



**КСИТ**

# **1. Введение в базы данных и роль СУБД**

**Базы данных**

**Хисамутдинов М.А.**  
кафедра №12 НИЯУ МИФИ  
2026

## План занятия

- 1 Что такое база данных?
- 2 Что такое СУБД?
- 3 Что такое модель данных?
- 4 Что такое модель сущность-связь?
- 5 Виды диаграмм
- 6 Виды ключей



## Понятие данных

Данные - это сырые, необработанные значения, которые сами по себе почти ничего не объясняют. (187, 7 февраля)

Факт и семантика - это проверенное утверждение о реальном объекте или событии, зафиксированное в данных. (187 кг - вес груза, 7 февраля - начало весеннего семестра)

Информация - осмысленные, обработанные факты, которые можно использовать для принятия решений.

Данные → Факты → Информация → Решения



# Файловые системы

Файловые системы - набор программ, выполняющих операции, связанные с обработкой данных.

Файловая система:

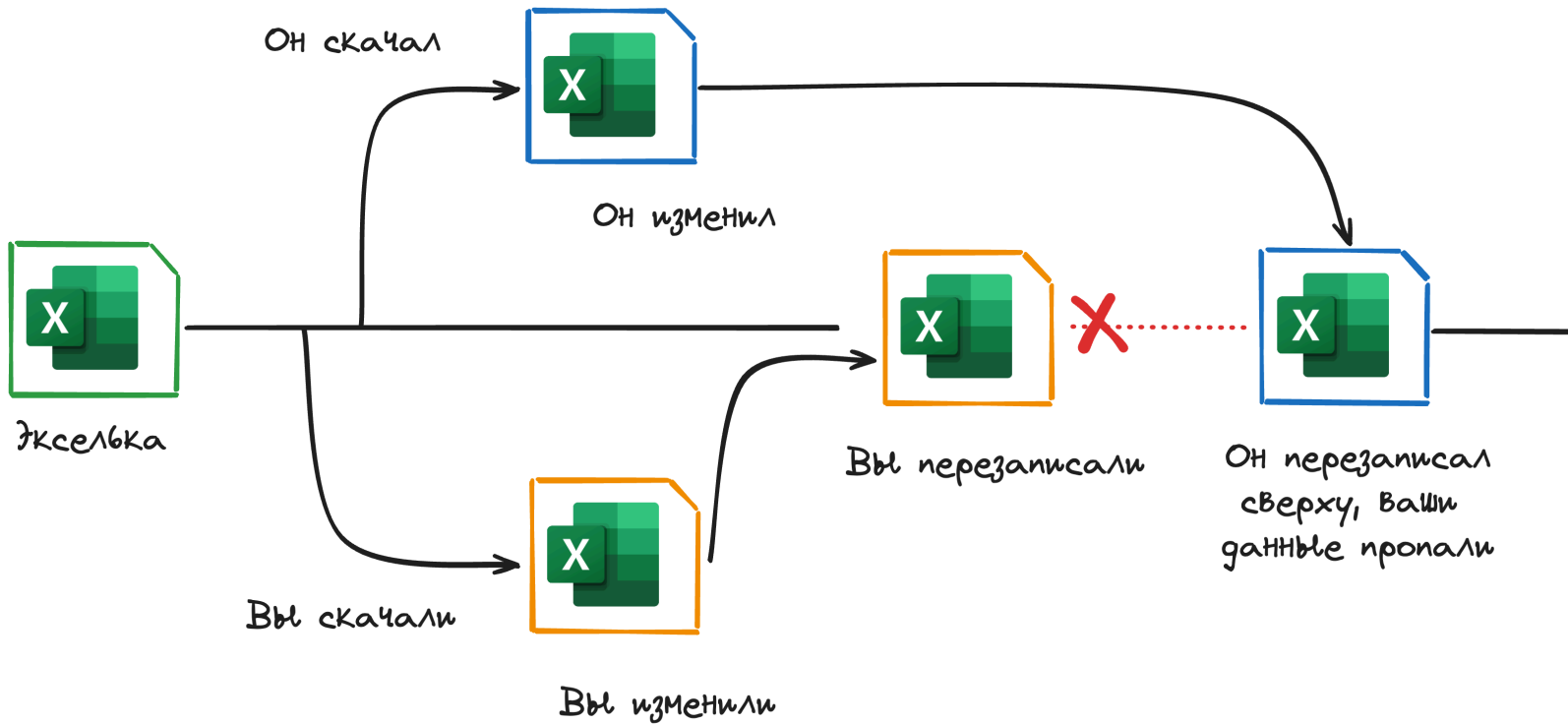
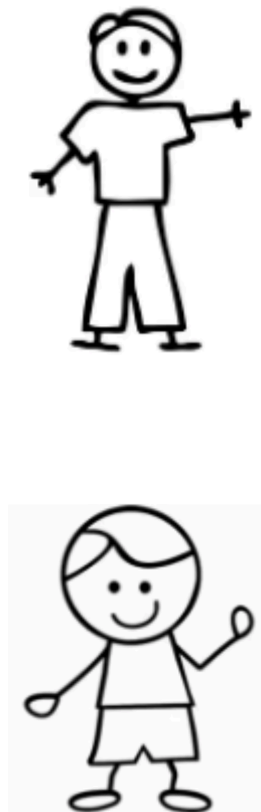
- умеет хранить данные
- плохо работает с фактами
- почти не помогает получить информацию

