

# Моделирование

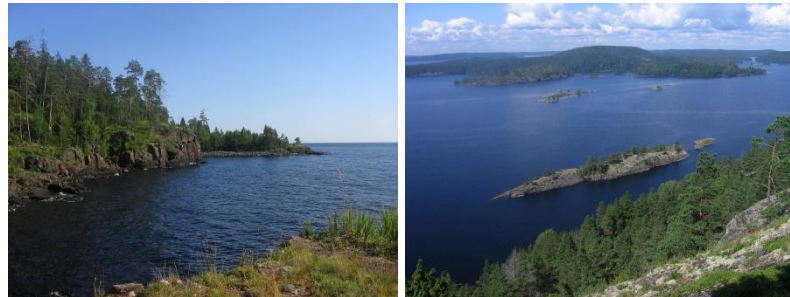
## Системный подход в моделировании

Лекция 7. Часть 2



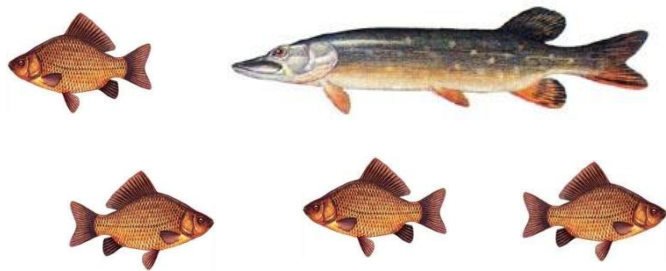
# Модели-системы и модели-«не-системы»

Модель-«не-система»:

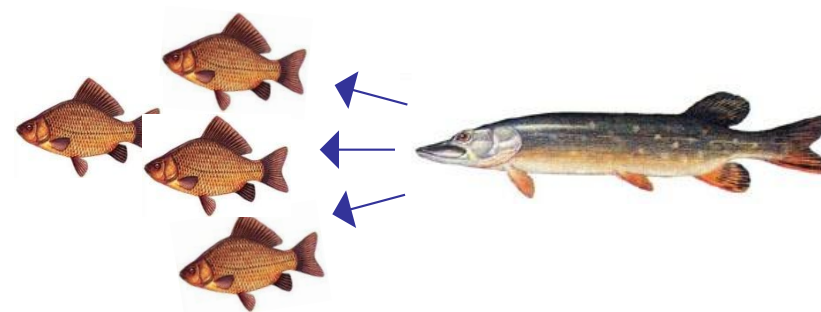
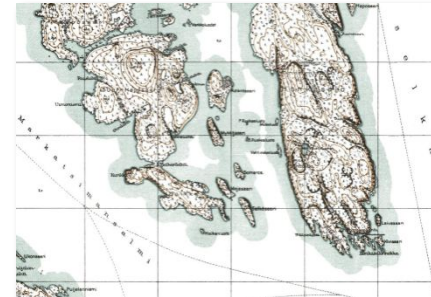


1-я линия:  
Пр. Ветеранов  
Ленинский пр.  
Автово  
Кировский завод  
Нарвская  
...

2-я линия:  
Купчино  
Звездная  
Московская  
Парк Победы  
Электросила  
...



Модель-система:



# Таблицы

Свойства объектов:

Фамилия	Имя	Год рождения	Место отдыха
Иванов	Кузьма	1955	о. Валаам
Кузьмин	Сидор	1978	о. Ольхон
Сидоров	Иван	1990	о. Кипр

