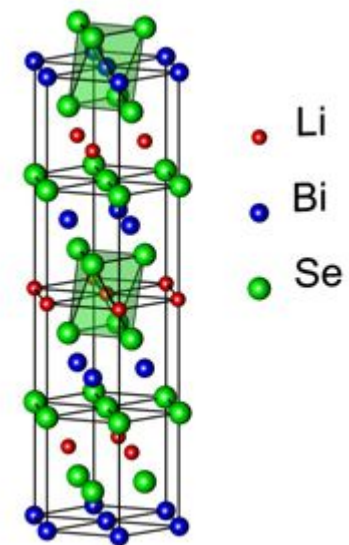


# Модели и моделирование

## Тема 1. Модели и их типы

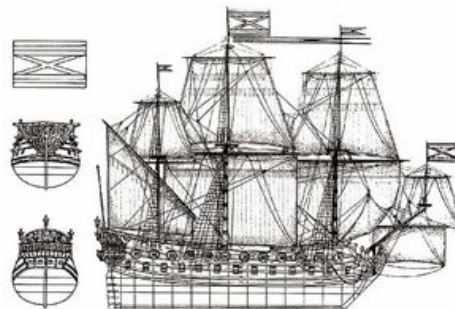
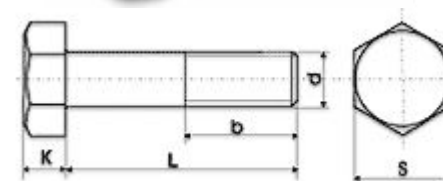
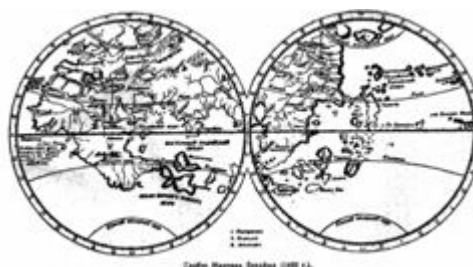
# Модели в нашей жизни



# 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

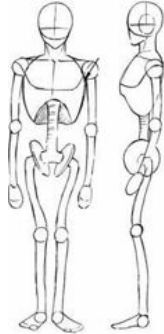
- **синтез («как сделать, чтобы ...»)**

научиться управлять оригиналом, оказывая на него воздействия

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

выбор наилучшего решения в заданных условиях

# Один оригинал – одна модель?



- материальная точка

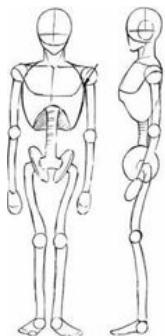


Оригиналу может соответствовать несколько разных моделей и наоборот!

# Зачем нужно много моделей?



Тип модели определяется целями моделирования!



изучение  
строения  
тела



изучение  
наследственности

учет граждан  
страны



примерка  
одежды

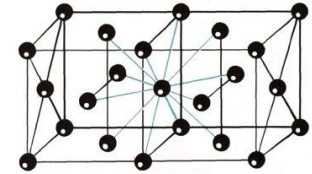
тренировка  
спасателей





# Природа моделей

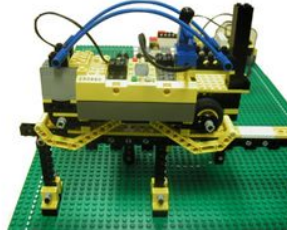
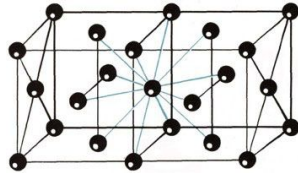
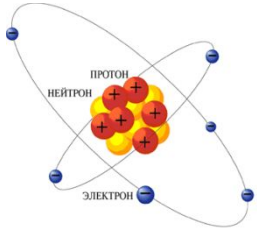
- **материальные (физические, предметные) модели:**



- **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)

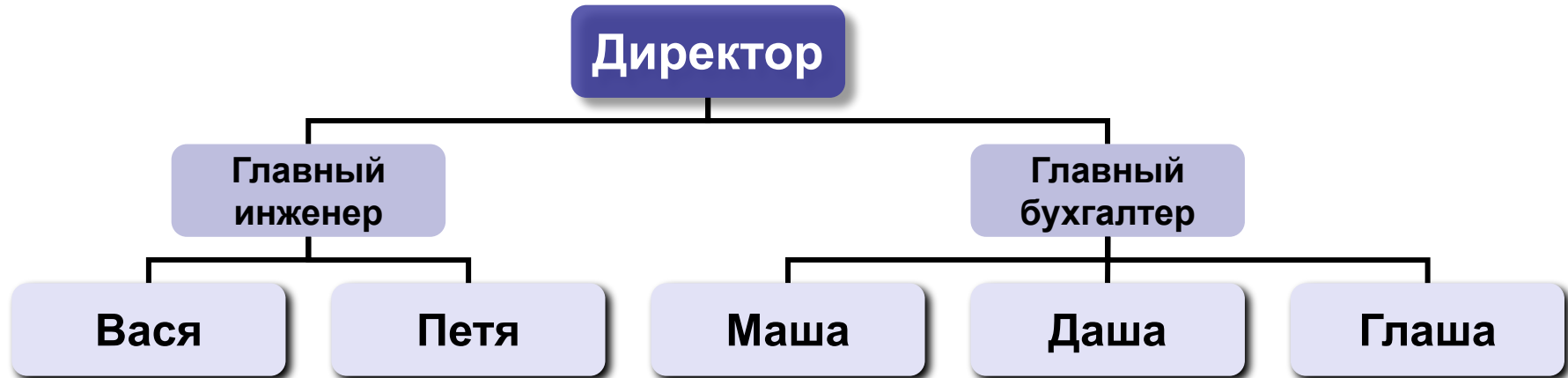
- учитывают случайность событий в реальном мире
- при одинаковых входных данных каждый раз получаются немного разные результаты

### Примеры

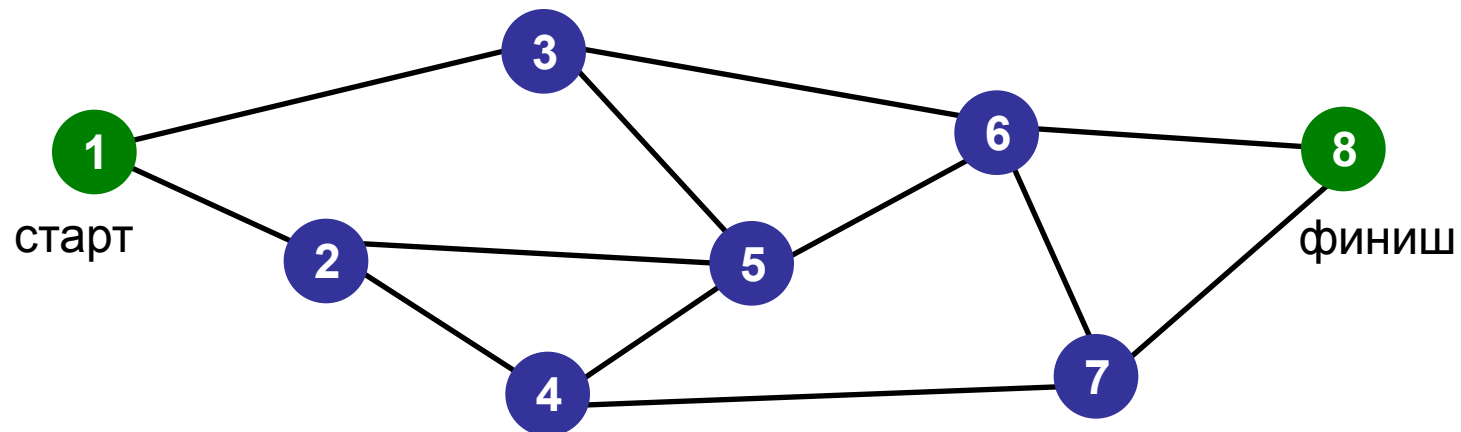
- движение тела с учетом ветра
- броуновское движение частиц
- модель движения судна на волнении
- модели поведения человека

# 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

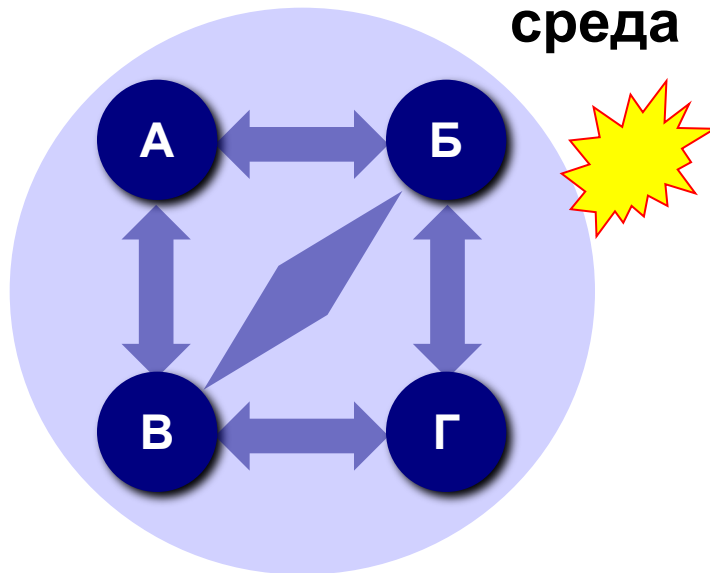


Любая модель адекватна только при определенных условиях!