Недостатки:

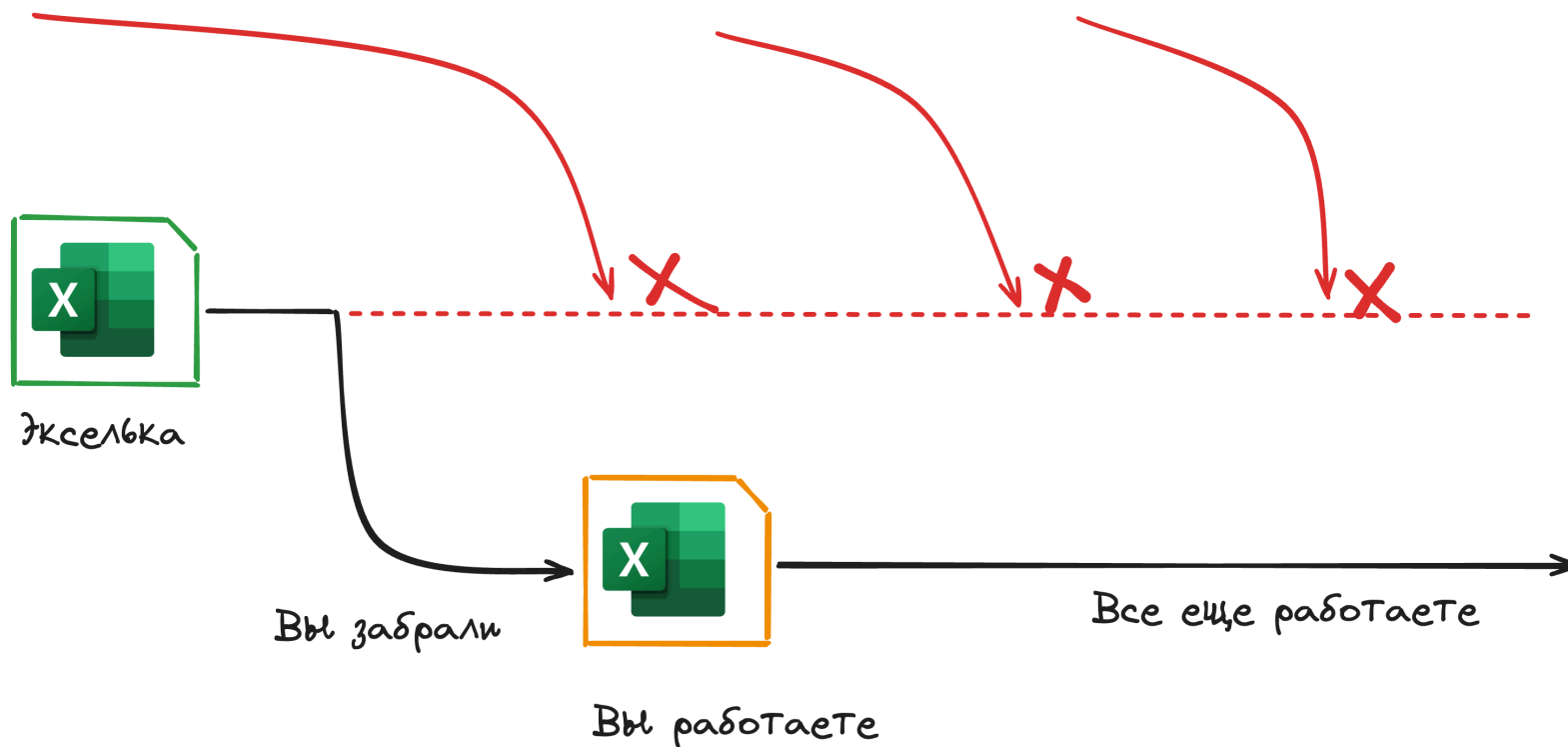
- потеря смысла данных
- факты легко искажаются
- дублирование данных
- нельзя доверять данным
- факты теряют актуальность
- информацию сложно получить
- нет связей между фактами