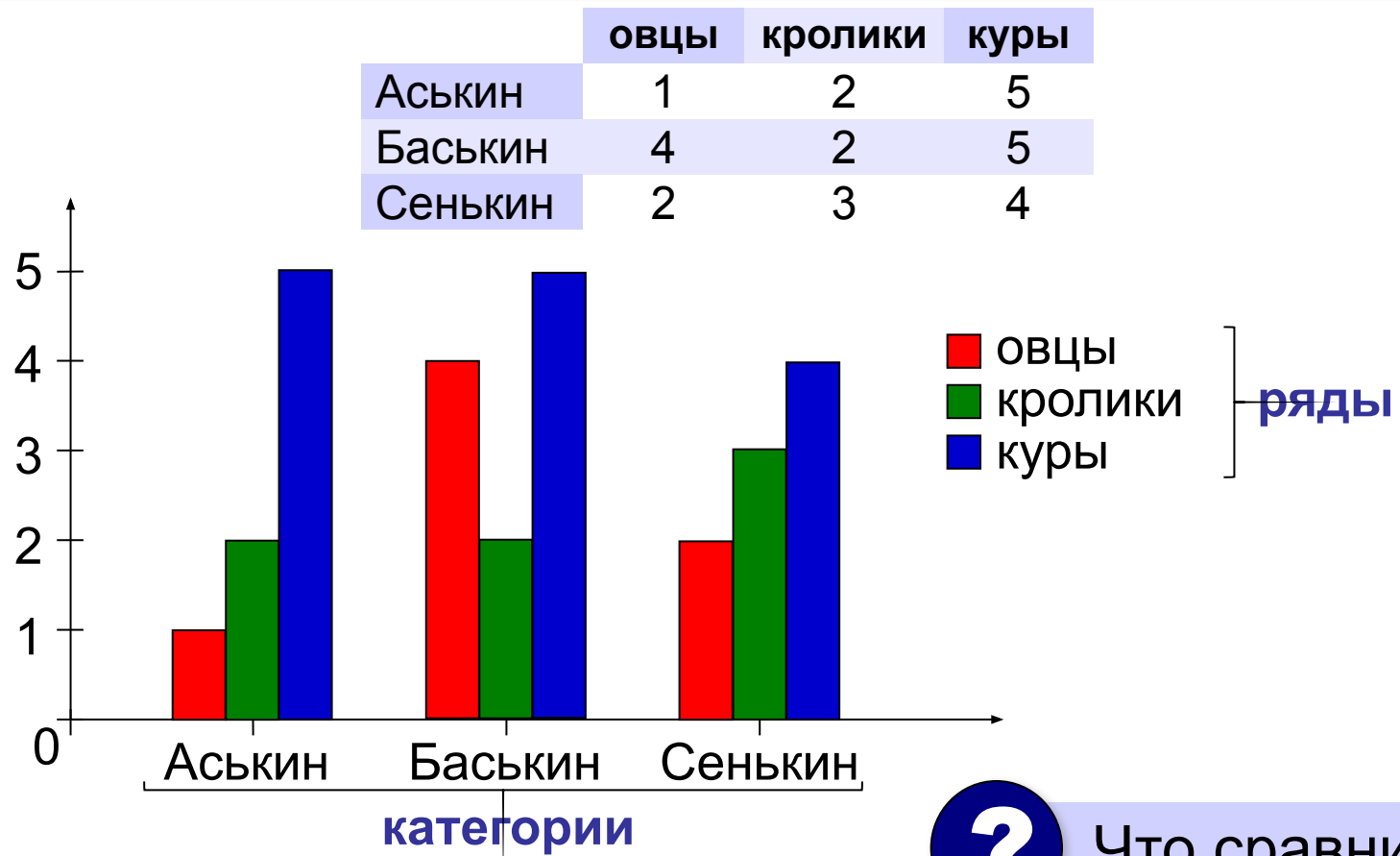
Связи между объектами:

	Вася	Петя	Коля	Маша	Даша	Глаша
Москва	√				√	
Санкт-Петербург		√		√		
Пермь			√			√



