и ее реализация. Если выбран компьютерный тип модели, создается соответствующая программа.
3. **Тестирование модели:** проведение компьютерного или натурального эксперимента на тестах. **Тест** – набор данных, для которых заранее известен результат.

Для компьютерных программ применяются разные технологии тестирования. Если тестируется программа, которая получена путем внесения изменений, улучшающих ранее работавшую программу, то, чтобы убедиться, что внесенные изменения не испортили ее, в пер-

вую очередь ее проверяют на тех тестах, по которым проверяли предыдущую программу, Такое тестирование называется **регрессионным**. Тестирование новых сложных программ разбивается на два этапа: **альфа-тестирование** – это проверка программы на тестах, которые составил ее разработчик. **Бета-тестирование** – передача программы заказчикам в бесплатное пользование с условием, что при возникновении ошибок в работе разработчик будет уведомлен об этом.

4. **Анализ результатов моделирования:** процесс проверки правильности модели на совокупности тестов, охватывающих все диапазоны моделируемых параметров. Если результаты соответствуют цели, построение модели закончено, и можно использовать модель для прогнозирования реальных результатов. В противном случае модель уточняется за счет введения в нее новых данных, не учтенных на первом этапе или изменяется ее реализация.

5.5. Вопросы для самопроверки по теме 5

Задание № 1. Укажите отличие модели от реального объекта, явления или процесса.

Задание № 2. Процесс описания объекта на искусственном языке называется ____.

Задание № 3. В основе методов искусственного интеллекта лежат ____.

Задание № 4. Отличительной чертой интеллектуальных систем является ____.

Задание № 5. Можно ли отнести к плохо формализованным задачам задачи, приводящие к трудоёмким расчётам по известным формулам?

Задание № 6. Какие методы используют для плохо формализованных задач?

Задание № 7. К какому классу моделей относится рецепт кушанья?

Задание № 8. Модель гравитационного взаимодействия двух тел, записанная в виде формул, это ____.

Задание № 9. Моделью Земли для определения законов её движения вокруг Солнца является: ____.

Задание № 10. Укажите этап, на котором осуществляется определение целей моделирования.

Задание № 11. Термины иерархическая, сетевая, реляционная – это ____.

Задание № 12. Дана таблица моделирования:

1	моделируемый процесс	A	ракета
2	моделируемый объект	B	исследование траектории
3	цель моделирования	C	полёт ракеты
4	моделируемые характеристики	D	координаты местоположения

Укажите правильный порядок установки соответствия в этой таблице.

Задание № 13. Дана таблица моделирования:

1	моделируемый процесс	A	человек
2	моделируемый объект	B	разработка метода лечения
3	цель моделирования	C	температура и давление
4	Моделируемые характеристики	D	влияние лекарства на состояние больного организма

Укажите правильный порядок установки соответствия в этой таблице.

Задание № 14. Укажите, какие модели относятся к классу предметных:

1. модель молекулы в виде кристаллической решётки;
2. алгоритм работы станка с числовым программным управлением;
3. макет нефтяной вышки;
4. электрическая схема радиоприемника.

Задание № 15. Укажите типы моделей в классификации по фактору времени.

Задание № 16. Эвристика – это ____.

Задание № 17. Аэродинамическая труба это ____.

Задание № 18. Укажите типы тестирования компьютерных моделей.