# Рассмотрим более практичный пример



# Рассмотрим более практичный пример



# Рассмотрим более практичный пример

Петя, какую я песню  
слушал 1 февраля?

Вы кто такие? Я вас не звал!

QUERY  
ERROR



СУБД "ПЕТЯ"



Экселька

Петя, добавь новый  
трек!



# Системы баз данных

База данных - совместно используемый набор логически связанных данных и их описаний, предназначенных для удовлетворения информационных потребностей организации

СУБД - программное обеспечение, осуществляющее управление базой данных

Система баз данных - компьютеризованная система хранения записей: база данных, СУБД, аппаратура и люди



# Системы баз данных

База данных - совместно используемый набор логически связанных данных и их описаний, предназначенных для удовлетворения информационных потребностей организации

СУБД - программное обеспечение, осуществляющее управление базой данных

Система баз данных - компьютеризованная система хранения записей: база данных, СУБД, аппаратура и люди

Примеры реляционных СУБД:

- PostgreSQL
- MySQL
- Oracle
- ...



# Системы баз данных

База данных - совместно используемый набор логически связанных данных и их описаний, предназначенных для удовлетворения информационных потребностей организации

СУБД - программное обеспечение, осуществляющее управление базой данных

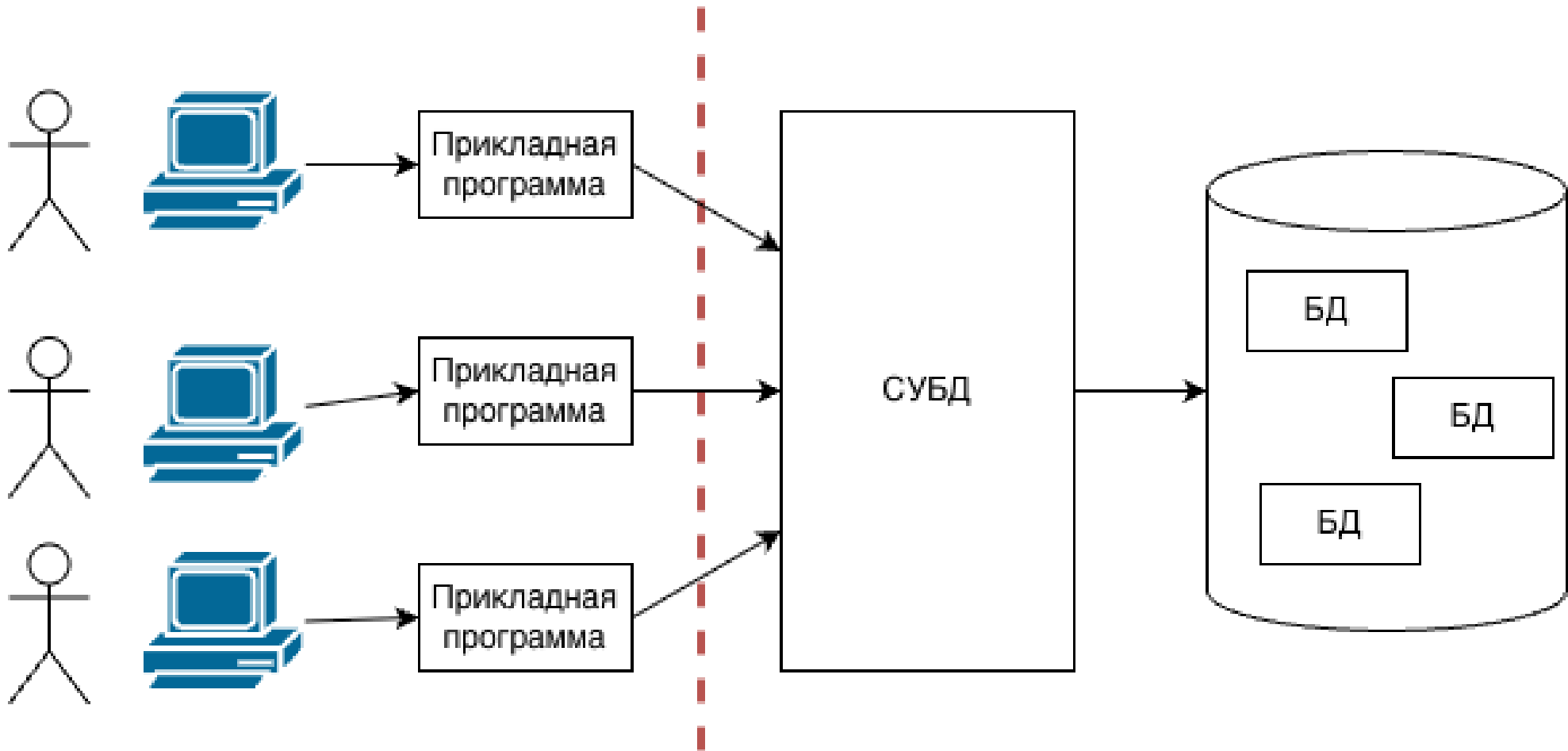
Система баз данных - компьютеризованная система хранения записей: база данных, СУБД, аппаратура и люди

