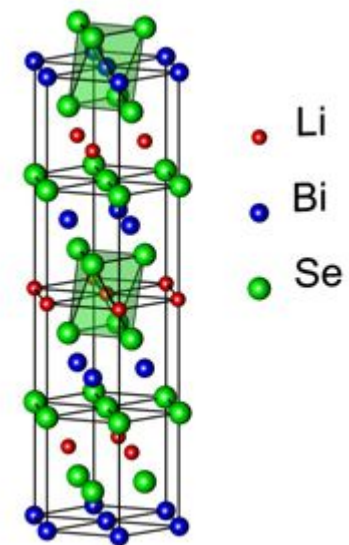


Модели и моделирование

Тема 1. Модели и их типы

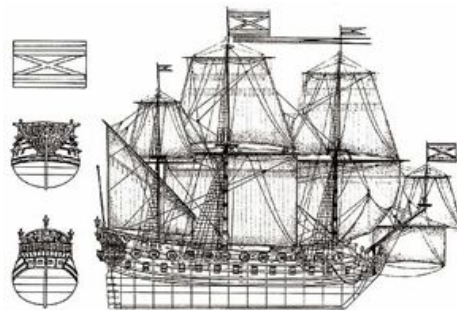
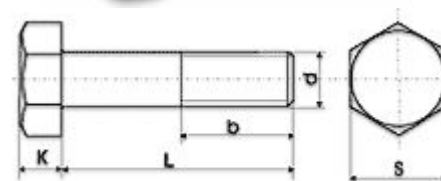
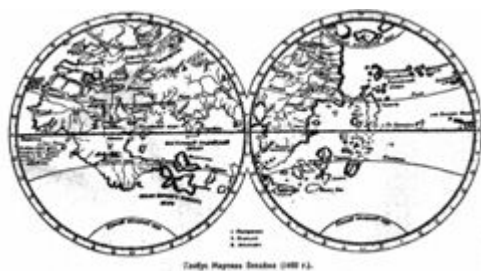
Модели в нашей жизни



Что такое модель?

Модель – это объект, который обладает некоторыми свойствами другого объекта (*оригинала*) и используется вместо него.

Оригиналы и модели



Первый линейный русский корабль «Гото Предестинация»

Что можно моделировать?

Модели объектов:

- уменьшенные копии зданий, кораблей, самолетов, ...
- модели ядра атома, кристаллических решеток
- чертежи
- ...

Модели процессов:

- изменение экологической обстановки
- экономические модели
- исторические модели
- ...

Модели явлений:

- землетрясение
- солнечное затмение
- цунами
- ...

Моделирование

Моделирование – это создание и использование моделей для изучения оригиналов.

Когда используют моделирование:

- **оригинал не существует**
 - древний Египет
 - последствия ядерной войны (Н.Н. Моисеев, 1966)
- **исследование оригинала опасно для жизни или дорого:**
 - управление ядерным реактором (Чернобыль, 1986)
 - испытание нового скафандра для космонавтов
 - разработка нового самолета или корабля
- **оригинал сложно исследовать непосредственно:**
 - Солнечная система, галактика (большие размеры)
 - атом, нейтрон (маленькие размеры)
 - процессы в двигателе внутреннего сгорания (очень быстрые)
 - геологические явления (очень медленные)
- **интересуют только некоторые свойства оригинала**
 - проверка краски для фюзеляжа самолета

Цели моделирования

- **исследование оригинала**

изучение сущности объекта или явления

«Наука есть удовлетворение собственного любопытства за казенный счет» (Л.А. Арцимович)

- **анализ («что будет, если ...»)**

научиться прогнозировать последствия различных воздействиях на оригинал

- **синтез («как сделать, чтобы ...»)**

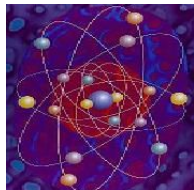
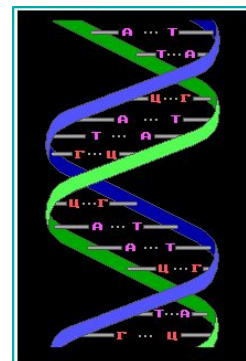
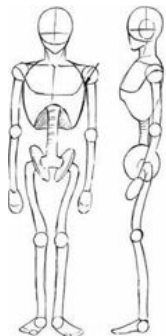
научиться управлять оригиналом, оказывая на него воздействия

- **оптимизация («как сделать лучше»)**

выбор наилучшего решения в заданных условиях

Один оригинал – одна модель?

