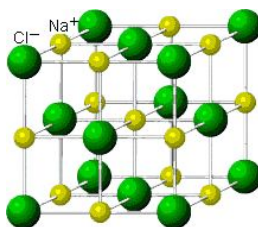


# Моделирование

## § 6. Модели и моделирование

# Что такое модель?

модели чего?



автомобиль

Земля

кристаллическая  
решётка

корабль

дом



Моделей без оригинала не существует!

оригиналы

Оригиналы:

- **объекты** (самолет, дом, ядро атома, галактика)
- **процессы** (изменение климата, развитие экономики)
- **явления** природы (землетрясения, цунами)

# Что такое модель?

---

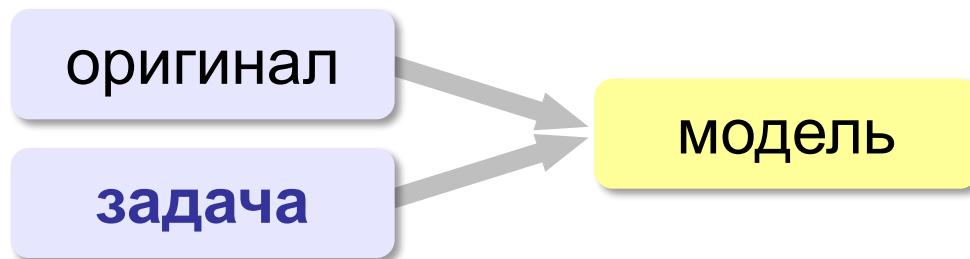


## Зачем нужны модели?

Нужно решить **задачу**, связанную с оригиналом, но:

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

# Модели и оригиналы



модели человека

материальная точка



# Модели и моделирование

**Модель** – это объект, который обладает существенными свойствами другого объекта, процесса или явления (*оригинала*) и используется вместо него.

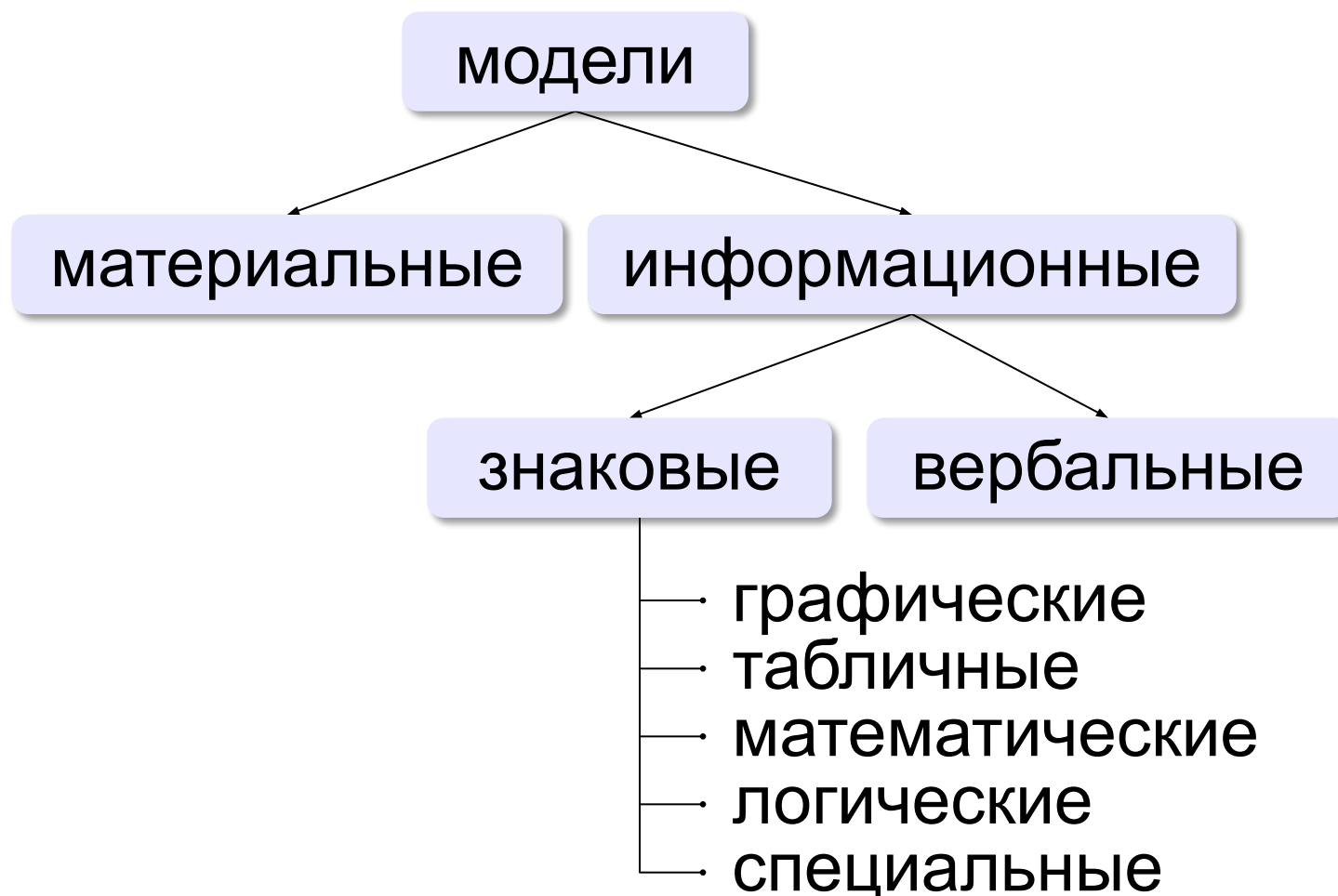
**Моделирование** – это создание и исследование моделей с целью изучения оригиналов.