Примеры реляционных СУБД:

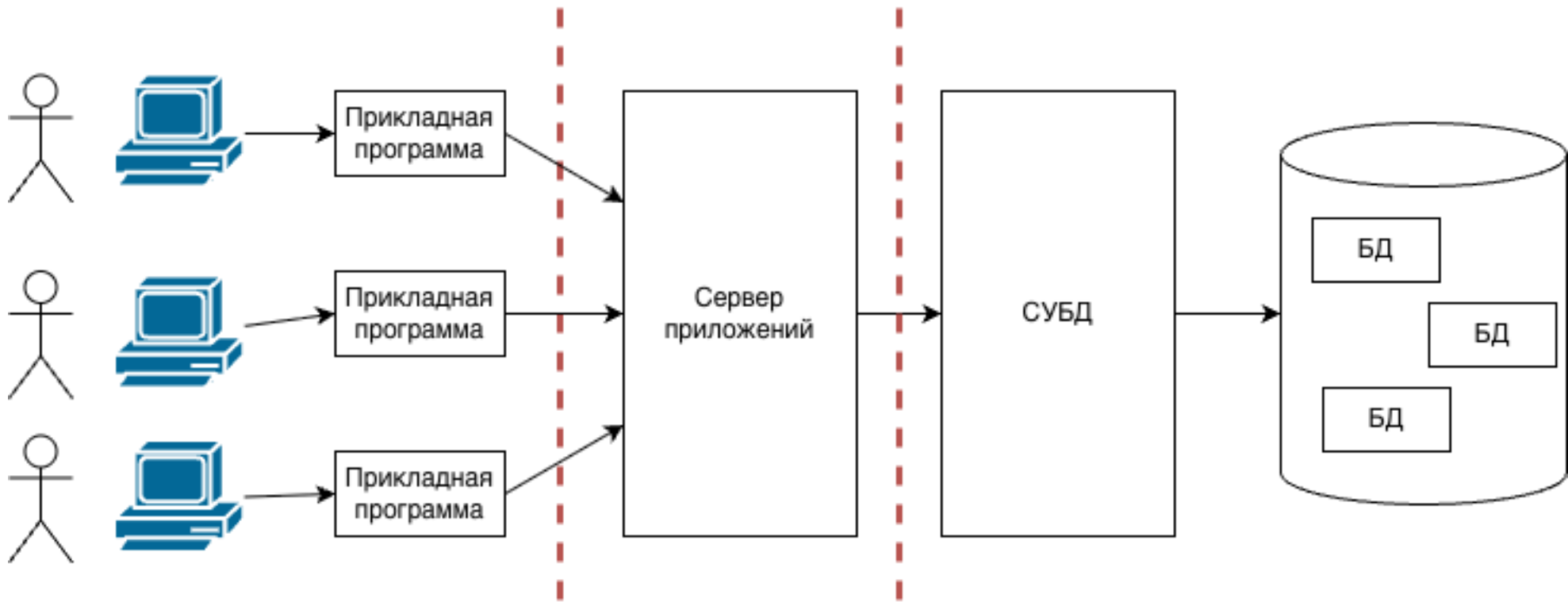
- **PostgreSQL**
- MySQL
- Oracle
- ...