7



- материальная точка

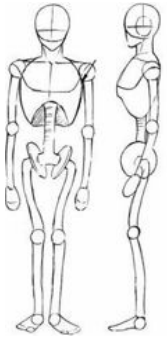


Оригиналу может соответствовать несколько разных моделей и наоборот!

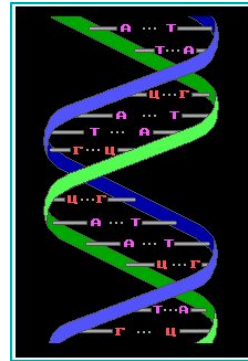
Зачем нужно много моделей?



Тип модели определяется целями моделирования!



изучение
строения
тела



изучение
наследственности

учет граждан
страны



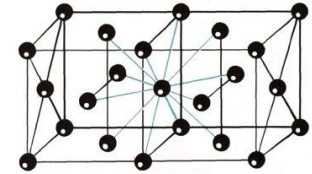
примерка
одежды

тренировка
спасателей



Природа моделей

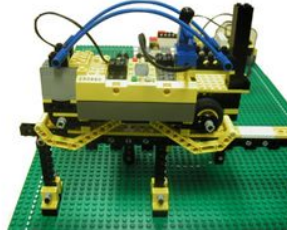
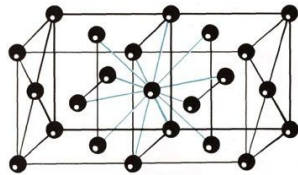
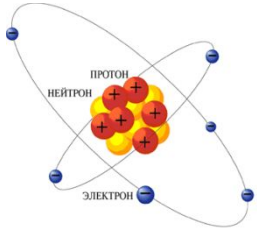
- **материальные (физические, предметные) модели:**



- **Информационные модели** представляют собой информацию о свойствах и состоянии объекта, процесса, явления, и его взаимосвязи с внешним миром:
 - **вербальные** – словесные или мысленные
 - **знаковые** – выраженные с помощью формального языка
 - **графические** (рисунки, схемы, карты, ...)
 - **табличные**
 - **математические** (формулы)
 - **логические** (различные варианты выбора действий на основе анализа условий)
 - **специальные** (ноты, химические формулы)

Модели по области применения

• учебные (в т.ч. тренажеры)



• опытные – при создании новых технических средств



• научно-технические

аэродинамическая труба

испытания в опытном бассейне



имитатор солнечного
излучения



вакуумная камера в Институте
космических исследований



вибростенд
НПО «Энергия»

Модели по фактору времени

- **статические** – описывают оригинал в заданный момент времени
 - силы, действующие на тело в состоянии покоя
 - результаты осмотра врача
 - фотография
- **динамические**
 - модель движения тела
 - явления природы (молния, землетрясение, цунами)
 - история болезни
 - видеозапись события

Модели по характеру связей

• детерминированные

- связи между входными и выходными величинами жестко заданы
- при одинаковых входных данных каждый раз получаются одинаковые результаты

Примеры

- движение тела без учета ветра
- расчеты по известным формулам

• вероятностные (стохастические)