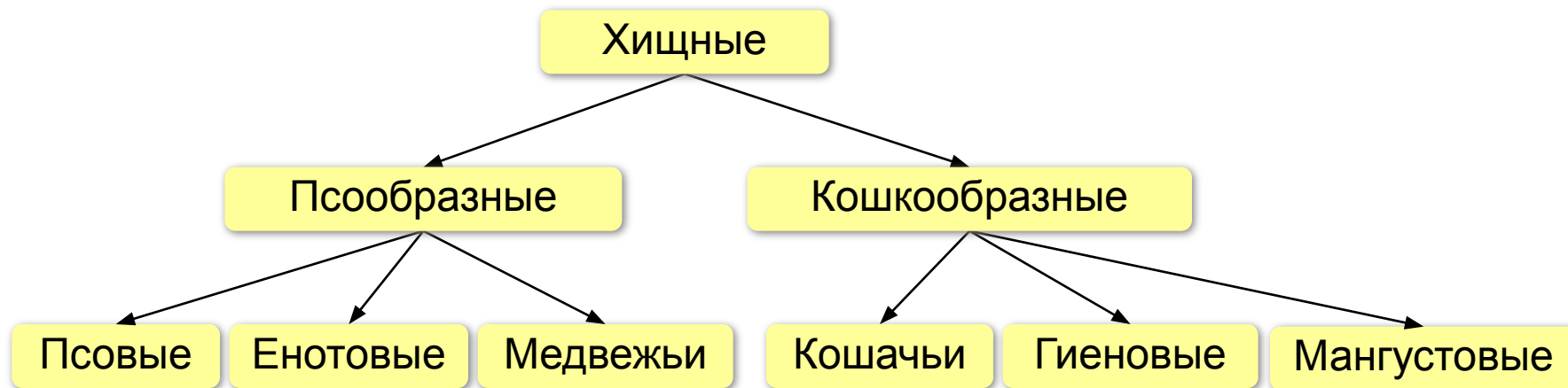
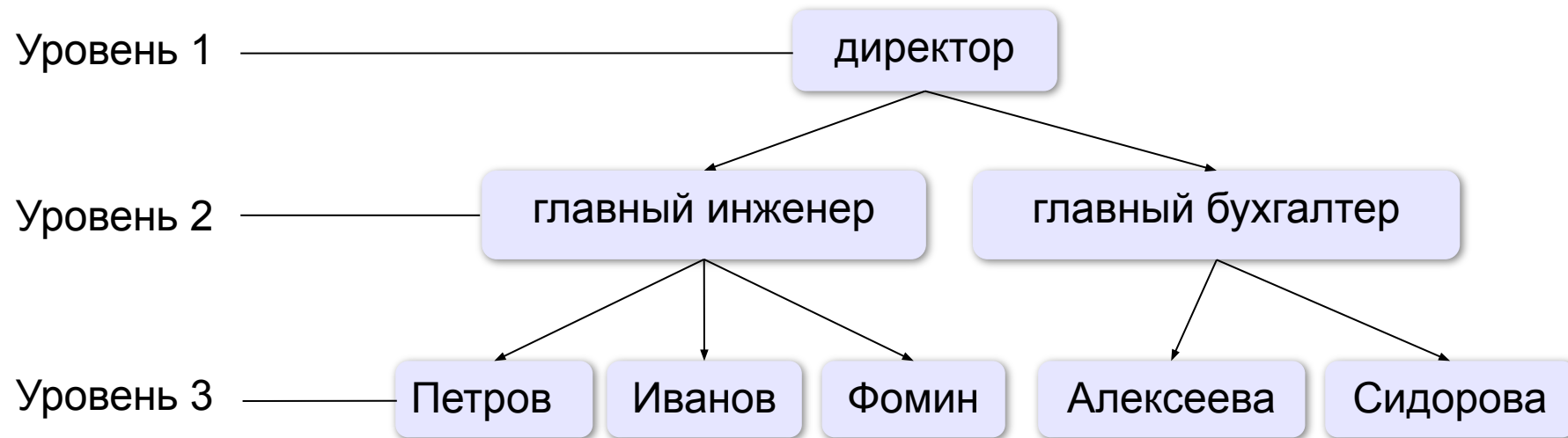
# Диаграммы

