

Лекция 23

Конспект в тетрадь

Тема: Модели и моделирование

Для изучения окружающего мира человек многие столетия использовал модели, но как научный метод моделирование с опаской применяли ещё в XIX веке. Известен факт о недоверии Английского Адмиралтейства к опытам с моделью броненосца «Кэптон» учёного Эдварда Рида в 1870 году. В результате пренебрежения к опытам с «игрушкой» погибли люди. В России в 1894 году для решения проблем, связанных с устойчивостью кораблей, начал функционировать Опытный бассейн, в котором проводили научные исследования с применением моделей кораблей.

С появлением компьютеров моделирование объектов, процессов и явлений привычно вошло в практику. Ни для кого не удивительно построение натуральных моделей с помощью сканирования и печать этих моделей на 3D-принтерах, математическое моделирование умных домов, процессов логистики, цифрового портрета покупателя, внедрение цифрового моделирования в планирование строительства и модернизации городского хозяйства.

Определим понятие модели, так как современная наука применяет это понятие в самых разнообразных смыслах.

✓ **Модель — представление реально существующего объекта, процесса или явления, содержащая свойства, действия или признаки, необходимые для изучения самого объекта или его взаимодействия с другими объектами.**

Модели принято делить на натурные и информационные. Рассмотрим это различие на примере.



Рис. 1. Медный всадник

«За дело, с богом!» Из шатра,
Толпой любимцев окружённый,
Выходит Пётр. Его глаза
Сияют. Лик его ужасен.
Движенья быстры. Он прекрасен,
Он весь, как божия гроза.
А. С. Пушкин «Полтава»

Слева в таблице модель натурная, справа — информационная.

Натурной или материальной моделью называют модель, воспроизводящую реальный объект и передающую его внешние признаки, структуру или взаимодействие с другими объектами.

✓ **Информационная модель — совокупность информации об объекте, представленная одним из языков кодирования информации.**

Разнообразие языков кодирования информации даёт возможность строить математические, графические, текстовые и другие модели.

Информационная модель является **адекватной**, если собранных сведений достаточно для реализации целей моделирования.

Например, нам необходимо составить план тренировок. Какие параметры спортсмена необходимо учесть? Если речь идёт о тяжелоатлете или фигуристе, лыжнике или гимнасте, среди прочих параметров необходимо учесть рост и вес спортсмена. Но для спортсмена-шахматиста этот параметр будет не таким важным, даже с учётом того, что физические упражнения поддерживают здоровье шахматиста.

✓ **Компьютерное моделирование — реализация информационной модели средствами компьютерных приложений или специализированных пакетов программ.**

Компьютерное моделирование даёт исследователям возможность уточнения модели в том случае, если в процессе исследования выясняется, что не все необходимые признаки объекта были собраны для построения адекватной модели.

Как это происходит:

1. на первом этапе построения компьютерной модели формулируется основная задача исследования.
2. На втором этапе выстраивается информационная модель.
3. По созданной модели разрабатывается компьютерная модель исследования, алгоритм.
4. Далее проводится компьютерный эксперимент.
5. Анализируются результаты эксперимента, и в зависимости от результатов либо уточняется задача (возвращение к этапу 1), либо уточняется информационная модель (возвращение к этапу 2), либо уточняется алгоритм исследования (возвращение к этапу 3), либо проводится заново компьютерный эксперимент (возвращение к этапу 4).
6. В завершение компьютерного моделирования делаются выводы об объекте моделирования. Можно считать, что объект изучен всесторонне.



Рис. 2. Построение компьютерной модели



Классификация моделей:

Классификация по способу применения:

модель				
учебная	опытная	научно-техническая	игровая	имитационная

Классификация по отрасли знания:

модель				
историческая	биологическая	физическая	географическая	химическая

Классификация по учёту фактора времени:

модель	
статическая	динамическая

Классификация по способу представления объекта:

модель			
материальная	информационная		
	знаковые		вербальные
	компьютерные	некомпьютерные	

На этом классификация моделей не заканчивается. Провести классификацию моделей можно по любому существенному признаку, и предыдущие классификации служат этому примером. Например, знаковые информационные модели могут быть представлены в виде рисунка, таблицы, графа или схемы.