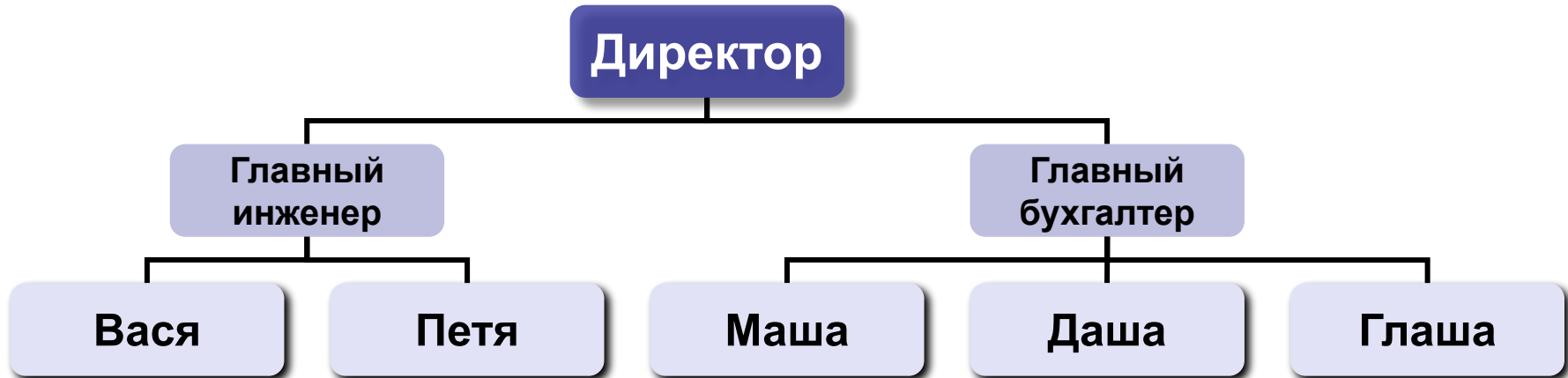
- учитывают случайность событий в реальном мире
- при одинаковых входных данных каждый раз получаются немного разные результаты

Примеры

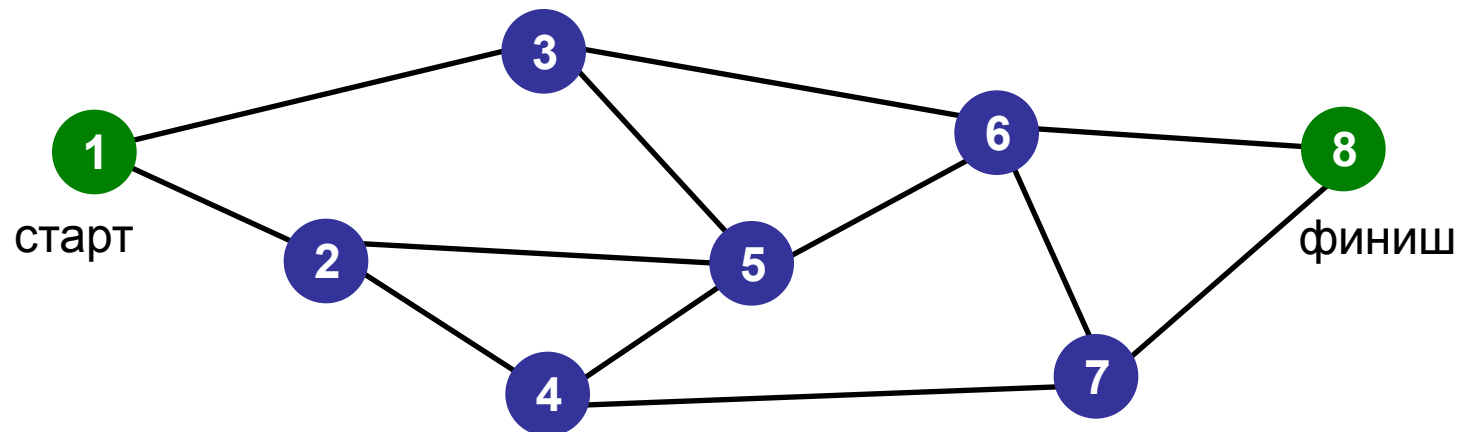
- движение тела с учетом ветра
- броуновское движение частиц
- модель движения судна на волнении
- модели поведения человека

Модели по структуре

- табличные модели (пары соответствия)
- иерархические (многоуровневые) модели



- сетевые модели (графы)



Специальные виды моделей

• имитационные

- нельзя заранее вычислить или предсказать поведение системы, но можно имитировать её реакцию на внешние воздействия;
- максимальный учет всех факторов;
- только численные результаты;



Задача – найти лучшее решение **методом проб и ошибок** (многократные эксперименты)!