## Задачи моделирования:

- **исследование** оригинала
- **анализ** («что будет, если ...»)
- **синтез** («как сделать, чтобы ...»)
- **оптимизация** («как сделать лучше всего ...»)

# Виды моделей (по природе)

---



# Виды моделей (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
  - ...

## Виды моделей (по характеру связей)

---

- **детерминированные** – при одинаковых исходных данных всегда получается тот же результат
  - расчёт по формулам
  - движение корабля на спокойной воде
  - ...
- **вероятностные** – учитывают случайность событий
  - броуновское движение частиц
  - полета самолёта с учетом ветра
  - движения корабля на волнении
  - поведение человека
  - ...



# Имитационные модели

---

- 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 систем массового обслуживания
- модели процесса обучения
- кросс-программирование
- ...

# Игровые модели

Игровые модели учитывают действия **противников**.

- экономические ситуации
- военные действия
- спортивные игры
- тренировки персонала



**Задача – найти лучший вариант действий в самом худшем случае!**

# Адекватность

**Адекватность** – это совпадение существенных свойств модели и оригинала в данной задаче.

- результаты моделирования согласуются с выводами теории (законы сохранения и т.п.)
- ... подтверждаются экспериментом ( $\pm 10\%$ )



Адекватность модели можно доказать только экспериментом!

Модель всегда отличается от оригинала



Любая модель адекватна только при определенных условиях!

# Моделирование

## § 7. Системный подход в моделировании

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

## Модель-«не-система»:



1-я линия:

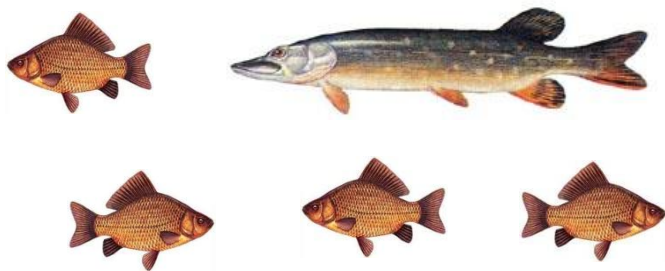
Пр. Ветеранов  
Ленинский пр.  
Автово  
Кировский завод  
Нарвская

...

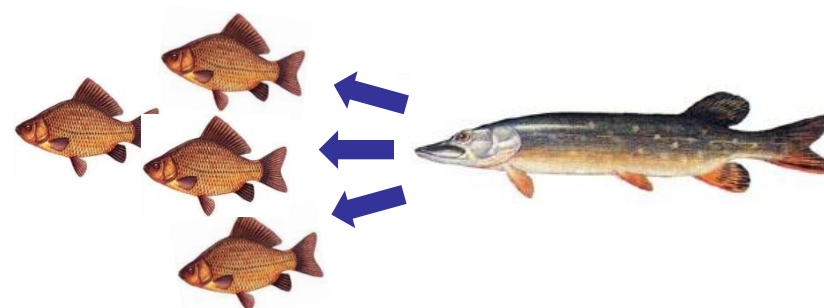
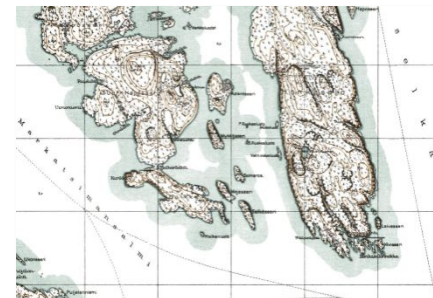
2-я линия:

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			√			√

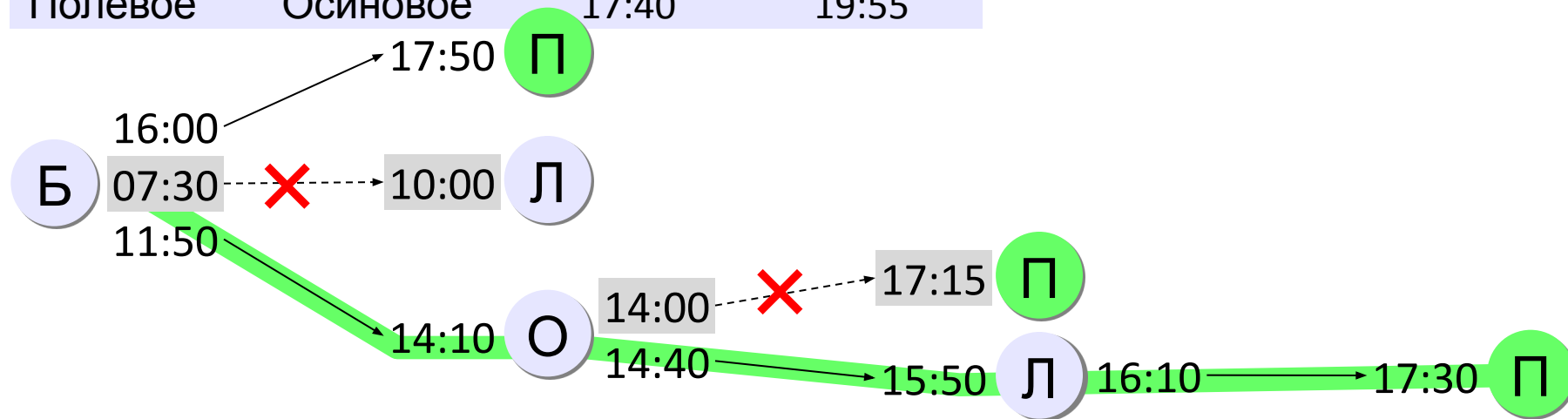
# Задача

Из	В	Отправл е	Прибыти е
Березовое	Лесное	07:30	10:00
Березовое	Осиновое	11:50	14:10
Лесное	Березовое	12:50	15:20
Полевое	Лесное	13:20	14:40
Осиновое	Полевое	14:00	17:15
Лесное	Осиновое	14:20	15:30
Осиновое	Лесное	14:40	15:50
Березовое	Полевое	16:00	17:50
Лесное	Полевое	16:10	17:30
Полевое	Осиновое	17:40	19:55

Березовое: 8:00



Полевое



# Задачи

---

Луковое (00:00) → **Васильево**

Из	В	Отправл.	Прибытие
Васильево	Панино	05:10	07:20
Панино	Луковое	09:15	11:20
Луковое	Панино	10:35	12:15
Санино	Васильево	11:05	13:10
Васильево	Луковое	11:35	15:20
Панино	Васильево	12:05	14:25
Луковое	Васильево	12:30	16:10
Луковое	Санино	14:20	16:00
Васильево	Санино	16:25	17:15
Санино	Луковое	18:30	20:40



# Задачи

---

Сычёво (10:00) → **Рогатое**

Из	В	Отправл.	Прибытие
Сычево	Грибное	09:00	10:15
Мухино	Сычево	09:15	10:25
Рогатое	Сычево	10:10	12:25
Рогатое	Мухино	10:25	11:25
Сычево	Рогатое	10:30	13:00
Грибное	Рогатое	10:40	11:45
Сычево	Мухино	10:35	11:30
Грибное	Сычево	10:55	11:25
Мухино	Рогатое	11:50	12:50
Рогатое	Грибное	12:00	13:20

# Задачи

Кунцево (00:00) → Ручьи

Из	В	Отправл.	Прибытие
Марьино	Кунцево	09:00	09:50
Кунцево	Борисово	09:55	11:00
Ручьи	Марьино	10:45	11:55
Ручьи	Кунцево	10:50	13:10
Ручьи	Борисово	10:55	12:00
Кунцево	Ручьи	11:00	13:20
Кунцево	Марьино	11:05	12:00
Борисово	Кунцево	11:20	12:25
Марьино	Ручьи	12:10	13:15
Борисово	Ручьи	12:25	13:25