# Системный подход

**Система** – группа объектов и связей между ними, выделенных из среды и рассматриваемых как одно целое.



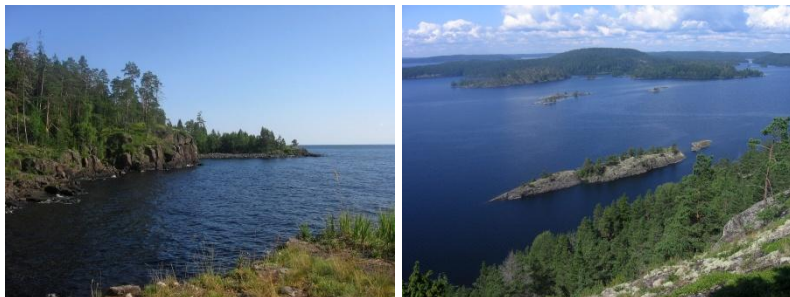
## Примеры:

- семья
- экологическая система
- компьютер
- техническая система
- общество



Система обладает (за счет связей!) особыми свойствами, которыми не обладает ни один объект в отдельности!

## Модель-не-система:

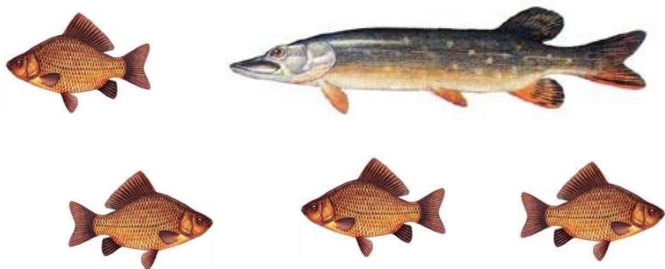


### 1-я линия:

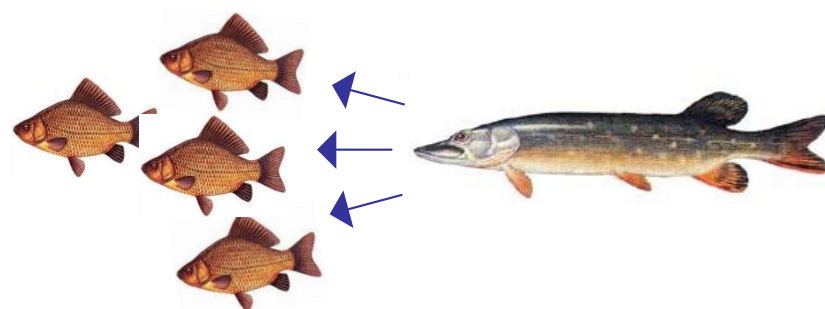
Пр. Ветеранов  
Ленинский пр.  
Автово  
Кировский завод  
Нарвская  
...

### 2-я линия:

Купчино  
Звездная  
Московская  
Парк Победы  
Электросила  
...



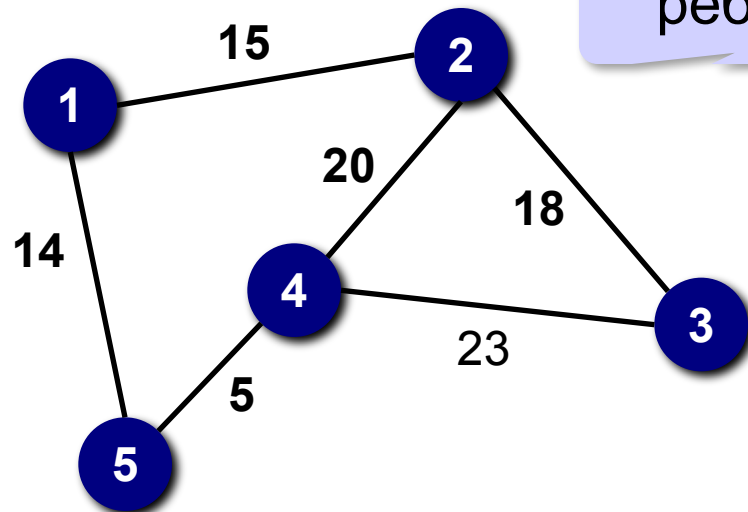
## Модель-система:



# Системный подход

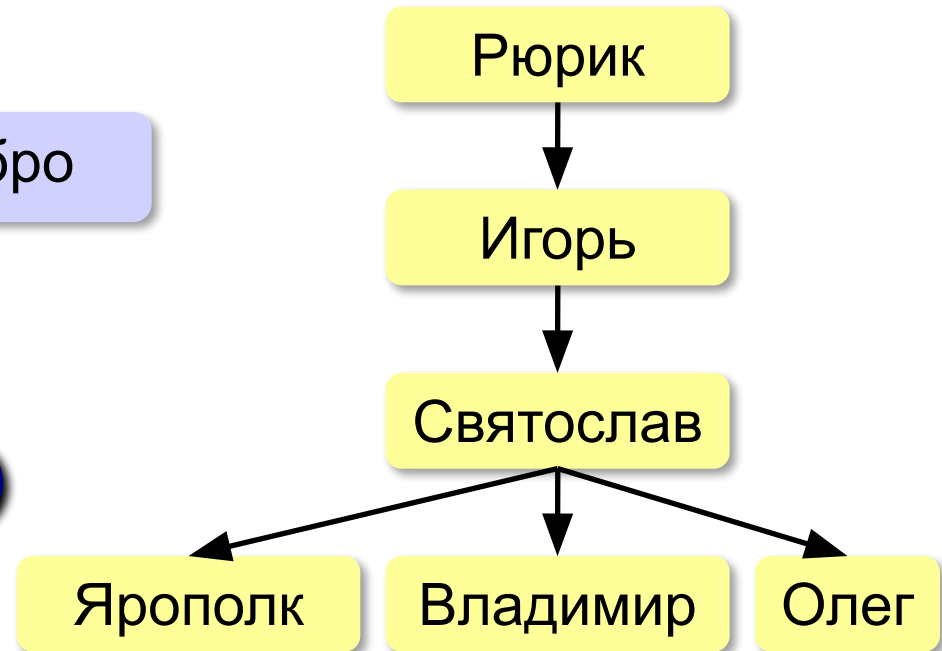
**Граф** – это набор вершин и соединяющих их ребер.

вершина



ребро

вес ребра  
(взвешенный граф)