Примеры:

- испытания лекарств на мышах, обезьянах, ...
- математическое моделирование биологических систем
- модели бизнеса и управления
- модели процесса обучения

Специальные виды моделей

- **игровые** – учитывающие действия противника

Примеры:

- ❑ модели экономических ситуаций
- ❑ модели военных действий
- ❑ спортивные игры
- ❑ тренировки персонала



Задача – найти лучший вариант действий в самом худшем случае!

Адекватность модели

Адекватность – совпадение существенных свойств модели и оригинала:

- результаты моделирования согласуются с выводами **теории** (законы сохранения и т.п.)
- ... подтверждаются **экспериментом**



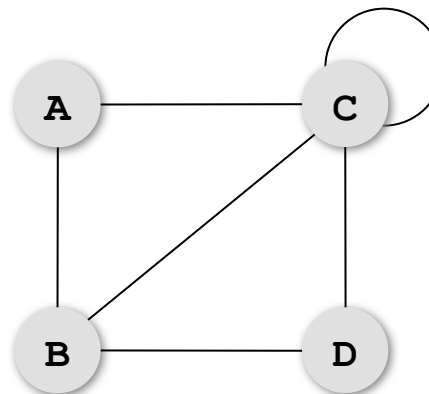
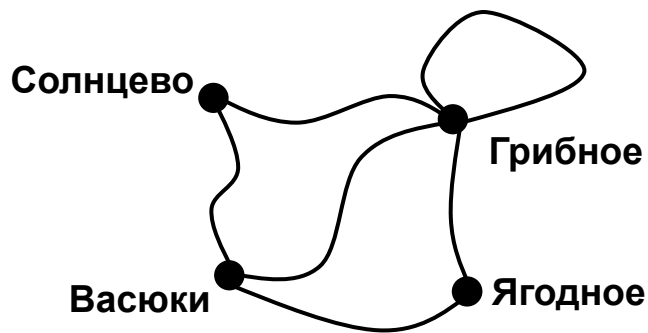
Адекватность модели можно доказать только **экспериментом!**

Модель всегда отличается от оригинала



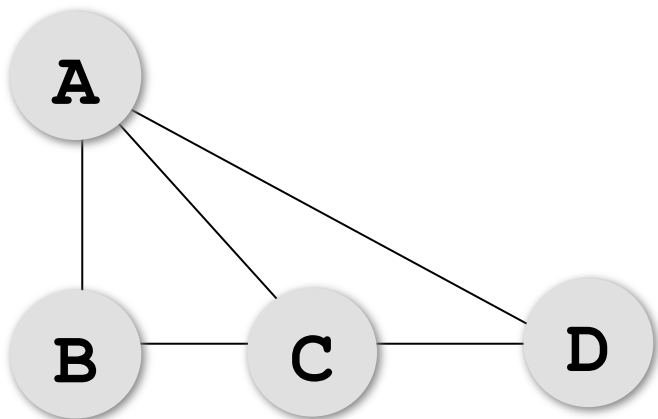
Любая модель адекватна только при определенных условиях!