Оценим характеристику моделей, приведённых нами в качестве примера: памятник Петру I и фрагмент стихотворения «Полтава» А. С. Пушкина. Но прежде определим цель моделирования. Допустим, эти модели нам необходимы для проведения урока истории.

Признак классификации	 <i>Рис. 1. Медный всадник</i>	«За дело, с богом!» Из шатра, Толпой любимцев окружённый, Выходит Пётр. Его глаза Сияют. Лик его ужасен. Движенья быстры. Он прекрасен, Он весь, как божия гроза
по способу применения	учебная	учебная
по отрасли знания	историческая	историческая

по учёту фактора времени	статическая	статическая
по способу представления объекта	материальная	информационная, вербальная

Умение исследователя строить адекватные модели объектов, процессов и явлений — результат широкого кругозора, опыта и глубоких знаний. Так, например, алгоритм поиска кратчайшего пути в графе, предложенный кибернетиком Дейкстрой, применяется во многих отраслях науки и в практической деятельности человека.

Пример 1

Между населёнными пунктами А, В, С, D, E, F, Z построены дороги, протяжённость которых приведена в таблице. (Отсутствие числа в таблице означает, что прямой дороги между пунктами нет.)

	A	B	C	D	E	F	Z
A		2	5	7			35
B	2		2	1			
C	5	2		13			7
D	7	1	13		2	7	11
E				2			8
F				7			2
Z	35		7	11	8	2	

Определи длину кратчайшего пути между пунктами А и Z (при условии, что передвигаться можно только по построенным дорогам).

Решение.

Составим маршрут следующим образом: стартуя из пункта А, будем всегда выбирать кратчайший путь к следующему пункту.

А—В (2). Это кратчайший путь, так как остальные дороги к В через другие пункты длиннее.

А—В—С (2+2=4). Это кратчайший путь, сравни А—С (5).

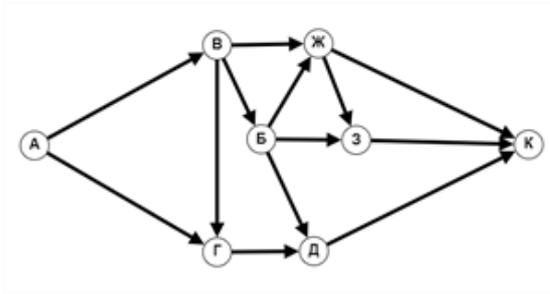
Из С можно попасть в Z: А—В—С—Z (4+7=11).

А—В—D—E—Z	$2+1+2+8=13$
А—В—С—Z	$2+2+7=11$
А—С—Z	$5+7=12$
А—D—E—Z	$7+2+8=17$

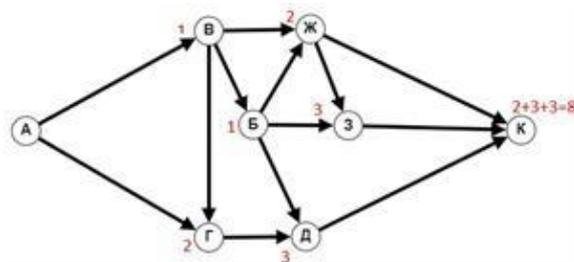
Из анализа путей видим, что кратчайшим является путь А—В—С—Z, его длина 11 и есть ответ задачи.

Пример 2

На рисунке — схема дорог, связывающих города А, В, Г, Д, Ж, З, К. По каждой дороге можно двигаться только в одном направлении, указанном стрелкой. Сколько существует различных путей из города А в город К?



Решение этого задания можно проводить прямо на схеме. Рядом с каждой вершиной подписать, сколько путей ведёт в эту вершину с учётом предыдущих путей.



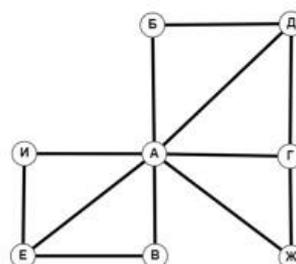
Или с помощью таблицы.

Куда	Откуда	Сколько
В	А	1
Г	А, В	1+1=2
Б	В	1
Д	Г, Б	2+1=3
Ж	Б, В	1+1=2
З	Б, Ж	1+2=3
К	Ж, З, Д	2+3+3=8

Пример 3

На рисунке схема дорог изображена в виде графа, в таблице содержатся сведения о длине этих дорог в километрах. Так как таблицу и схему рисовали независимо друг от друга, нумерация населённых пунктов в таблице никак не связана с буквенными обозначениями на графе. Определи длину более длинной из дорог: ГЖ и ЕИ. В ответе запиши целое число — длину дороги в километрах.