# Задачи

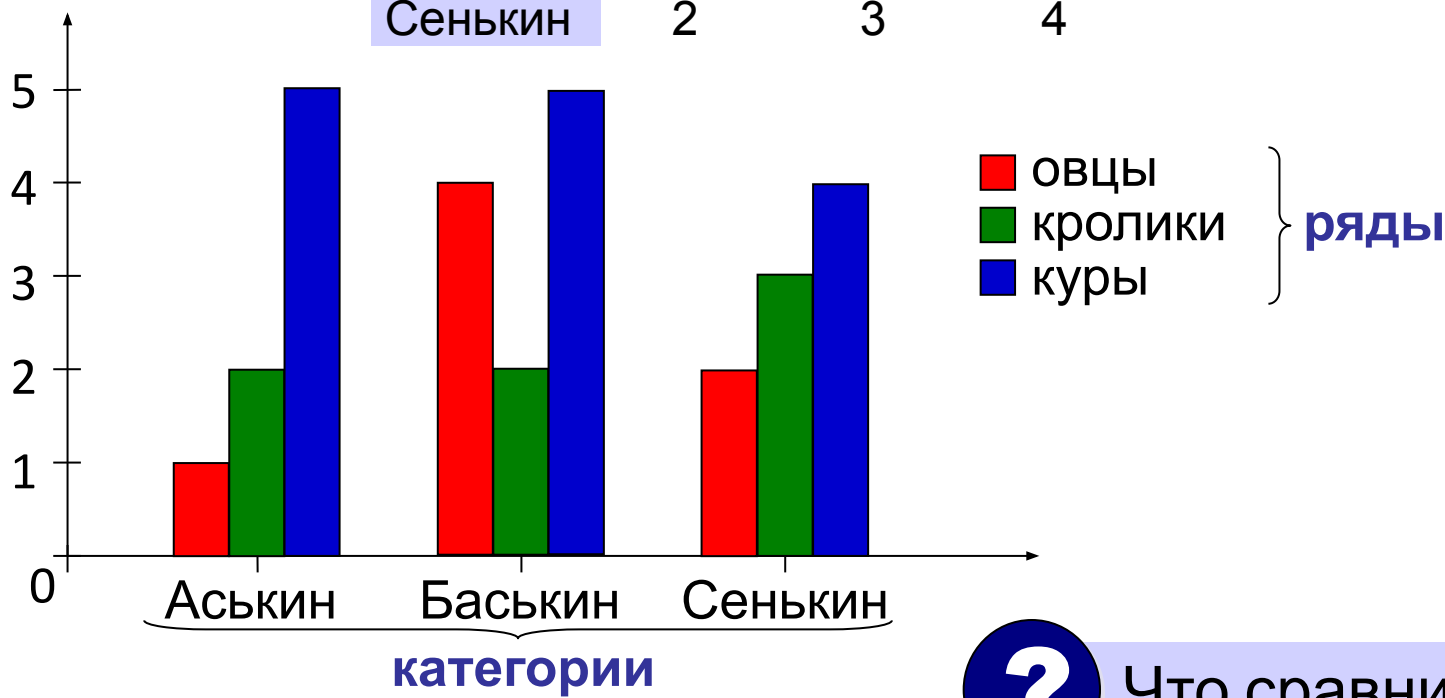
Моховое (00:00) → **Лесное**

Из	В	Отправл.	Прибытие
Моховое	Лесное	07:40	08:50
Озерное	Моховое	07:50	09:05
Лесное	Грибное	08:00	09:10
Лесное	Озерное	09:15	10:25
Моховое	Грибное	09:25	10:30
Моховое	Озерное	09:30	10:30
Лесное	Моховое	09:45	10:45
Грибное	Лесное	10:15	11:25
Озерное	Лесное	11:15	12:25
Грибное	Моховое	11:50	12:55

# Диаграммы

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

	овцы	кролики	куры
Аськин	1	2	5
Баськин	4	2	5
Сенькин	2	3	4



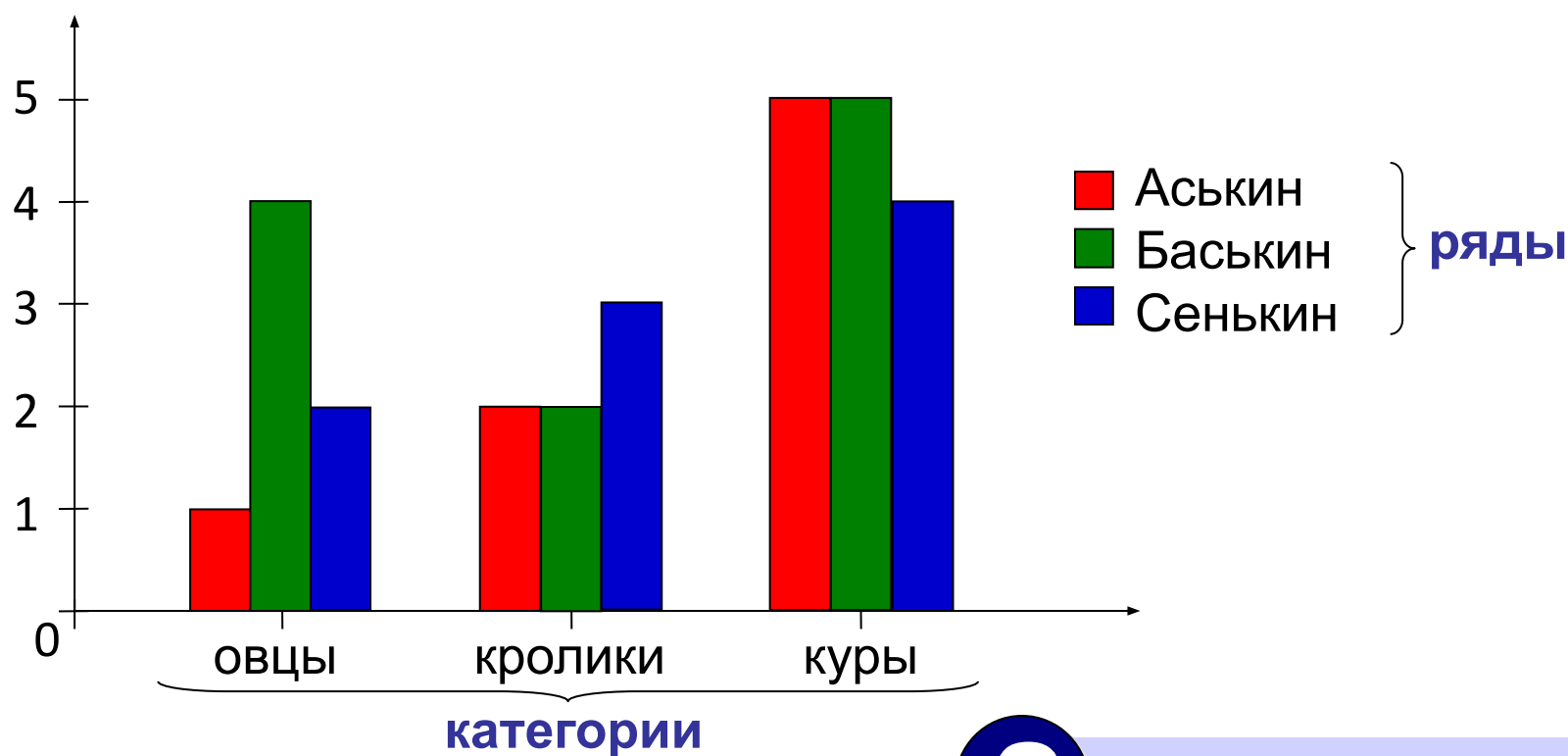
Что сравниваем?