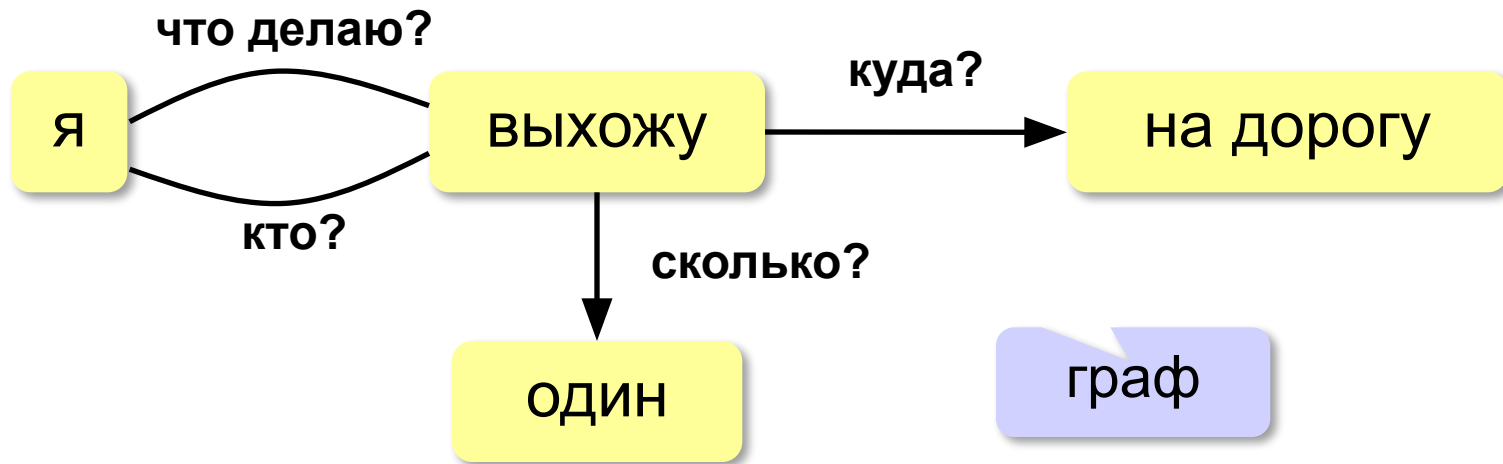


*ориентированный граф*  
(*орграф*) – ребра имеют  
направление

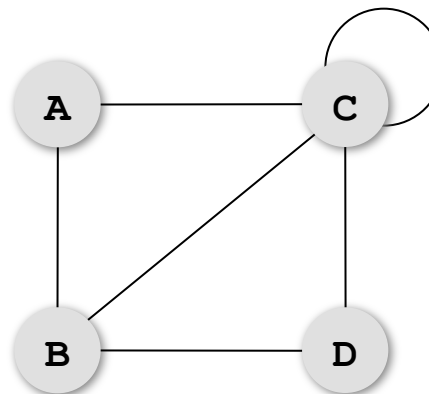
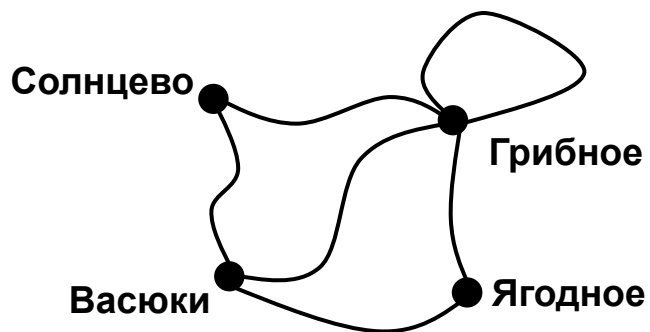
# Системный подход

Семантическая (смысловая) модель предложения:

*«Выхожу один я на дорогу...»*

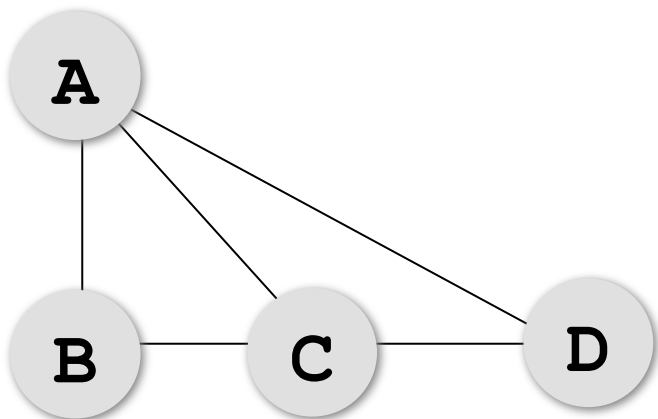


# Матрица смежности

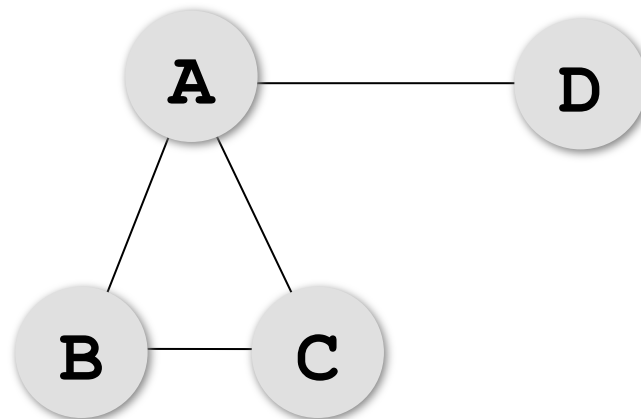


	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

петля



	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				



	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

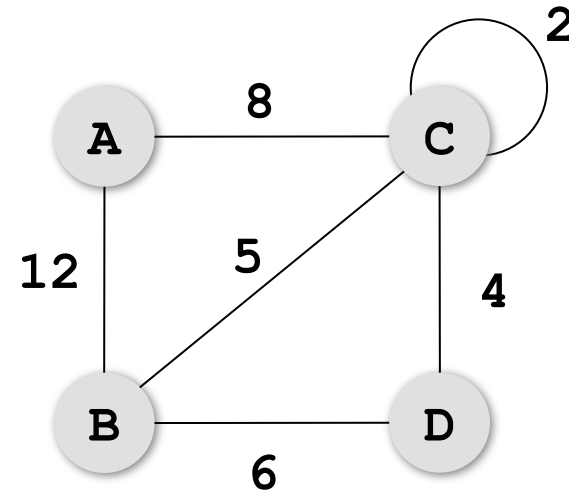
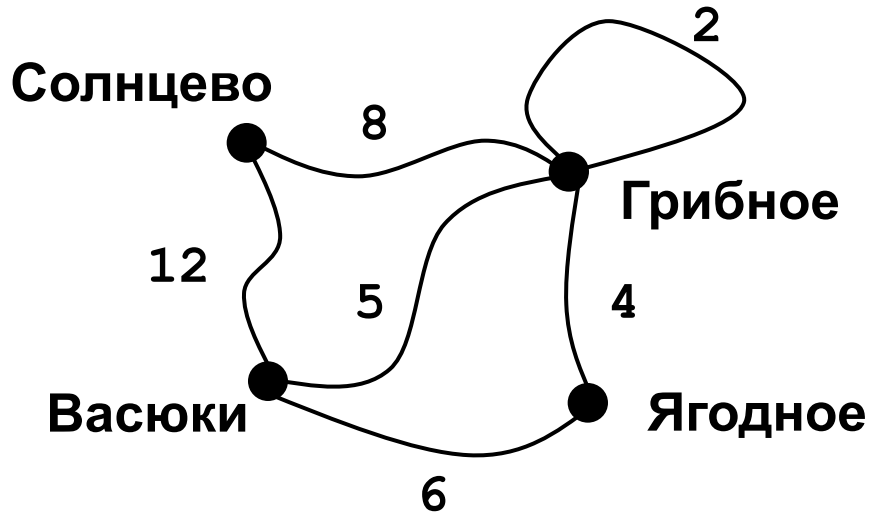
# Матрица смежности

---

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

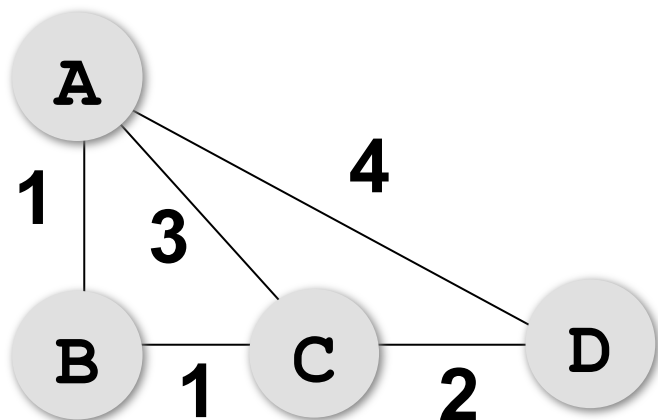
	A	B	C	D
A		1	0	1
B	1		1	0
C	0	1		1
D	1	0	1	

# Весовая матрица

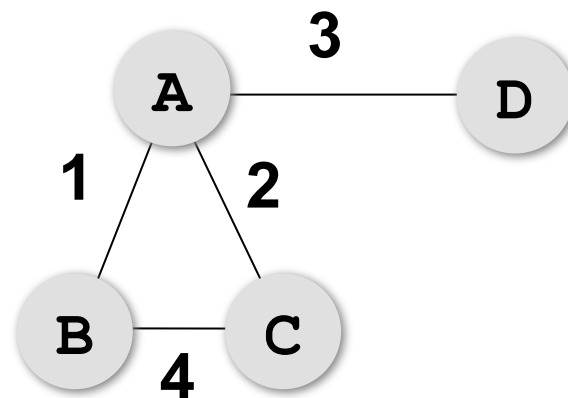


	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				





	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

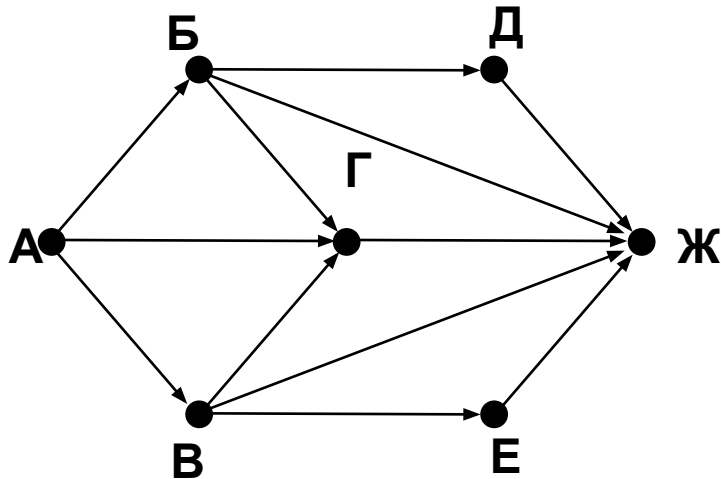
---

Определите кратчайший путь между пунктами А и Е.

	A	B	C	D	E
A		2	4		
B	2		1		7
C	4	1		3	5
D			3		3
E		7	5	3	

# Количество путей

Сколько существует различных путей из А в Ж?