**Диаграмма** – графическая модель, построенная по числовым данным.

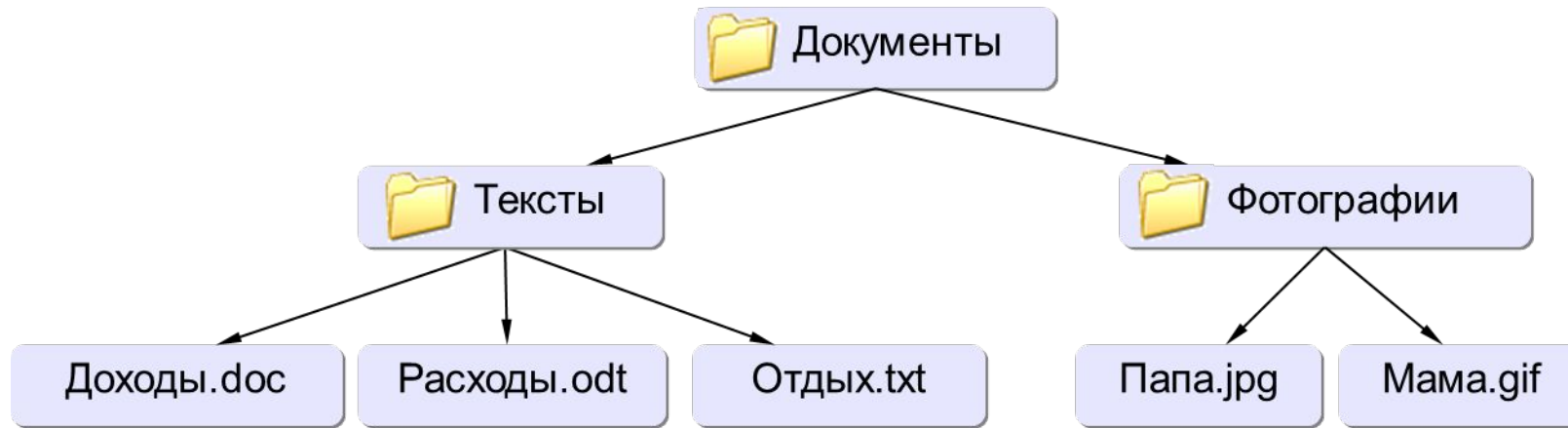


Что сравниваем?