Матрица смежности

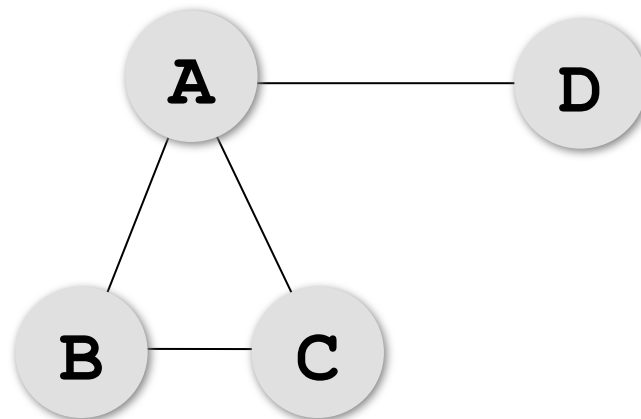


	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

петля



	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				



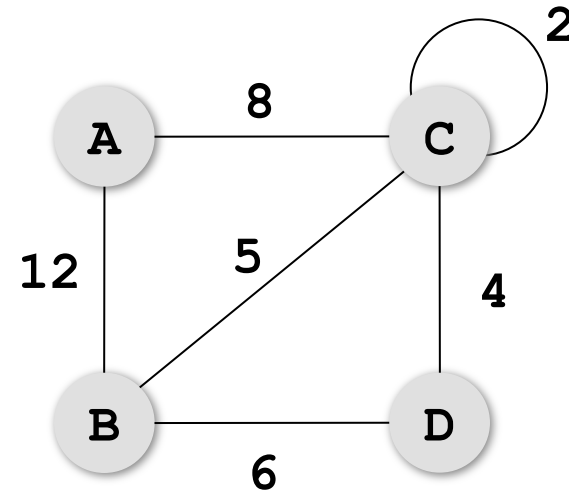
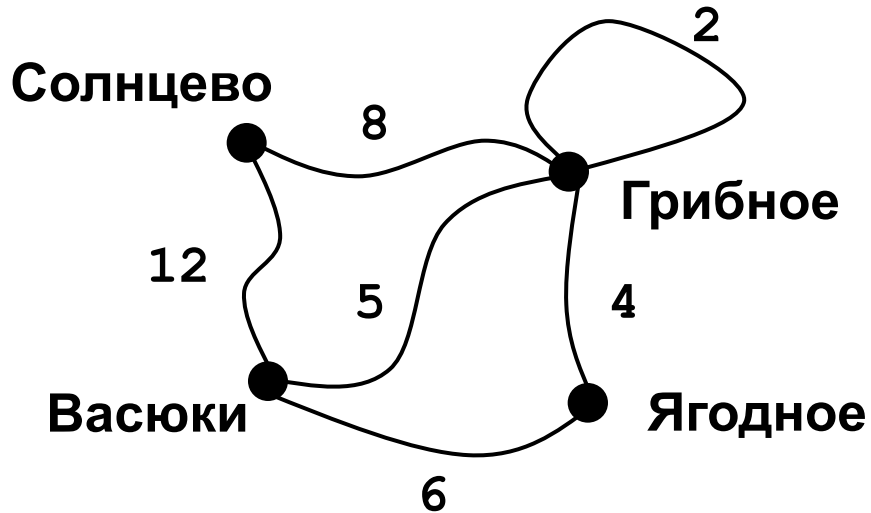
	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

Матрица смежности

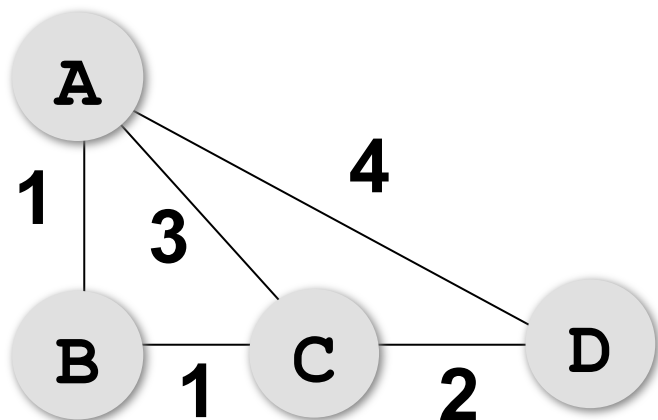
	A	B	C	D
A		0	1	1
B	0		1	0
C	1	1		0
D	1	0	0	