**1. Откуда можно приехать в Ж?**

$Ж \leftarrow БВГДЕ$      $Е \leftarrow В$      $Д \leftarrow Б$

$Г \leftarrow АБВ$      $В \leftarrow А$      $Б \leftarrow А$

**2. Можно приехать только из А:**

$Б \leftarrow А$      $В \leftarrow А$

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

$Б \leftarrow А$      $В \leftarrow А$      $Е \leftarrow В$      $Д \leftarrow Б$      $Г \leftarrow АБВ$

**4. Можно приехать только из уже отобранных вершин:**

$Б \leftarrow А$      $В \leftarrow А$      $Е \leftarrow В$      $Д \leftarrow Б$      $Г \leftarrow АБВ$      $Ж \leftarrow БВГДЕ$

# 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

1

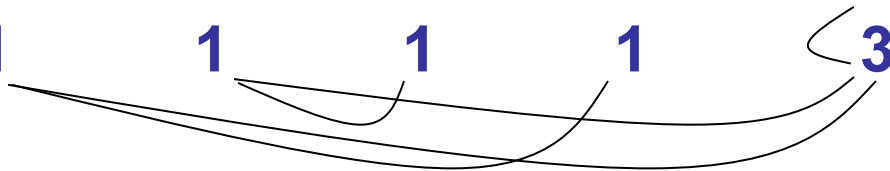
1

1

1

3

7



# Количество путей

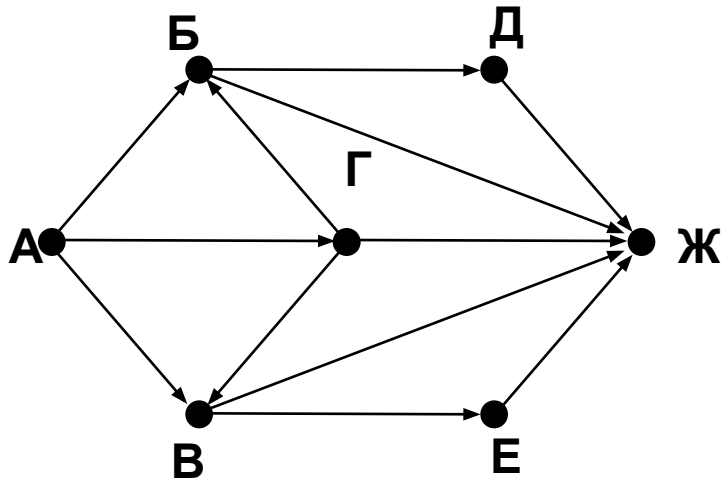
---

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?





# Модели и моделирование

## Тема 2. Этапы моделирования

# I. Постановка задачи

---

- **исследование оригинала**

изучение сущности объекта или явления

- **анализ («что будет, если ...»)**

научиться прогнозировать последствий при 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



**Ошибки при постановке задачи приводят к наиболее тяжелым последствиям!**

# I. Постановка задачи

---

## Хорошо поставленная задача:

- описаны все связи между исходными данными и результатом
- известны все исходные данные
- решение существует
- задача имеет единственное решение

## Примеры плохо поставленных задач:

- Винни Пух и Пятачок построили ловушку для слонопотама. Удастся ли его поймать?
- Малыш и Карлсон решили по-братски разделить два орешка – большой и маленький. Как это сделать?
- Найти максимальное значение функции  $y = x^2$  (нет решений).
- Найти функцию, которая проходит через точки  $(0,1)$  и  $(1,0)$  (неединственное решение).

## II. Разработка модели

---

- **выбрать тип модели**
- **определить *существенные* свойства оригинала**, которые нужно включить в модель, отбросить несущественные (для данной задачи)
- **построить формальную модель**  
это модель, записанная на *формальном языке* (математика, логика, ...) и отражающая только существенные свойства оригинала
- **разработать алгоритм работы модели**  
**алгоритм** – это четко определенный порядок действий, которые нужно выполнить для решения задачи

## III. Тестирование модели

---

**Тестирование** – это проверка модели на простых исходных данных с известным результатом.

### Примеры:

- устройство для сложения многозначных чисел – проверка на однозначных числах
- модель движения корабля – если руль стоит ровно, курс не должен меняться; если руль повернуть влево, корабль должен идти вправо
- модель накопления денег в банке – при ставке 0% сумма не должна изменяться



**Модель прошла тестирование. Гарантирует ли это ее правильность?**

## IV. Эксперимент с моделью

---

**Эксперимент** – это исследование модели в интересующих нас условиях.

### Примеры:

- устройство для сложения чисел – работа с многозначными числами
- модель движения корабля – исследование в условиях морского волнения
- модель накопления денег в банке – расчеты при ненулевой ставке



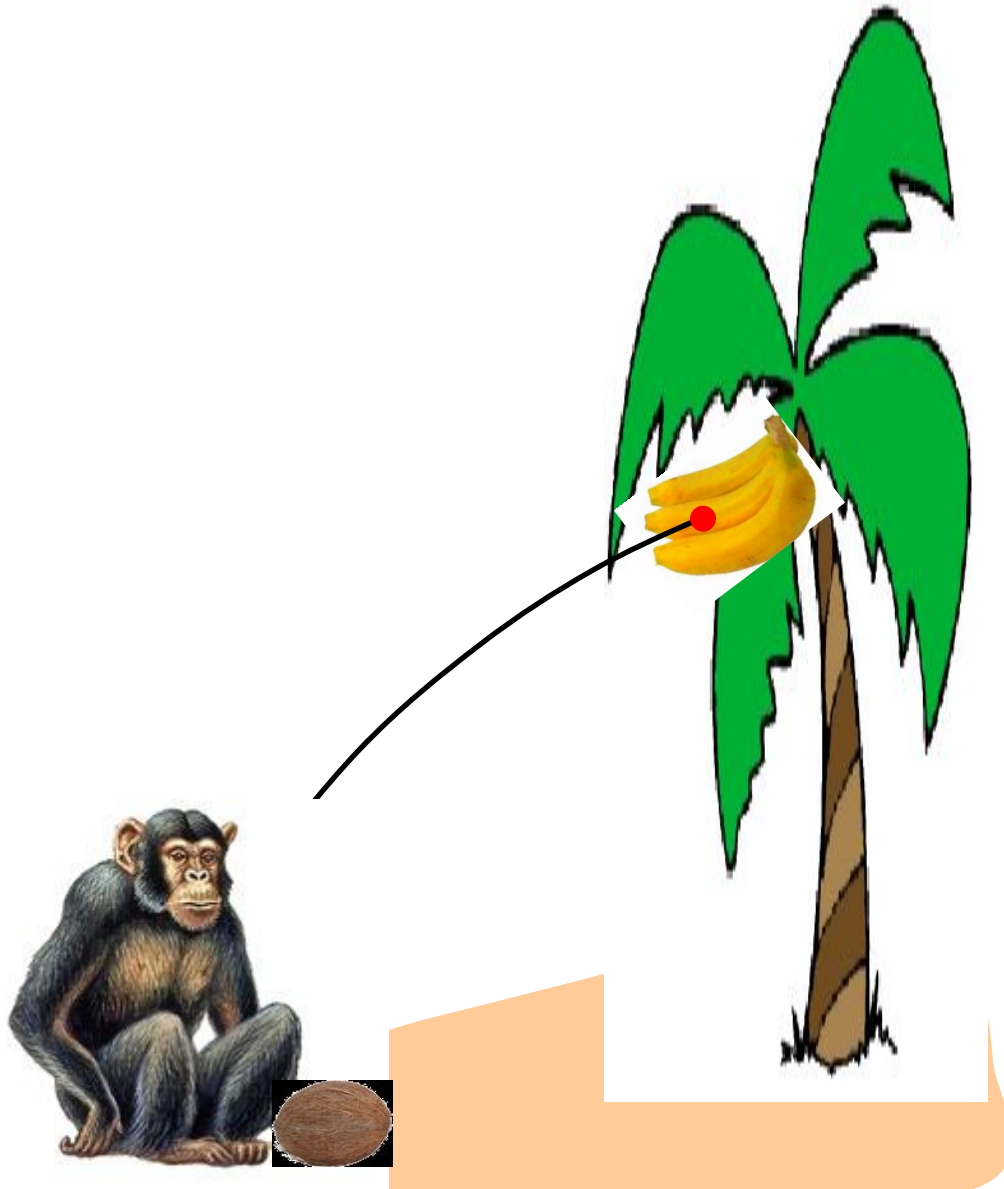
Можно ли 100%-но верить результатам?

## V. Проверка практикой, анализ результатов

---

### Возможные выводы:

- задача решена, модель адекватна
- необходимо изменить алгоритм или условия моделирования
- необходимо изменить модель (например, учесть дополнительные свойства)
- необходимо изменить постановку задачи



**Задача.** Обезьяна хочет сбить бананы на пальме. Как ей надо кинуть кокос, чтобы попасть им в бананы.

## **Анализ задачи:**

- все ли исходные данные известны?
- есть ли решение?
- единственно ли решение?