# Системы баз данных



# Системы баз данных



Трёхзвенная архитектура клиент - сервер



# Категории пользователей

## Администраторы данных и баз данных

Задачи:

- обеспечение бесперебойной работы ИС
- поддержание необходимого качества данных

Требования к СУБД:

- обеспечение контроля доступа
- надежность
- высокая производительность
- поддержка больших объемов хранимой информации
- масштабируемость системы



# Категории пользователей

## Разработчик баз данных (дата-инженер)

Задачи:

- проектирование структуры БД
- реализация БД в рамках заданной СУБД

Требования к СУБД:

- стандартизированные средства создания БД и манипулирования данными



# Категории пользователей

## Прикладные программисты

Задачи:

- создание внешнего пользовательского интерфейса для работы с БД

Требования к СУБД:

- удобный стандартизированный доступ к данным
- наличие средств построения запросов и манипулирования данными



# Категории пользователей

## Аналитики

Задачи:

- работа с БД для получения информации из данных
- построение отчетов

## Конечные пользователи



# Общая характеристика моделей данных

Модель данных - это интегрированный набор понятий для описания **данных, связей** между данными и **ограничений**, накладываемых на данные в некоторой организации.



# Общая характеристика моделей данных

Сильно типизированные модели - структура жестко задана заранее:

- какие поля есть
- какие типы
- какие связи
- какие ограничения

На основе записей - табличная модель

На основе объектов - данные хранятся как объекты

Слабо типизированные - структура гибкая:

- поля могут отличаться
- типы нестрогие
- схема может меняться на лету



# Сильно типизированные модели данных

Компоненты:

Примеры:

Категория

**ВОДИТЕЛЬ**

**АВТОМОБИЛЬ**

Свойства категории

имя

модель

возраст

гос. номер

стаж работы

дата приобретения

...

...

Связи между  
категориями

ВОДИТЕЛЬ УПРАВЛЯЕТ АВТОМОБИЛЕМ



# Сильно типизированные модели данных

В конкретном применении модели данных совокупность именованных категорий, их свойств и связей между ними называется **схемой**

Пример:

ВОДИТЕЛЬ (Имя, Возраст, Стаж работы, ...) \

АВТОМОБИЛЬ (Модель, Гос. номер, Дата приобретения, ...) \

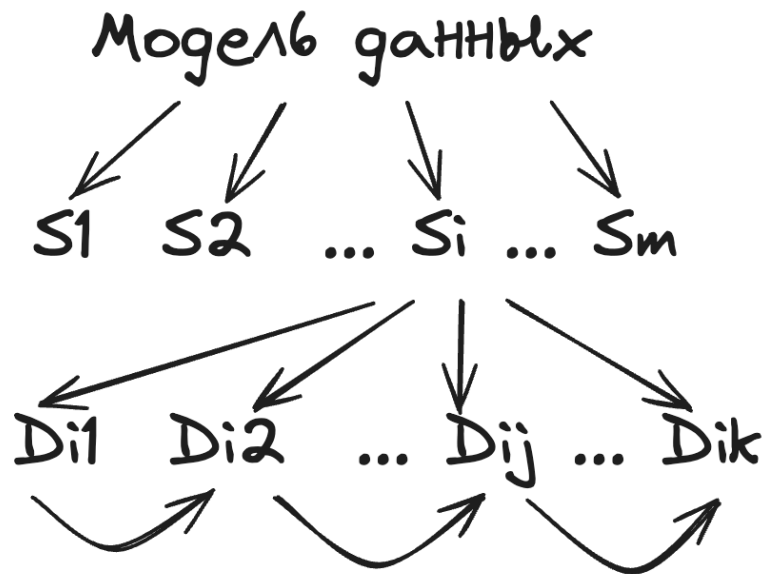
УПРАВЛЯЕТ (ВОДИТЕЛЬ, АВТОМОБИЛЬ)