# Диаграммы

	овцы	кролики	куры
Аськин	1	2	5
Баськин	4	2	5
Сенькин	2	3	4



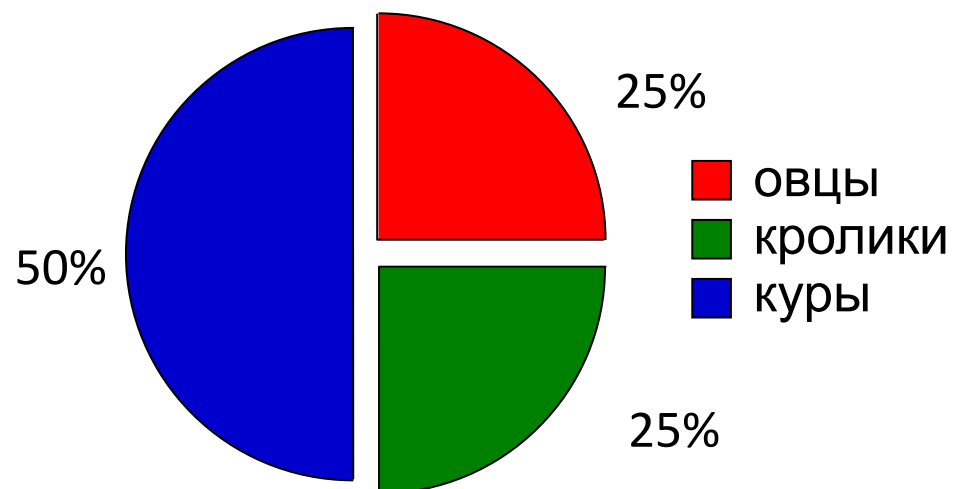
Какую диаграмму можно еще построить?



Что сравниваем?

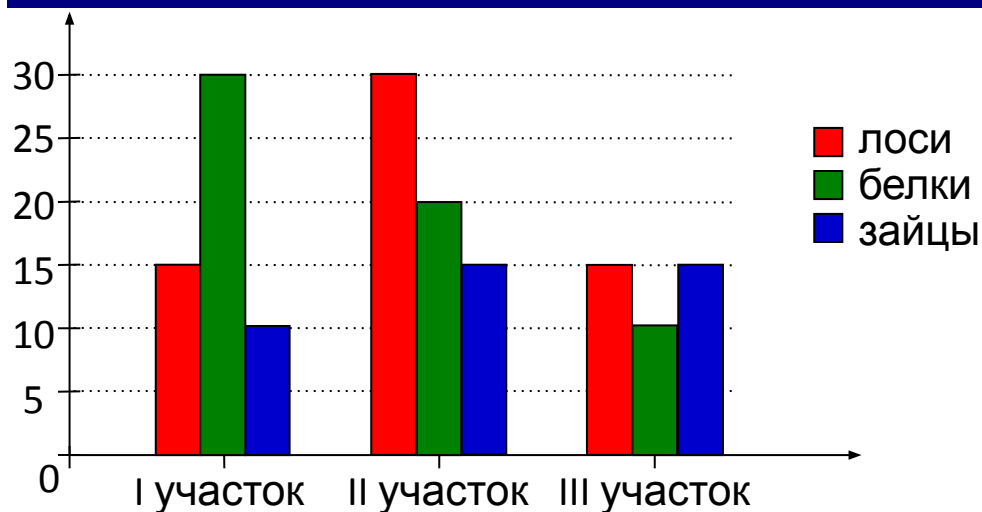
# Круговые диаграммы

	овцы	кролики	куры
Аськин	1	2	5
Баськин	4	2	5
Сенькин	2	3	4
всего	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>14</b>