# I. Постановка задачи

---

## Допущения:

- кокос и банан считаем материальными точками
- расстояние до пальмы известно
- рост обезьяны известен
- высота, на которой висит банан, известна
- обезьяна бросает кокос с известной начальной скоростью
- сопротивление воздуха не учитываем

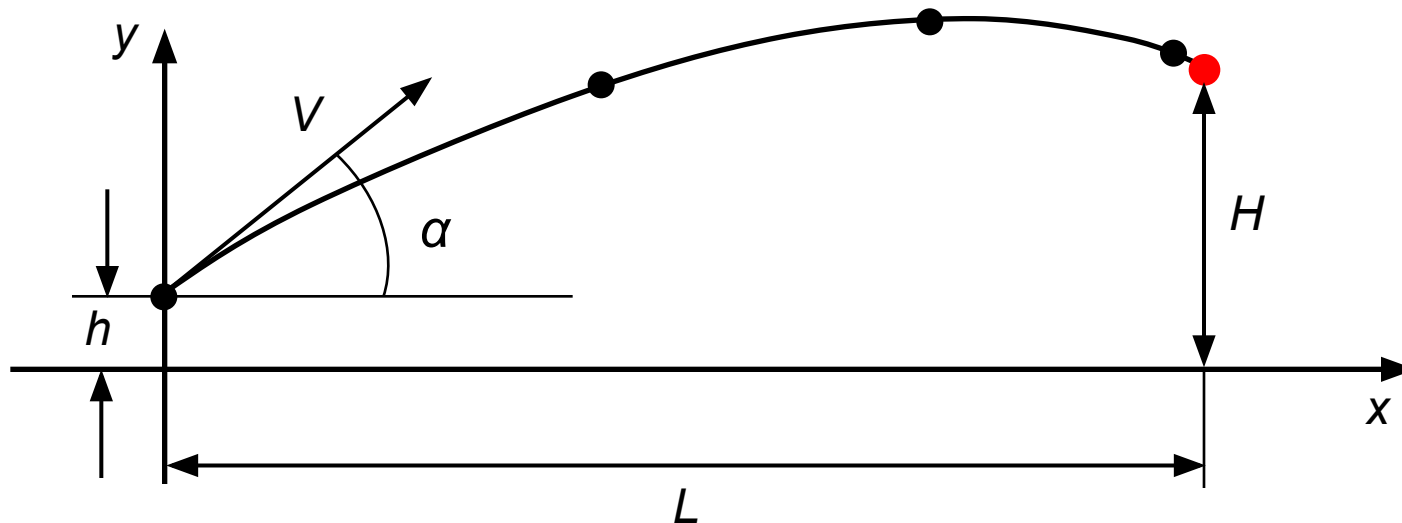
При этих условиях требуется найти начальный угол, под которым надо бросить кокос.



Всегда ли есть решение?

## II. Разработка модели

### Графическая модель



### Формальная (математическая) модель

$$x = V \cos \alpha \cdot t, \quad y = h + V \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

**Задача:** найти  $t$ ,  $\alpha$ , при которых

$$V \cos \alpha \cdot t = L, \quad h + V \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = H$$

# III. Тестирование модели

---

## Математическая модель

$$x = V \cos \alpha \cdot t$$

$$y = h + V \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

- при нулевой скорости кокос падает вертикально вниз
- при  $t=0$  координаты равны  $(0, h)$
- при броске вертикально вверх ( $\alpha=90^\circ$ ) координата  $x$  не меняется
- при некотором  $t$  координата  $y$  начинает уменьшаться (ветви параболы вниз)



**Противоречий не обнаружено!**

## IV. Эксперимент

---

### Метод I.

Меняем угол  $\alpha$ . Для выбранного угла  $\alpha$  строим траекторию полета ореха. Если она проходит выше банана, уменьшаем угол, если ниже – увеличиваем.

### Метод II.

Из первого равенства выражаем время полета:

$$V \cos \alpha \cdot t = L \quad \Rightarrow \quad t = \frac{L}{V \cos \alpha}$$

Меняем угол  $\alpha$ . Для выбранного угла  $\alpha$  считаем  $t$ , а затем – значение  $y$  при этом  $t$ . Если оно больше  $H$ , уменьшаем угол, если меньше – увеличиваем.



не надо строить всю траекторию для каждого  $\alpha$

## V. Анализ результатов

---

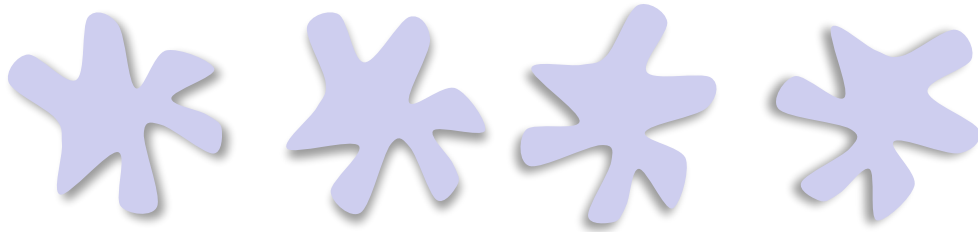
1. Всегда ли обезьяна может сбить банан?
2. Что изменится, если обезьяна может бросать кокос с разной силой (с разной начальной скоростью)?
3. Что изменится, если кокос и бананы не считать материальными точками?
4. Что изменится, если требуется учесть сопротивление воздуха?
5. Что изменится, если дерево качается?

# Модели и моделирование

## Тема 3. Модели биологических систем

(по мотивам учебника А.Г. Гейна и др., Информатика и ИКТ,  
10 класс, М.: Просвещение, 2008)

# Модель деления

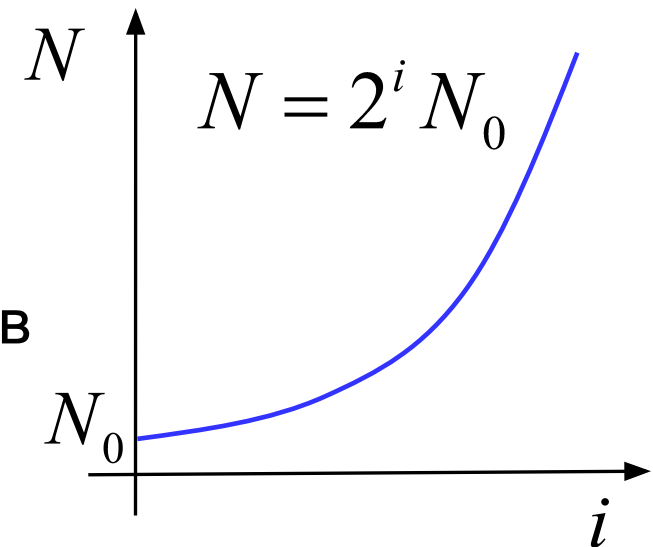


$N_0$  – начальная численность

$N_1 = 2N_0$  – после 1 цикла деления

$N_2 = 2N_1 = 4N_0$  – после 2-х циклов

$N_i = 2N_{i-1} = 2^i N_0$



## Особенности модели:

- 1) не учитывается смертность
- 2) не учитывается влияние внешней среды
- 3) не учитывается влияние других видов

# Модель неограниченного роста (Т. Мальтус) 48

$$N_i = N_{i-1} + K_p \cdot N_{i-1} - K_c \cdot N_{i-1}$$

$K_p$  – коэффициент рождаемости

$K_c$  – коэффициент смертности

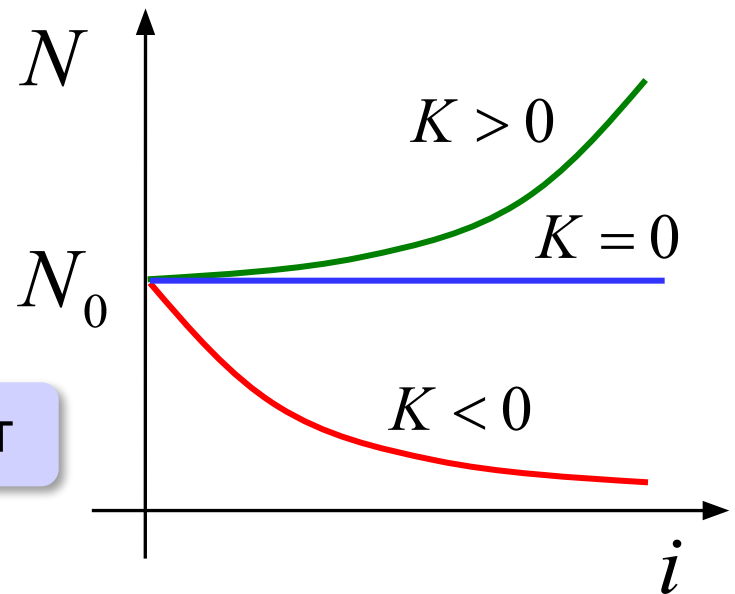
**Коэффициент  
прироста**

$$K = K_p - K_c$$

$$N_i = (1 + K) \cdot N_{i-1}$$

$$N_i = N_{i-1} + K \cdot N_{i-1}$$

прирост



**Особенности модели:**

- 1) не учитывается влияние численности  $N$  и внешней среды на  $K$
- 2) не учитывается влияние других видов на  $K$