	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8
П1		6	15	4	12	2	19	18
П2	6				1			
П3	15					21		
П4	4				7		27	
П5	12	1		7				
П6	2		21					23
П7	19			27				
П8	18					23		



Решение.

Определим степени вершин на графе. Степенью вершины называется количество рёбер, входящих или выходящих из вершины.

А	7
Б	2
В	2
Г	3
Д	3
Е	3
Ж	2
И	2

Из рассмотрения таблицы видно, что вершина П1 — это вершина А; вершинами Г, Д, Е могут быть П4, П5, П6, вершинами Б, В, Ж, И — вершины П2, П3, П7 и П8. Вершина Г со степенью 3 связана с вершинами со степенями 2, 3 и 5; вершина Д со степенью 3 связана с вершинами со степенями 2, 2 и 5; вершина Е со степенью 3 связана с вершинами со степенями 2, 2 и 5.

Основываясь на этом, легко определить вершину Г — это П4, связанная с ней вершина со степенью 2 — П7 (это Ж), а вершина со степенью 3 — П5 (это Д). Таким образом, мы узнали, что ГЖ = 27. Оставшаяся вершина со степенью 3 — П6 (это Е). Расстояние от неё до смежных вершин со степенью 2 равно 21 и 23, что меньше 27.

Ответ: 27.

Рассмотренные нами примеры — реализация реальных задач с помощью знаковой информационной модели, представленной в виде графа. Ещё одна разновидность графа — дерево — позволяет решать иной круг задач. Это задачи построения иерархии, и применяются они в задачах, где важно учитывать наследование признаков.

Пример 4

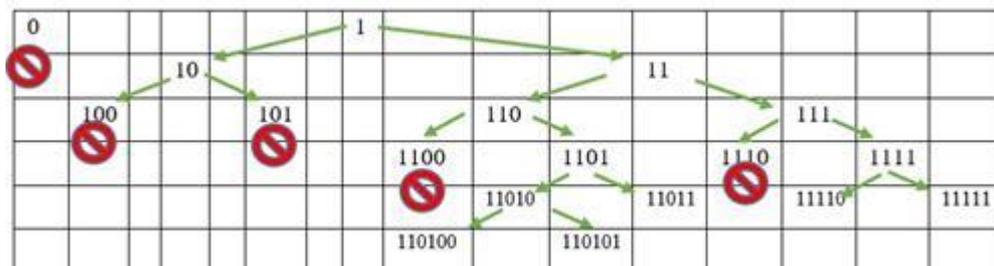
По каналу связи передаются зашифрованные сообщения, использующие только десять букв: А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К. Для передачи используется неравномерный двоичный код, т. е. длина кода для разных букв может быть неодинаковой. Известны коды первых пяти букв. Они приведены в таблице.

А	Б	В	Г	Д
0	100	101	1100	1110

Определи минимально возможную сумму длин кодов всех букв шифра.

Решение.

Для решения этой задачи составляют дерево кодов. Для однозначного декодирования никакой из кодов не должен начинаться другим кодом. Это условие сформулировал итальяно-американский учёный в области информатики Роберт Марио Фано. Построим и прокомментируем дерево кодов.



Буква А кодируется кодом 0, значит все коды, которые могли начинаться с этой цифры, не удовлетворяют условию однозначного декодирования. На схеме это помечено знаком запрета. Также никакие коды нельзя начинать с 100, 101, 1100 и 1110. Не заблокированы коды 1101 и 1111, но из них совокупно получится только 4 кода, нам же, по условию задачи, нужно составить 5 кодов. Поэтому один из оставшихся кодов используем для создания ещё двух кодов длиной в 6 цифр. Например, так, как показано на схеме.

Считаем суммарную длину всех кодов: А — 1; Б, В по 3, Г, Д по 4, три кода по 5 и два кода по 6.

$$1+2 \times 3+2 \times 4+3 \times 5+2 \times 6=1+6+8+15+12=42.$$

Ответ: 42.