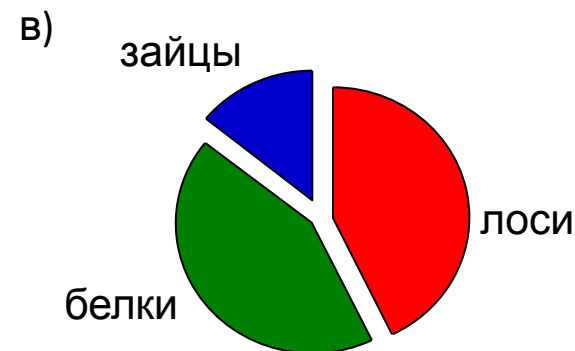
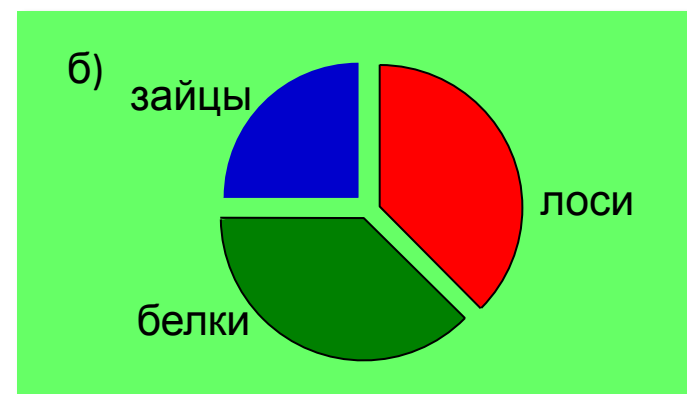
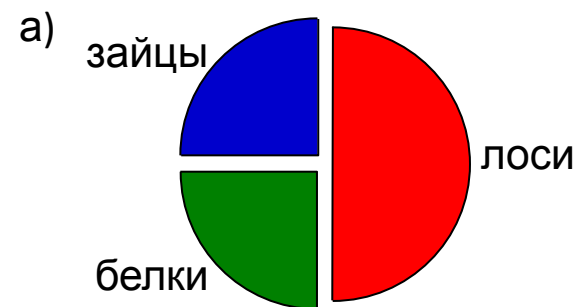


Только итоги, исходные данные  
восстановить нельзя!