# Сильно типизированные модели данных

Реализация базы данных - совокупность данных, структура которых соответствует некоторой схеме

База данных - совокупность реализаций, полученных в результате некоторых преобразований и удовлетворяющих одной и той же схеме



Схемы БД

Реализации БД



# Сильно типизированные модели данных

Представление статических и динамических свойств

Правила порождения G (Generate Rules) - Язык Описания Данных (ЯОД)

- структуры Gs (Generate Structure)
- ограничений Gc (Generate Constraints) - Язык Описания Ограничений (ЯОО)

Операции O (Operators) - Язык Манипуляции Данными (ЯМД)



# Сильно типизированные модели данных

Пример: автотранспортное предприятие

Структура

Категория

**ВОДИТЕЛЬ**

Свойства категории

**Табельный номер** - целое

**Фамилия И.О.** - символьная строка

**Возраст** - целое

**Стаж работы** - целое

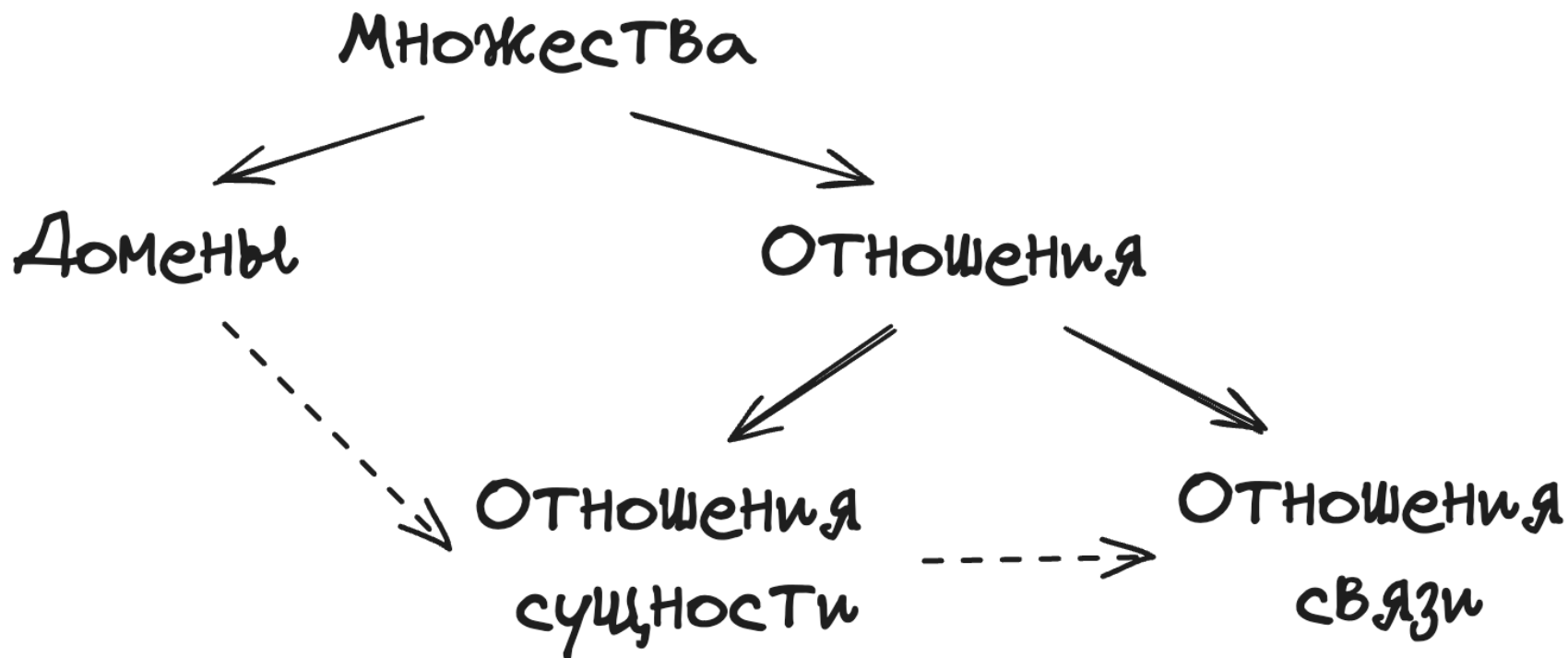
Ограничения целостности:

- **Возраст > 17**
- **Стаж работы < возраст - 17**



# Структурные Компоненты

**Множество** - собрание правильно идентифицированных объектов, удовлетворяющих правилу принадлежности



# Структурные Компоненты

## Характеристики множества

Интенционал (intentional)

Характеристика типа:  
определяет допустимые  
множества значений

Пример:

*целые положительные  
четные числа*

Экстенционал (extensional)

Характеристика знака:  
определяет конкретное  
значение множества

Пример:

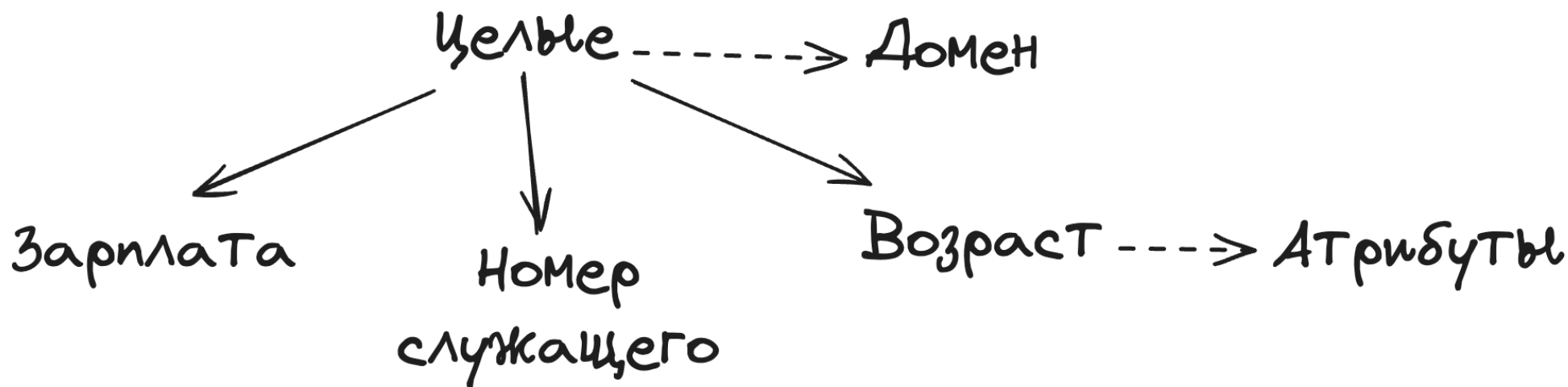
{2, 4, 8, 16, 32, 64}



# Множества: домены и атрибуты

**Домены** - множества, элементы которых более или менее однородны (какие значения можно записать в данные)

**Атрибуты** - именованные домены, представляющие семантически значимые объекты (столбец таблицы)



# Множества: отношение сущности

**Отношение сущности** - агрегат, построенный на множествах - доменах.

Даны  $D_1, D_2, \dots, D_n$

Отношение - это  $\{ \langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle \mid d_i \in D_i \text{ для } i = 1, 2, \dots, n \}$

Характеристики отношения:

- **Степень отношения** - количество множеств, на которых построено это отношение (количество столбцов в таблице)
- **Мощность отношения** - количество кортежей в конкретной реализации отношения (количество строк в таблице)



# Множества: отношение сущности

**Схема отношения** - именованный список пар  
<имя атрибута>: имя домена, ..

имя\_схемы (имя\_атрибута : имя\_домена, ...)

Атрибут в отношении - семантически значимый объект,  
определяющий способ использования домена в отношении.



# Множества: отношение сущности

**Схема отношения** - именованный список пар  
<имя атрибута>: имя домена, ..

имя\_схемы (имя\_атрибута : имя\_домена, ...)

Атрибут в отношении - семантически значимый объект,  
определяющий способ использования домена в отношении.

Или чуть более простыми словами:

Атрибут - это столбец, который придает данным смысл и объясняет,  
как именно использовать значения из домена.