	A	B	C	D
A		1	0	1
B	1		1	0
C	0	1		1
D	1	0	1	

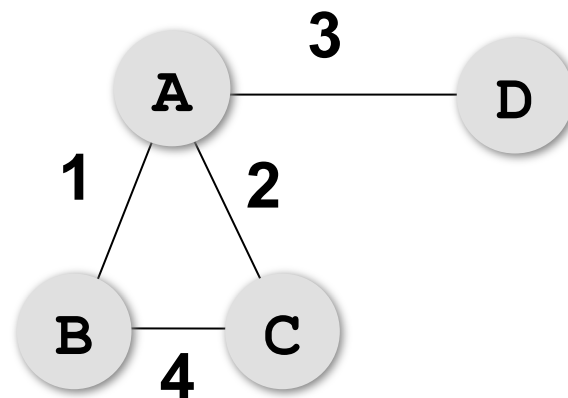
Весовая матрица



	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				



	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				



	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

Весовая матрица

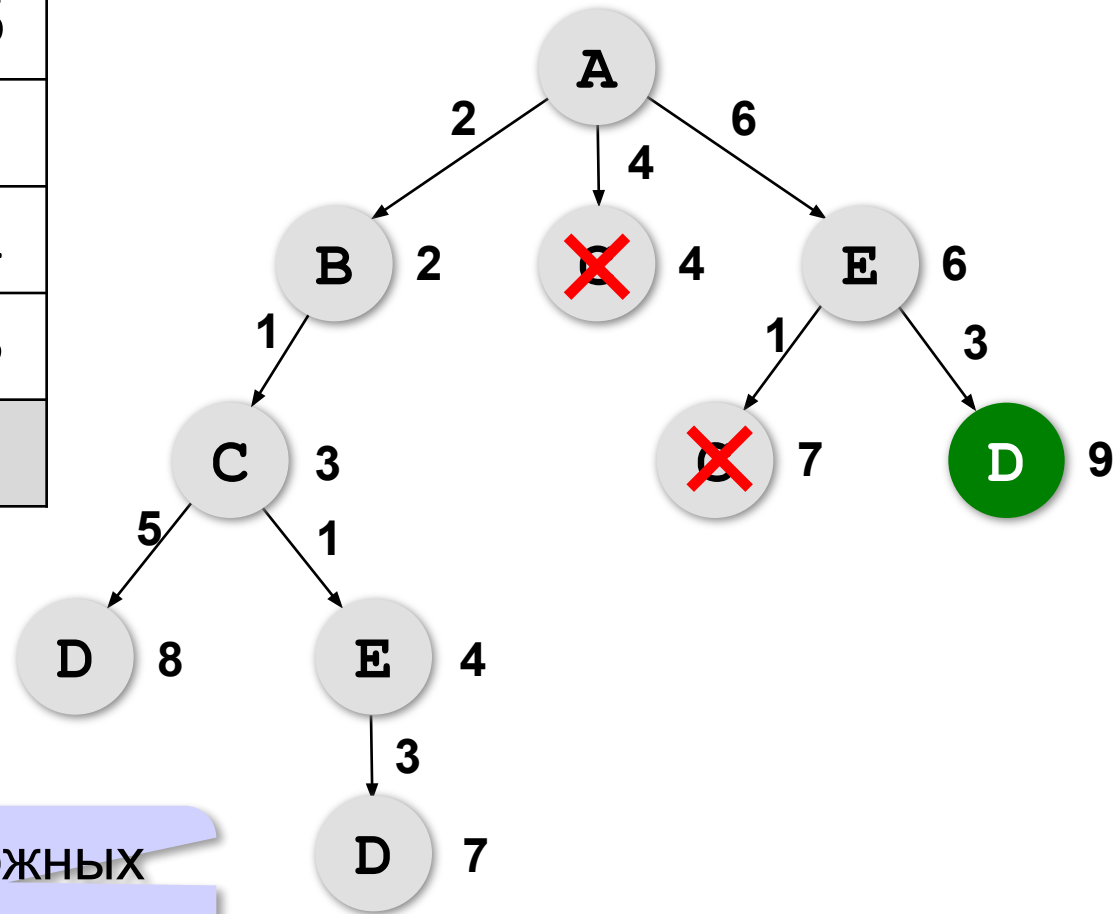
	A	B	C	D
A		4	3	
B	4			2
C	3			6
D		2	6	

	A	B	C	D
A			2	3
B				4
C	2			5
D	3	4	5	

Кратчайшие пути

	A	B	C	D	E
A		2	4		6
B	2		1		
C	4	1		5	1
D			5		3
E	6		1	3	

Определите кратчайший путь между пунктами A и D.



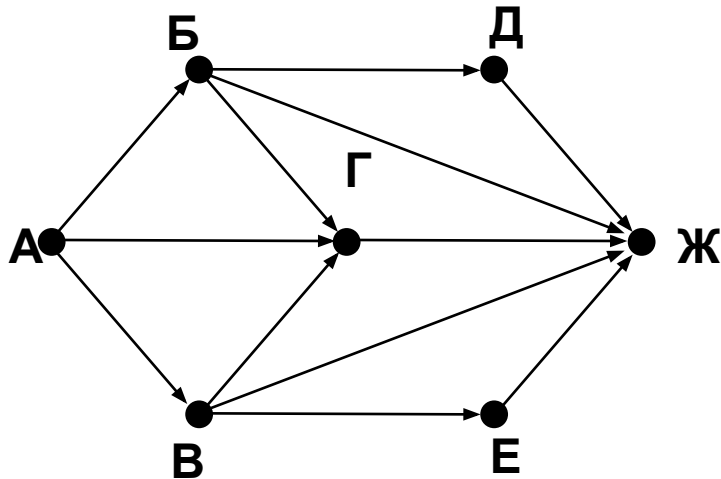
Кратчайшие пути

Определите кратчайший путь между пунктами А и Е.