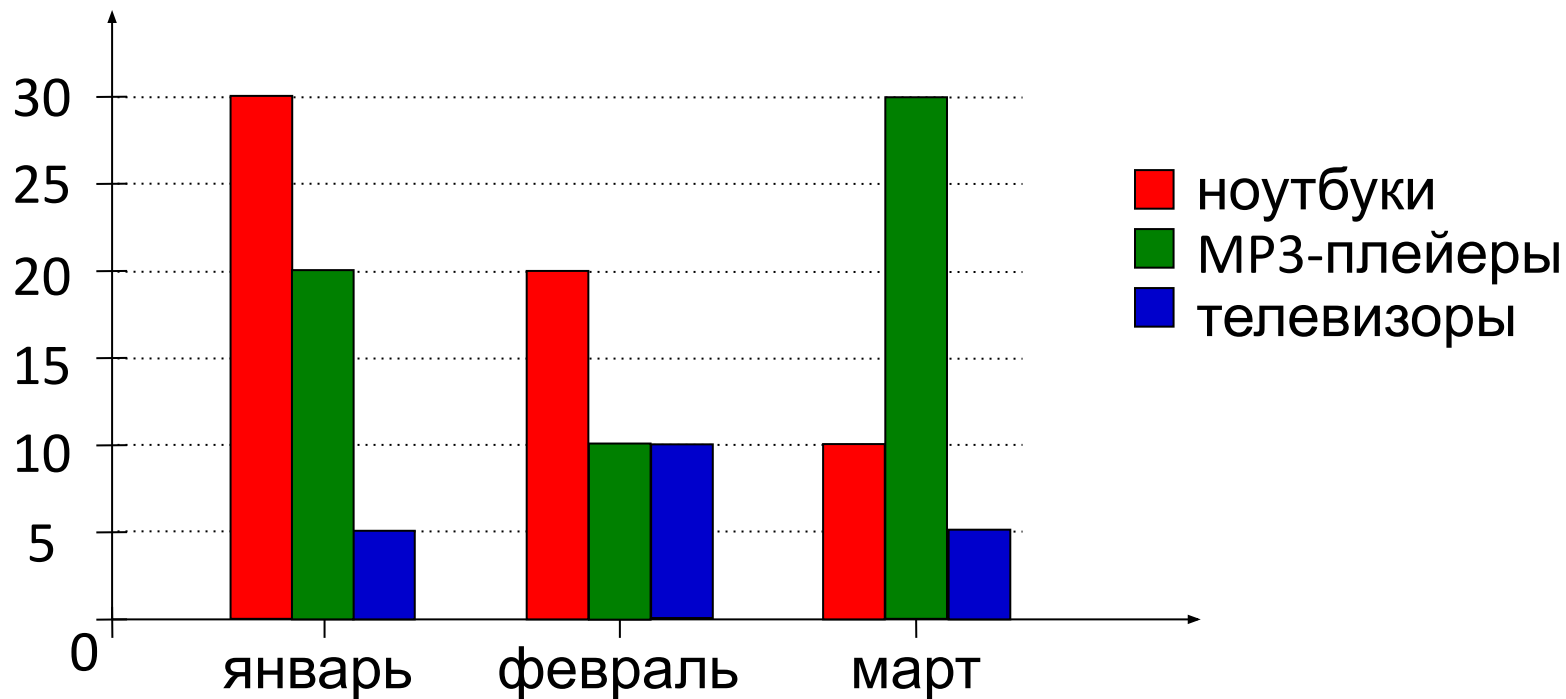
# Задача



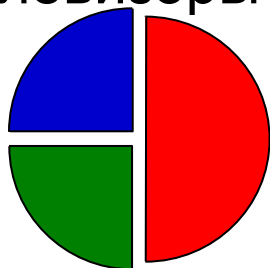
	I участок	II участок	III участок	всего
лоси	15	30	15	60
белки	30	20	10	60
зайцы	10	15	15	40
всего				160



# Задачи



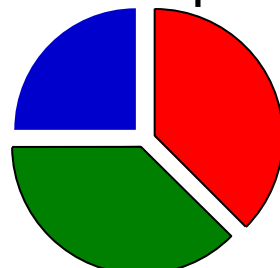
а) телевизоры



ноутбуки

MP3-плейеры

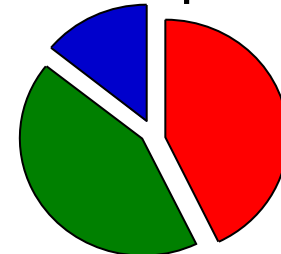
б) телевизоры



ноутбуки

MP3-плейеры

в) телевизоры

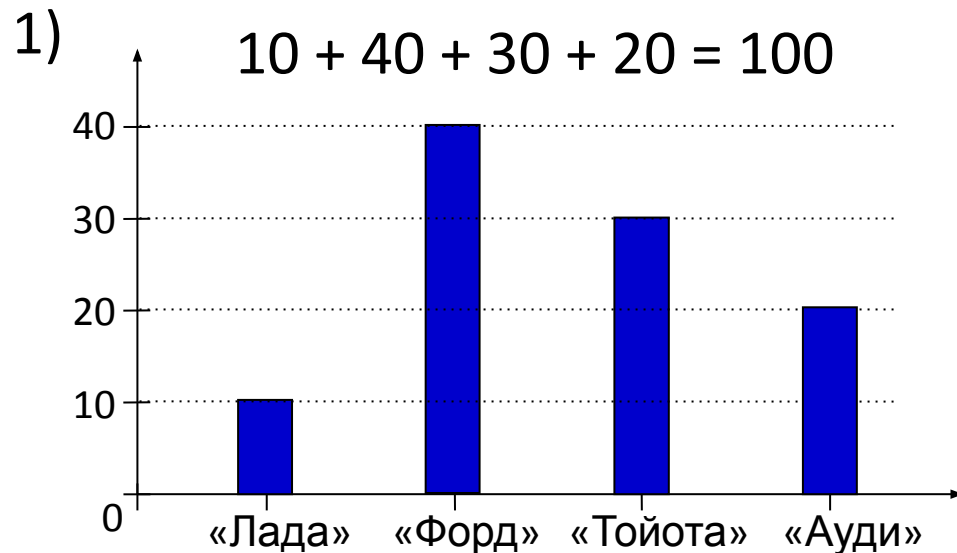


ноутбуки

MP3-плейеры



# Задача



~~а) все «Форды» могут принадлежать менеджерам~~

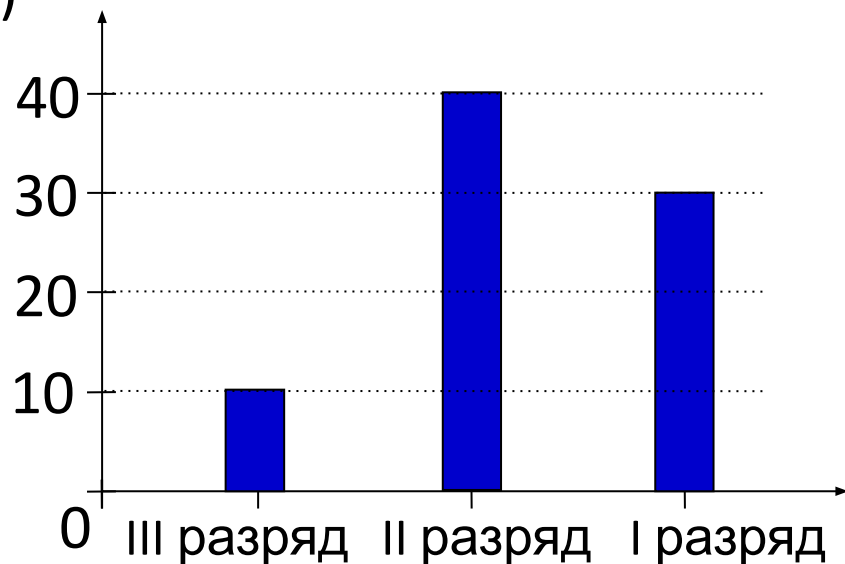
~~б) все охранники могут ездить на «Ауди»~~