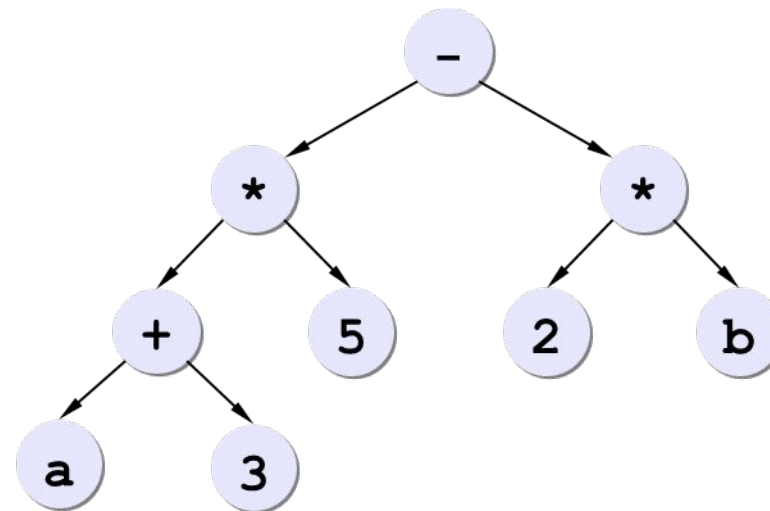
# Иерархические модели



# Иерархические модели

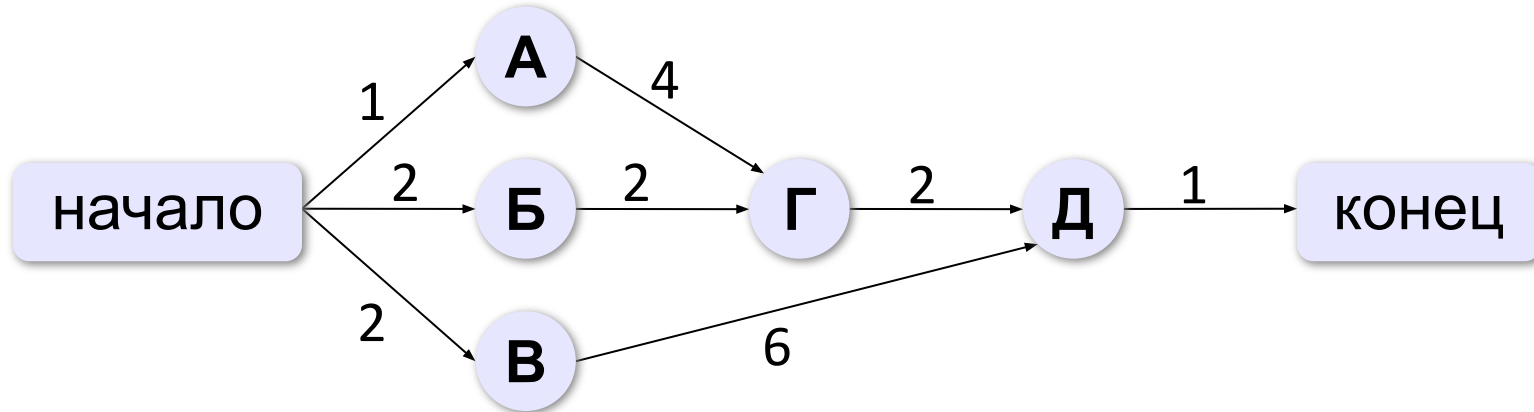


$(a+3) * 5 - 2 * b$

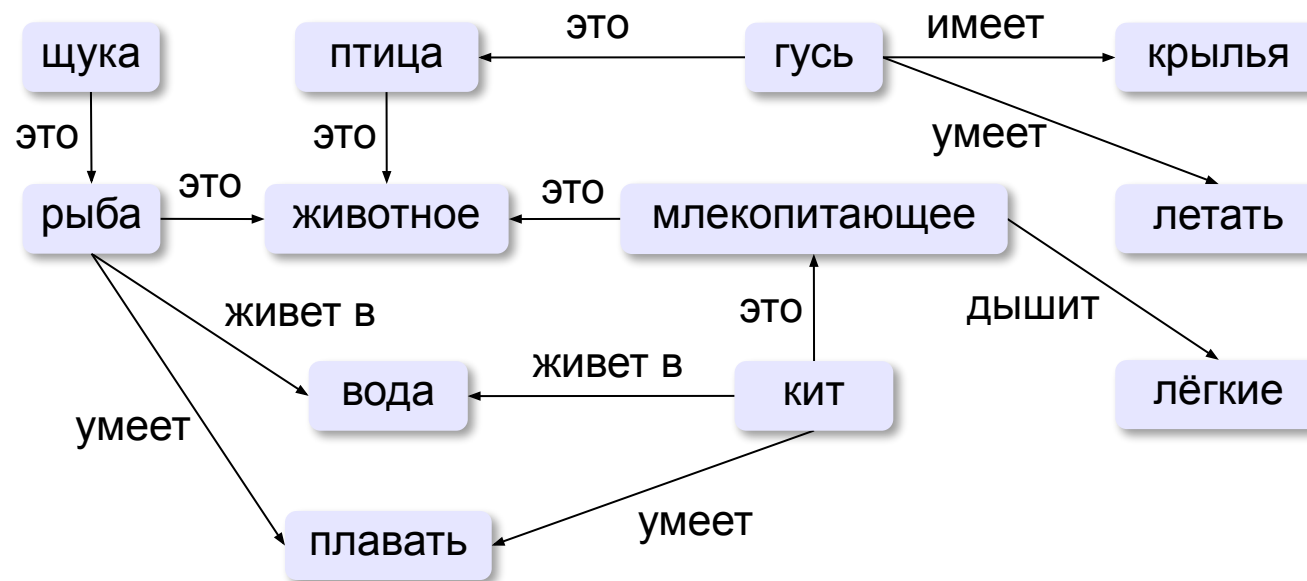


# Сетевые модели

## Сетевое планирование



## Семантические сети



# Моделирование



## 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!



## II. Разработка модели

### 1. Алгоритм моделирования

#### Метод I.

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

#### Метод II.

Из первого равенства выражаем время полета:

$$v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t = S \quad \Rightarrow \quad t = \frac{S}{v_0 \cdot \cos \alpha}$$

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  $\alpha$



## II. Разработка модели

### 2. Компьютерная модель

- программа (Паскаль, Си, ...)
- электронные таблицы (*Excel, OpenOffice.org Calc*)
- среды моделирования (*Simulink, VisSim*)



### III. Тестирование модели

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

а) тестирование **математической модели**:

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha, \quad y = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

- при  $t = 0 \Rightarrow x = 0, y = 0$  (в начале координат)
- при  $v_0 = 0 \Rightarrow x = 0, y = -\frac{gt^2}{2}$  (падение вниз)
- при  $\alpha = 90^\circ \Rightarrow x = 0$
- при увеличении  $t$  парабола «загибается» вниз

б) тестирование **компьютерной модели**:

(пробные расчёты в рассмотренных условиях)



Доказывает ли успешное тестирование правильность модели?



## IV. Эксперимент с моделью

**Эксперимент** – это исследование модели при тех исходных данных, которые нас интересуют (результат заранее неизвестен).

- 1) задаём угол  $\alpha$
- 2) находим время  $t = \frac{S}{v_0 \cdot \cos \alpha}$
- 3) находим высоту

$$y = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$y < H$$

Диапазон углов для поиска:  $\left[ \arctg \frac{H}{S} \dots \frac{\pi}{2} \right]$



## V. Анализ результатов эксперимента



Необходима проверка на оригинале!

### Возможные выводы:

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



## V. Анализ результатов

- всегда ли Вася сможет попасть в мишень?
- если начальная скорость отличается от заданной?
- если мяч и мишень не считать материальными точками?
- как сильно влияет сопротивление воздуха?
- если мишень качается?
- и т.д.....