Этот тип решения можно применять и в том случае, когда коды состоят более чем из двух символов. Тогда дерево не будет называться двоичным, как в предыдущем примере, но знаковая графическая модель не изменится.

Во многих реальных задачах информационная модель представляется в табличном виде. И для простоты восприятия её удобно переводить в графическое представление. Диаграммы нагляднее позволяют сделать качественный вывод из количественных данных.

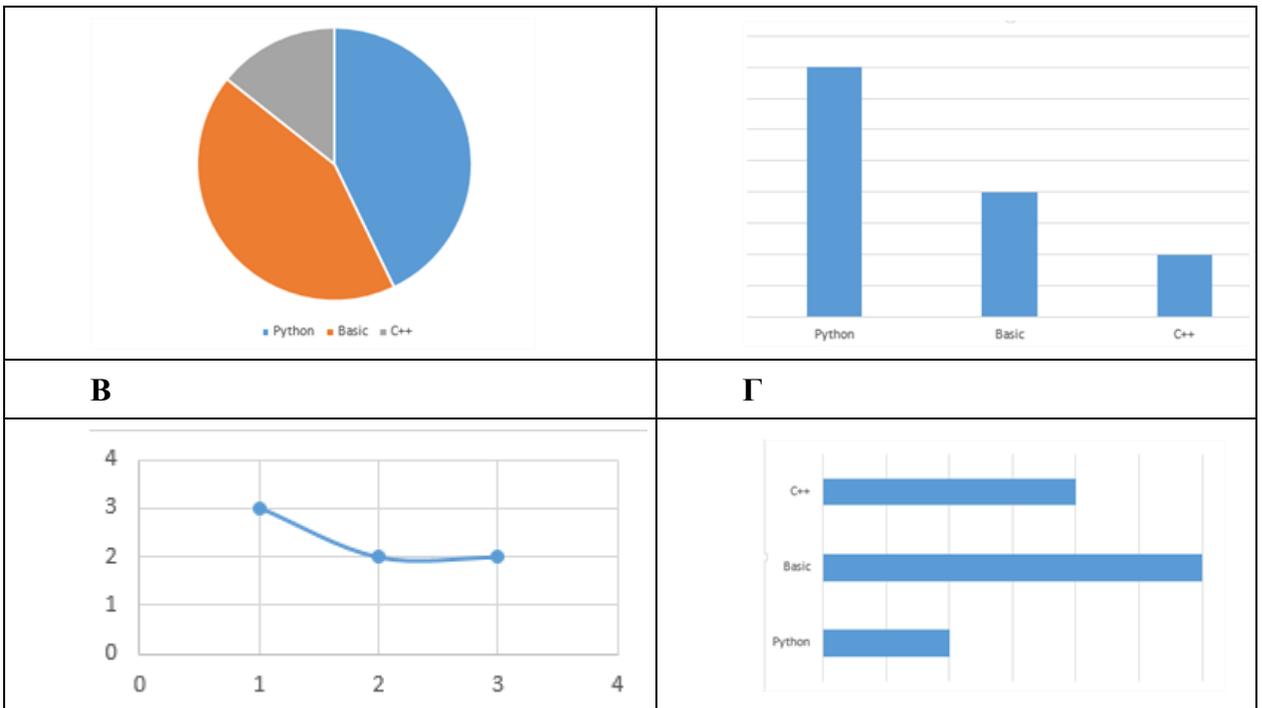
Пример 5

Ниже приведены фрагменты таблиц базы данных победителей городской олимпиады по информатике за 2000 год.

ID	Язык	Диплом
47564	Python	I
46026	Basic	I
44141	C++	I
52386	Basic	II
44253	Basic	II
51405	Python	II
48817	Python	III

По данным таблицы были построены диаграммы. Определи, какая из диаграмм правильно отражает данные, представленные в таблице.

А	Б
---	---



Решение.

По данным, приведённым в таблице, видно, что количество участников олимпиады, использовавших Python и Basic равно, а участников, использовавших C++, меньше. Две равные величины мы видим на диаграммах А и В, но на диаграмме В — третья категория, подразумевается C++, имеет большее значение, значит, правильный ответ этой задачи — диаграмма А.

Ответ: А.

Примечание: диаграмму В вообще стоит исключить из рассмотрения, потому что график подразумевает наличие промежуточных значений, т. е. непрерывной зависимости. В нашем примере зависимость дискретная.