# Модель ограниченного роста (П. Ферхюльст) <sup>49</sup>

$L$  – предельная численность животных

**Идеи:**

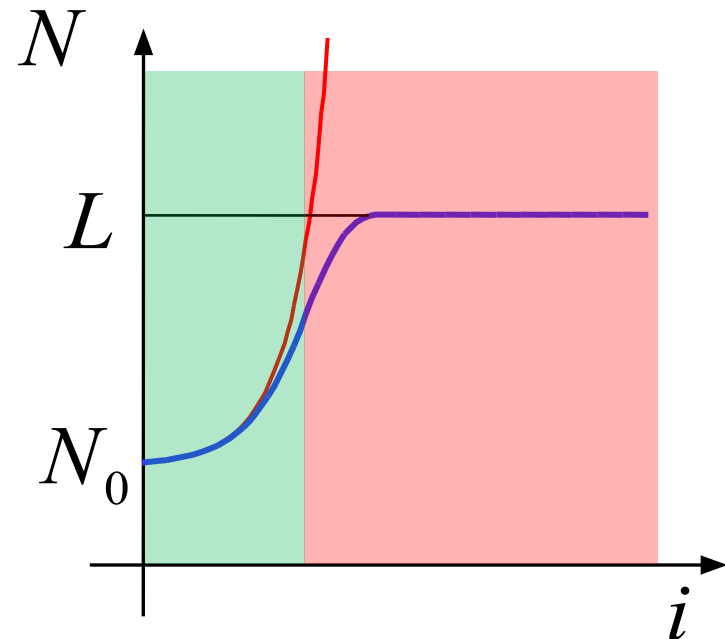
$$N_i = (1 + K_L) \cdot N_{i-1}$$

- 1) коэффициент прироста  $K_L$  зависит от численности  $N$
- 2) при  $N=0$  должно быть  $K_L=K$  (начальное значение)
- 3) при  $N=L$  должно быть  $K_L=0$  (достигнут предел)

$$N_i = \left( 1 + K \frac{L - N_{i-1}}{L} \right) \cdot N_{i-1}$$



**Модель адекватна,  
если ошибка < 10%!**



# Модель с отловом

**Примеры:** рыбоводческое хозяйство, разведение пушных зверей и т.п.

$$N_i = \left( 1 + K \frac{L - N_{i-1}}{L} \right) \cdot N_{i-1} - R$$

ОТЛОВ



**Какая будет численность?**

$$N_i = N_{i-1}, \text{ прирост} = \text{отлову}$$

$$N = N + K \frac{L - N}{L} N - R \Rightarrow \frac{K}{L} \cdot N^2 - K \cdot N + R = 0$$



**Сколько можно отловить?**

# Модель эпидемии гриппа

$L$  – всего жителей  $N_i$  – больных в  $i$ -ый день  
 $Z_i$  – заболевших в  $i$ -ый день  $V_i$  – выздоровевших  
 $W_i$  – всего выздоровевших за  $i$  дней

## Основное уравнение:

$$N_i = N_{i-1} + Z_i - V_i$$

## Ограниченный рост:

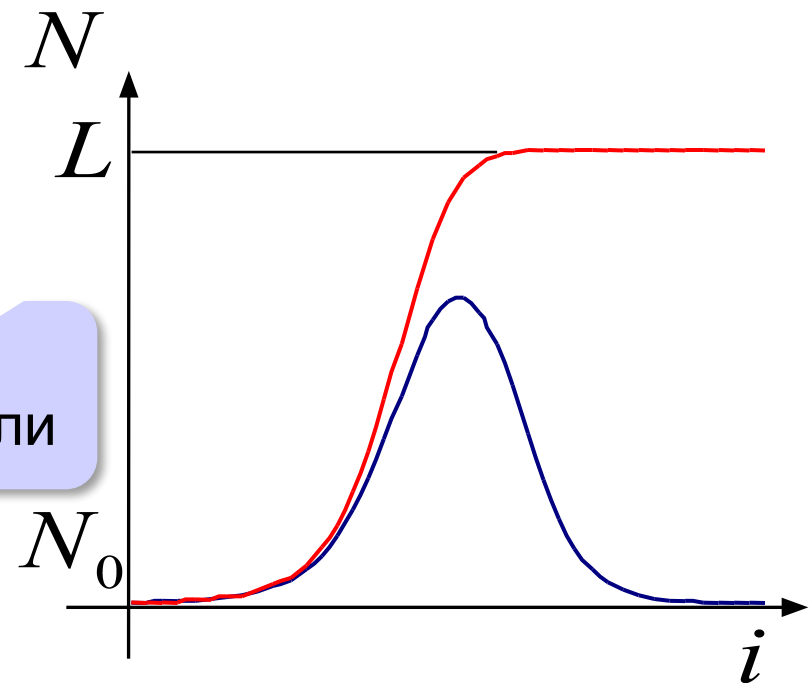
$$Z_i = K \frac{L - N_{i-1} - W_{i-1}}{L} \cdot N_{i-1}$$

## Выздоровление (через 7 дней):

$$V_i = Z_{i-7}$$

$$W_i = W_{i-1} + V_i$$

болели и  
выздоровели



# Модель системы «хищник-жертва»

## Модель – не-система:



караси



щуки

$$N_i = \left( 1 + K \frac{L - N_{i-1}}{L} \right) \cdot N_{i-1}$$

$$Z_i = (1 - D) \cdot Z_{i-1}$$

## Модель – система:

- 1) число встреч пропорционально  $N_i \cdot Z_i$
- 2) «эффект» пропорционален числу встреч

вымирают  
без еды

$$N_i = \left( 1 + K \frac{L - N_{i-1}}{L} \right) \cdot N_{i-1} - b_1 \cdot N_{i-1} \cdot Z_{i-1}$$

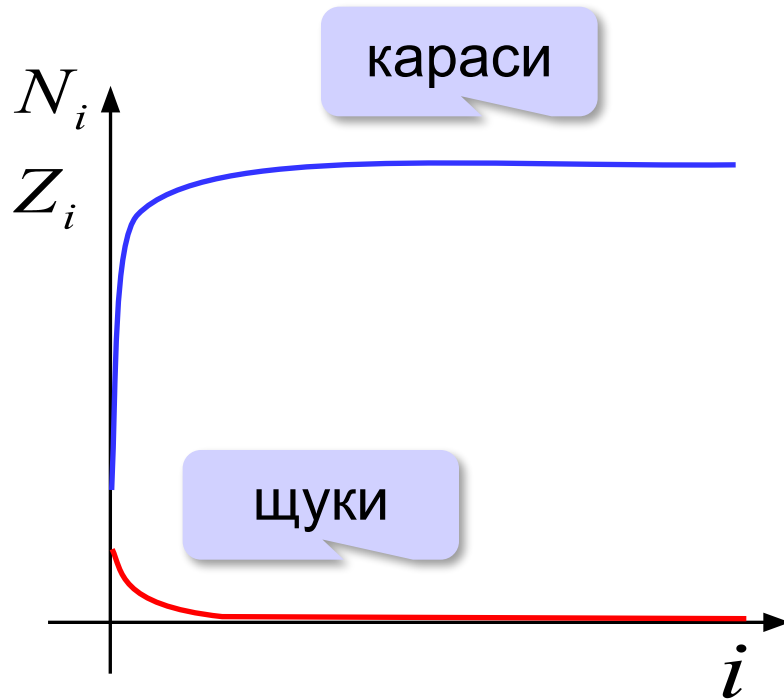
$$Z_i = (1 - D) \cdot Z_{i-1} + b_2 \cdot N_{i-1} \cdot Z_{i-1}$$