в) все «Тойоты» могут принадлежать рабочим

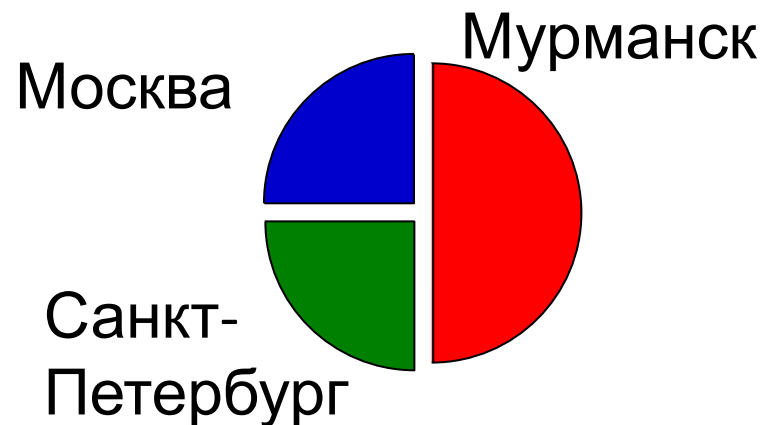
~~г) все рабочие могут ездить на «Фордах»~~

# Задачи

1)



2)

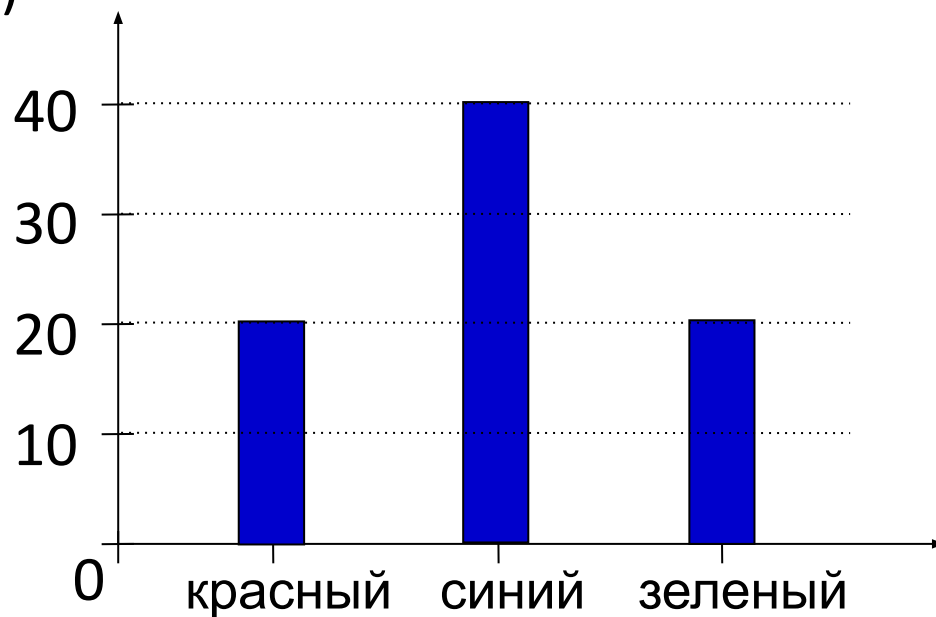


Какие утверждения следуют из анализа диаграмм:

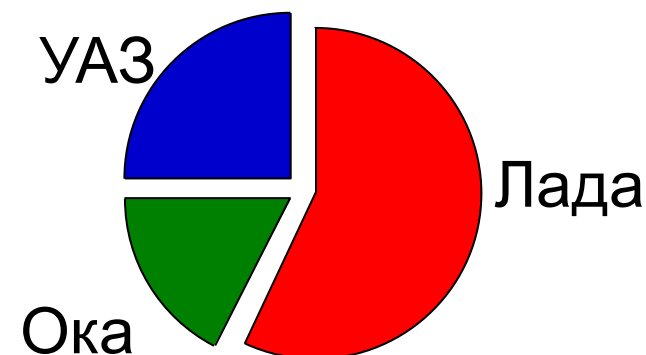
- а) все спортсмены, имеющие II разряд, могут быть москвичами
- б) все спортсмены из Мурманска могут иметь II разряд
- в) все спортсмены из Санкт-Петербурга могут иметь I разряд;
- г) все спортсмены III разряда могут быть из Москвы

# Задачи

1)



2)



Какие утверждения следуют из анализа диаграмм:

- а) все автомобили «УАЗ» – зеленые
- б) среди автомобилей «Ока» нет красных
- в) все автомобили «Ока» – синие
- г) среди автомобилей «Лада» есть синие