	А	В	С	Д	Е
А		2	4		
В	2		1		7
С	4	1		3	5
Д			3		3
Е		7	5	3	

Количество путей

Сколько существует различных путей из А в Ж?



1. Откуда можно приехать в Ж?

Ж ← Б В Г Д Е Е ← В Д ← Б

Г ← А Б В В ← А Б ← А

2. Можно приехать только из А:

Б ← А В ← А

3. Можно приехать только из уже отобранных вершин (А, Б и В):

Б ← А В ← А Е ← В Д ← Б Г ← А Б В

4. Можно приехать только из уже отобранных вершин:

Б ← А В ← А Е ← В Д ← Б Г ← А Б В Ж ← Б В Г Д Е

Количество путей

После сортировки:

Б←А В←А Е←В Д←Б Г←АБВ Ж←БВГДЕ



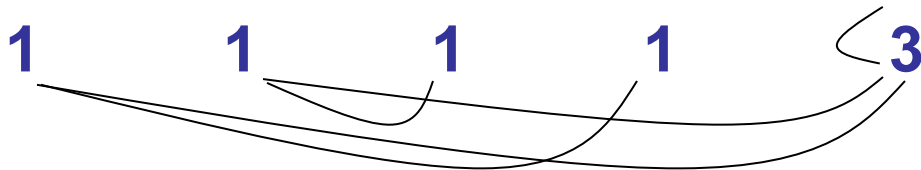
Количество путей в вершину X равно суммарному количеству путей в каждую из вершин, из которых есть ребро в X.