численность  
уменьшается

численность  
увеличивается

# Модель системы «хищник-жертва»

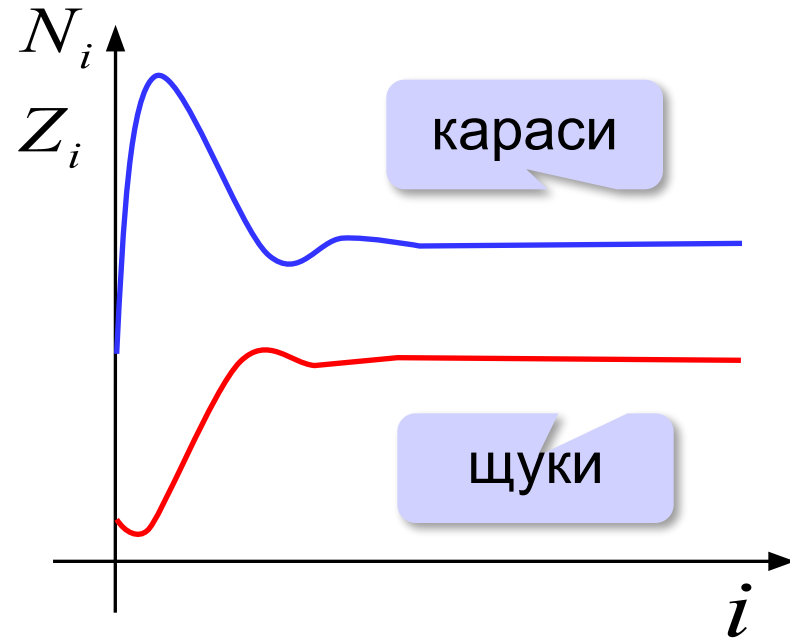
Хищники вымирают:



$$d = 0,8$$

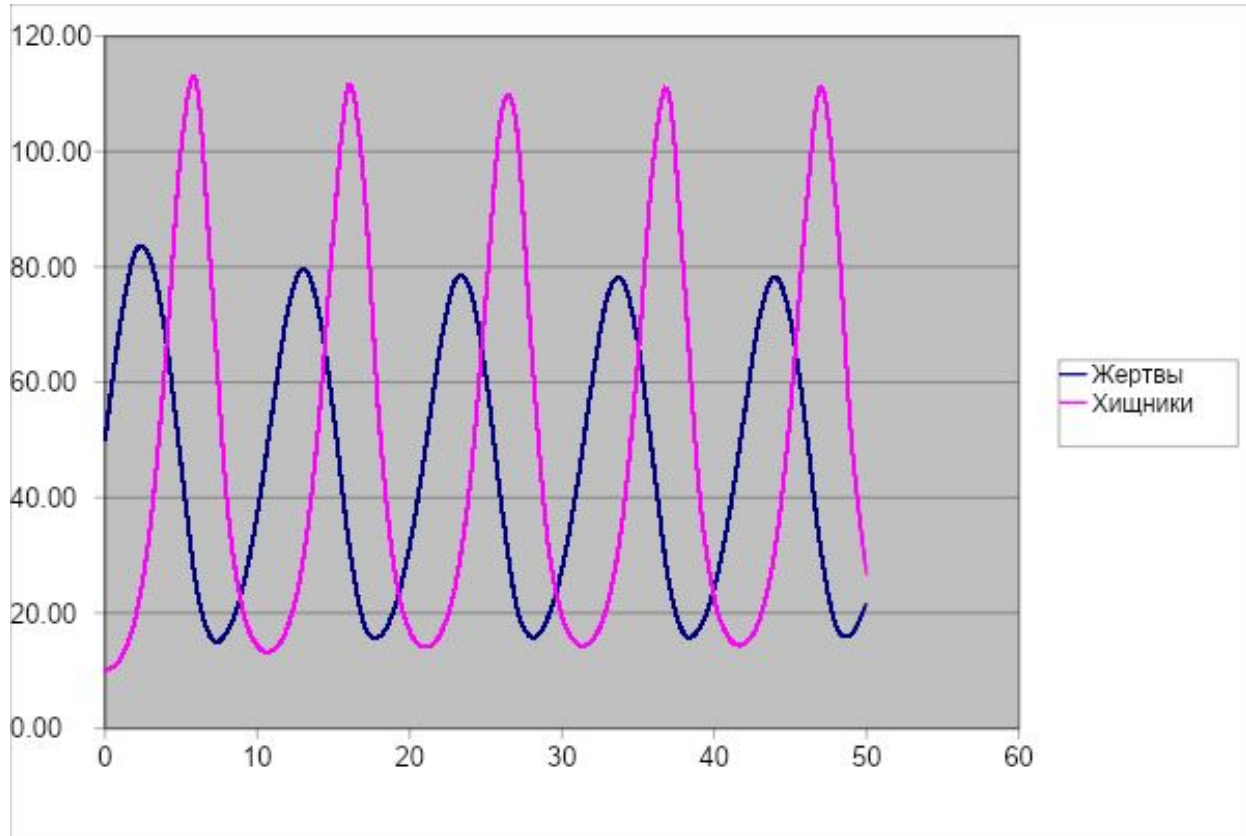
$$b_1 = b_2 = 0,005$$

Равновесие:



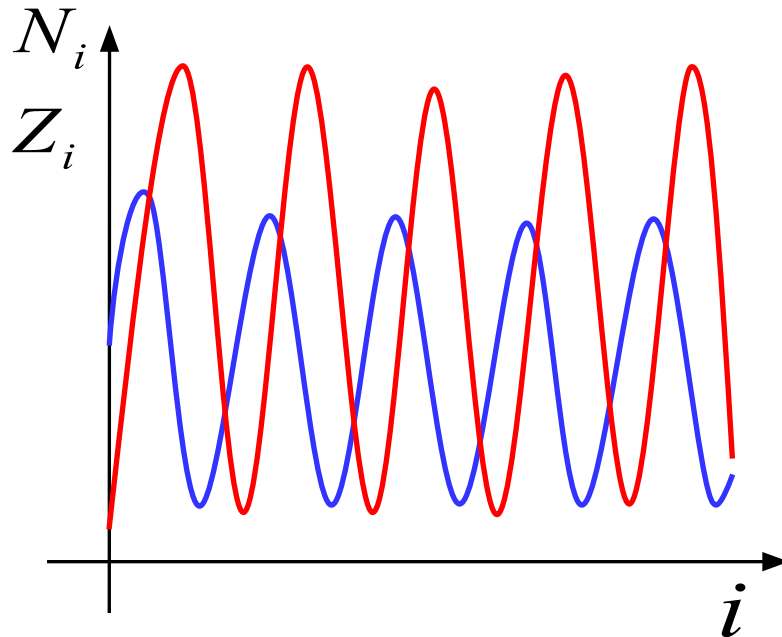
$$d = 0,8$$

$$b_1 = 0,01; \quad b_2 = 0,012$$



# Модель системы «хищник-жертва»

Колебания:



$$d = 0,8$$

$$b_1 = 0,01; \quad b_2 = 0,015$$

# Модели и моделирование

## Тема 4. Моделирование случайных процессов

(по мотивам учебника А.Г. Гейна и др., Информатика и ИКТ,  
10 класс, М.: Просвещение, 2008)



# Случайные процессы

## Случайно...

- 1) встретить друга на улице
- 2) разбить тарелку
- 3) найти 10 рублей
- 4) выиграть в лотерею

## Случайный выбор:

- 1) жеребьевка на соревнованиях
- 2) выигравшие номера в лотерее

## Как получить случайность?



# Случайные числа на компьютере

## Электронный генератор



- нужно специальное устройство
- нельзя воспроизвести результаты

**Псевдослучайные числа** – обладают свойствами случайных чисел, но каждое следующее число вычисляется по заданной формуле.

## Метод середины квадрата (Дж. фон Нейман)

564321

318458191041

209938992481

в квадрате малый период  
(последовательность  
повторяется через  $10^6$  чисел)

# Случайные числа на компьютере

## Линейный конгруэнтный метод

остаток от деления

$$x_n = (a \cdot x_{n-1} + c) \bmod m$$

а, с, m - целые числа

$$x_n = (16807 \cdot x_{n-1} + 12345) \bmod 1073741823$$

простое число

$$2^{30} - 1$$



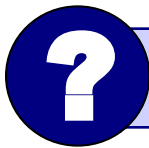
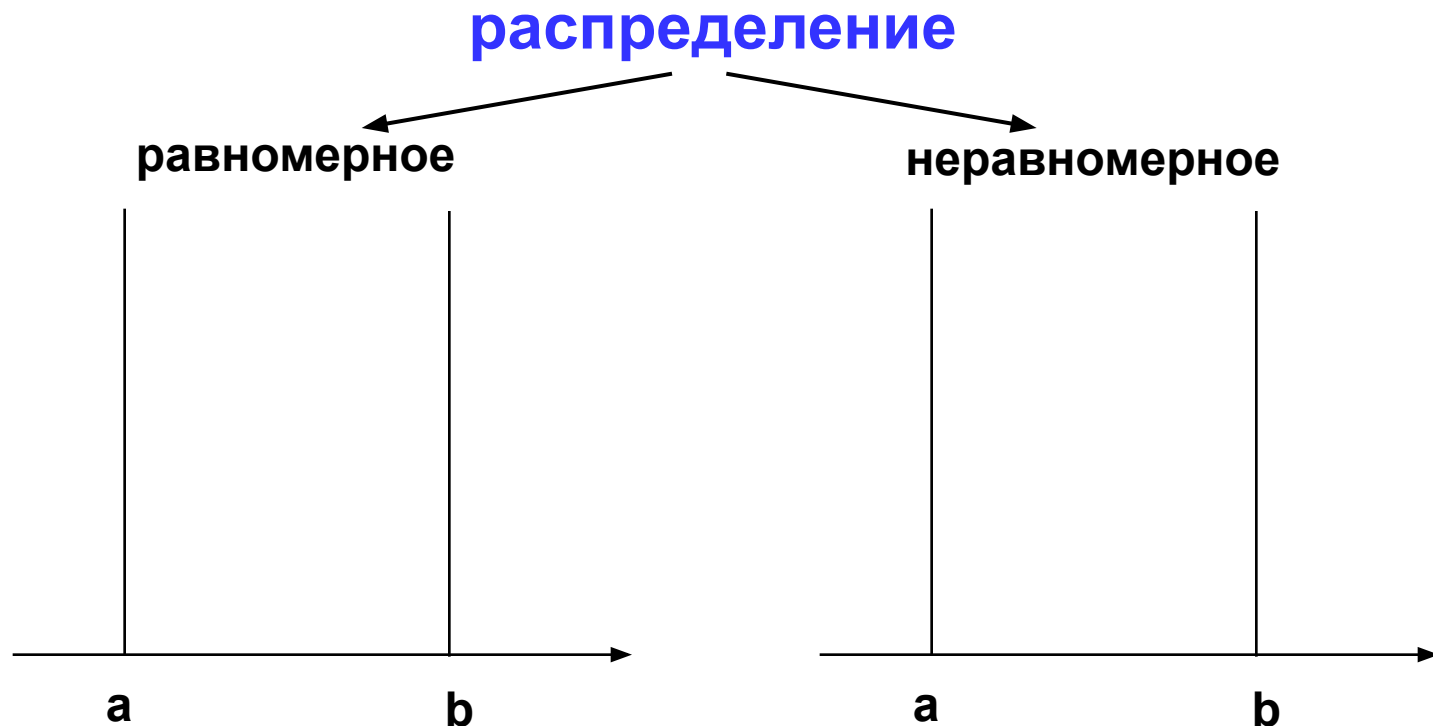
Какой период?