Ж←БВГДЕ

$$N_{\text{Ж}} \leftarrow N_{\text{Б}} + N_{\text{В}} + N_{\text{Г}} + N_{\text{Д}} + N_{\text{Е}}$$

Заполнение таблицы:

Б←А В←А Е←В Д←Б Г←АБВ Ж←БВГДЕ

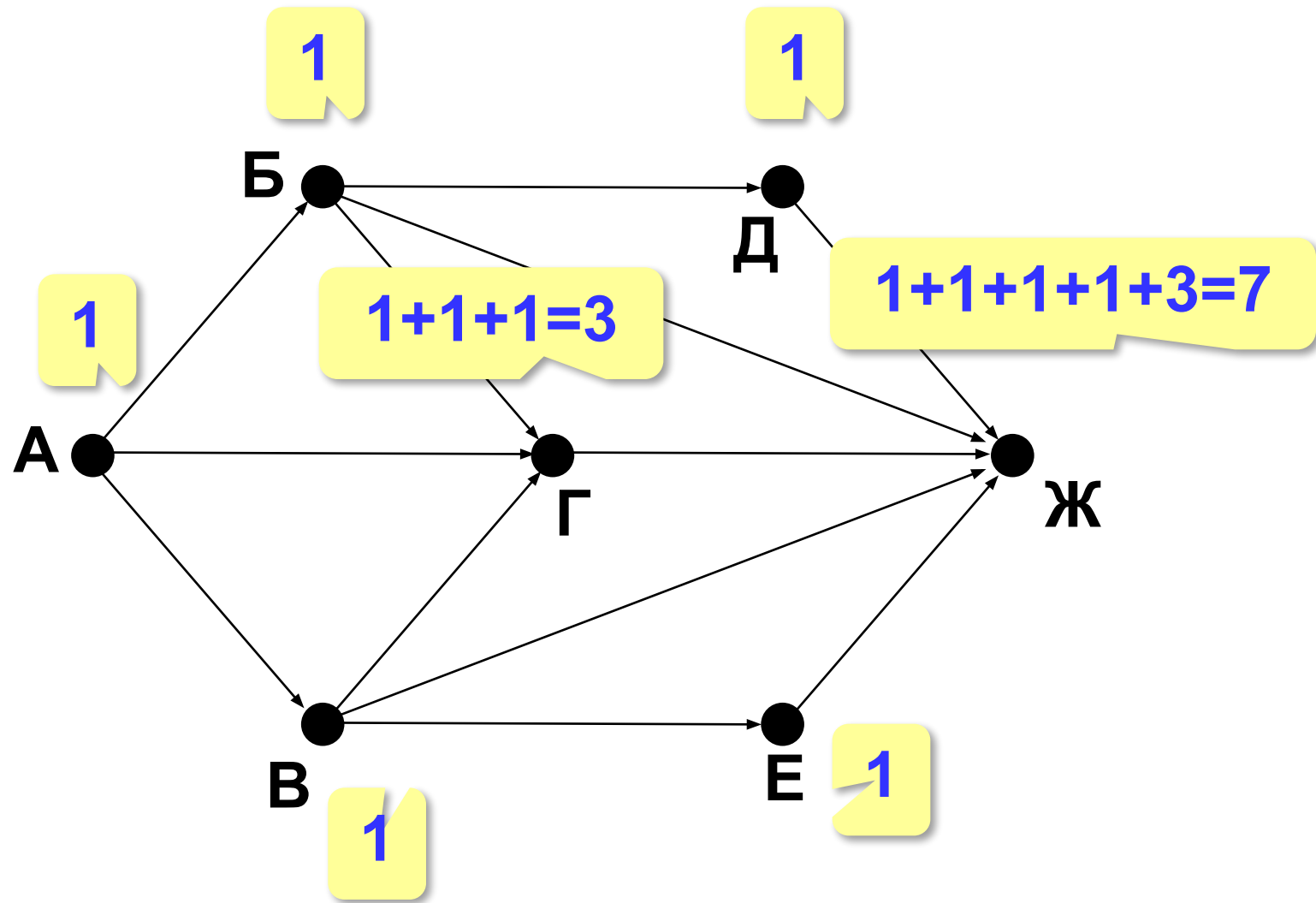


7

Количество путей

Форма записи:

Ж ← Б В Г Д Е **7**
Е ← В **1**
Д ← Б **1**
Г ← А Б В **3**
В ← А **1**
Б ← А **1**



Количество путей

Сколько существует различных путей из А в Ж?