период  $m$

«Вихрь Мерсенна»: период  $2^{19937} - 1$

# Распределение случайных чисел

**Модель:** снежинки падают на отрезок  $[a,b]$

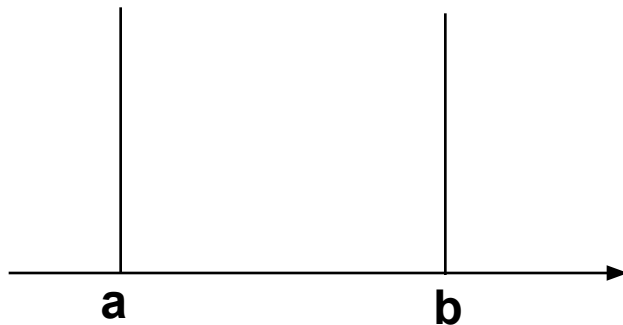


Сколько может быть разных распределений?

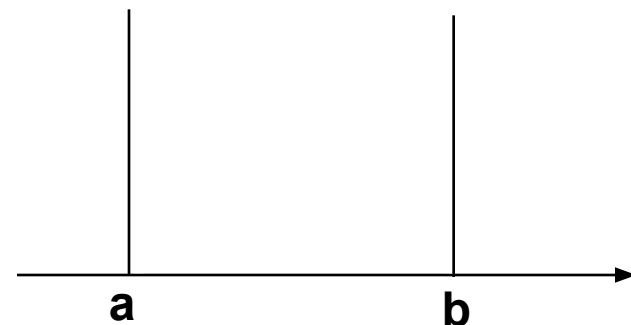
# Распределение случайных чисел

## Особенности:

- распределение – это характеристика **всей последовательности**, а не одного числа
- **равномерное** распределение одно, компьютерные датчики (псевдо)случайных чисел дают равномерное распределение
- **неравномерных** – много
- любое неравномерное можно получить с помощью равномерного



$$x = \frac{x_1 + x_2}{2}$$



$$x = \frac{x_1 + x_2 + \square + x_{12}}{12}$$

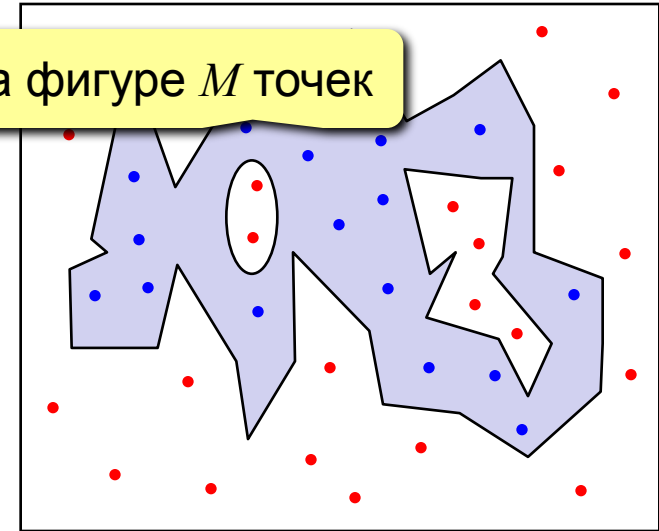
$x_1, x_2, \square$  равномерное распределение

# Вычисление площади (метод Монте-Карло)

1. Вписываем сложную фигуру в другую фигуру, для которой легко вычислить площадь (прямоугольник, круг, ...).
2. **Равномерно**  $N$  точек со случайными координатами внутри прямоугольника.
3. Подсчитываем количество точек, **попавших на фигуру**:  $M$ .
4. Вычисляем **площадь**:

$$\frac{S}{S_0} \approx \frac{M}{N} \Rightarrow S \approx S_0 \cdot \frac{M}{N}$$

На фигуре  $M$  точек

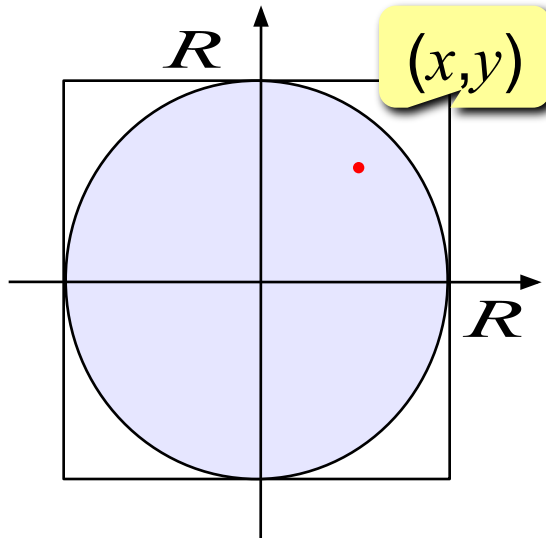


Всего  $N$  точек



1. Метод приближенный.
2. Распределение должно быть равномерным.
3. Чем больше точек, тем точнее.
4. Точность ограничена датчиком случайных чисел.

# Вычисление площади



Случайные координаты:

```
x := R*random;
```

```
y := R*random;
```

Когда точка внутри круга?

$$x^2 + y^2 \leq R^2$$

Программа:

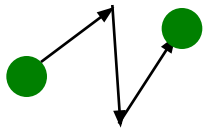
```
for i:=1 to N do begin
  { найти случайные координаты }
  if x*x + y*y <= R*R then M := M+1;
end;
S := 4*R*R*M / N;
```



Как найти число  $\pi$ ?

# Броуновское движение

---



Случайное направление (в рад):

```
alpha := 2*pi*random;
```

Случайный шаг:

```
h := hMax*random;
```

Программа:

```
for i:=1 to N do begin
  { найти случайное направление и шаг }
  x := x + h*cos(alpha);
  y := y + h*sin(alpha);
end;
```



# Системы массового обслуживания

---

## Примеры:

- 1) звонки на телефонной станции
- 2) вызовы «скорой помощи»
- 3) обслуживание клиентов в банке

сколько линий?

сколько бригад?

сколько операторов?

## Особенности:

- 1) клиенты (запросы на обслуживание) поступают постоянно, но через случайные интервалы времени
- 2) время обслуживания каждого клиента – случайная величина



**Нужно знать характеристики (распределения) «случайностей»!**

# Клиенты в банке



## Вход клиентов:

- 1) за 1 минуту – до  $N$  человек
- 2) равномерное распределение



## Обслуживание:

- 1) от  $T_{min}$  до  $T_{max}$  минут
- 2) равномерное распределение



Сколько нужно касс, чтобы клиенты стояли в очереди не более  $Q$  минут?

# Клиенты в банке

Число клиентов в помещении банка:

было

пришли

ушли

$N := N + in - out;$



**Допущение:** клиенты распределены по кассам равномерно!

Количество касс:  $K$

Средняя длина очереди:  $\frac{N}{K}$

Допустимая длина очереди:  $\frac{N}{K} \leq Q$

# Клиенты в банке

---

Пришли за очередную минуту:

округление

```
in := round(N*random);
```

Случайное время обслуживания:

```
T := Tmin + (Tmax - Tmin)*random;
```



Каждый оператор за эту минуту обслужит  $\frac{1}{T}$  клиентов!

Обслужены за очередную минуту и выходят:

```
out := K / T;
```

# Клиенты в банке (программа)

---

период моделирования  $L$  минут

```
count := 0; { счетчик «плохих» минут }
for i:=1 to L do begin
    in := { случайное число входящих }
    out := { случайное число обслуженных }
    N := N + in - out;
    if N > Q*K then
        count := count + 1;
end;
writeln(count/L:0:2);
```



Что выводится?