# Множества: отношение сущности

Пример

Домены:

- $D_1$  -  $\{d_{1i} \mid d_{1i} \text{ — строчная английская буква}\}$

экстенционал -  $\{a, b, c, d, e\}$

- $D_2$  -  $\{d_{2j} \mid d_{2j} \text{ — десятичная цифра}\}$

экстенционал -  $\{1, 3, 5\}$

Отношение:

$$R = \{ \langle d_{1i}, d_{2j} \rangle \mid d_{1i} \in D_1, d_{2j} \in D_2 \}$$

экстенционал -  $R_1 = \{ \langle a, 3 \rangle, \langle a, 1 \rangle, \langle c, 1 \rangle \}$

Схема отношения:  $R$  (Категория:  $D_1$ , Индекс:  $D_2$ )



# Множества: отношение связи

**Отношение связи** - агрегат, построенный на множествах - сущностях.

$$\{ \langle s_1, s_2, \dots, s_n \rangle \mid s_i \in S_i \text{ для } i = 1, 2, \dots, n \}$$

Характеристики связи:

- арность

$$\{ \langle s_1, s_2 \rangle \mid s_1 \in S_1, s_2 \in S_2 \}$$

- отображение

$$R : S_1 \rightarrow S_2, R^{-1} : S_2 \rightarrow S_1$$



## Множества: отношение связи

Характеристика отображения - кардинальность (кардинальное число - cardinality)

**Кардинальное число отображения** - количество элементов одного множества, связанных с одним элементом другого множества.

$$R(S_1(\min_1, \max_1) : S_2(\min_2, \max_2))$$

Пример: курсы по выбору

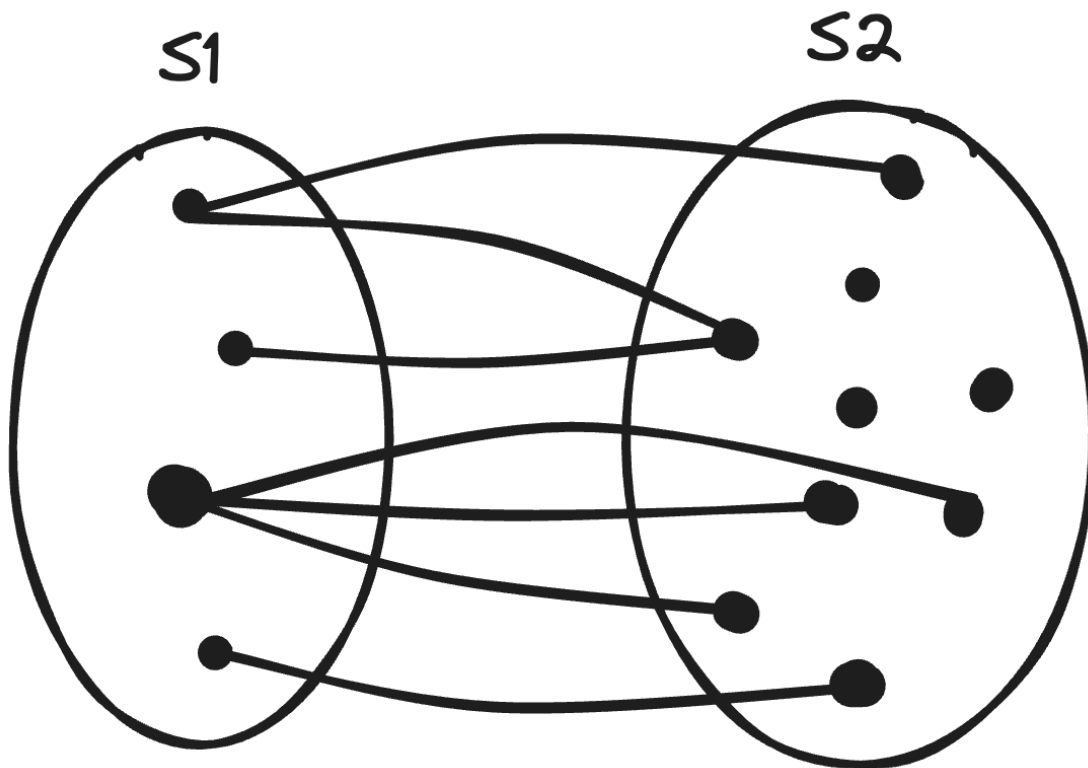
ВЫБИРАЕТ (СТУДЕНТ(5, 100) : КУРС(1, 3))



# Типы отображений

1  $R(S_1(0, \text{inf}) : S_2(1, \text{inf})), S_1 \rightarrow S_2$

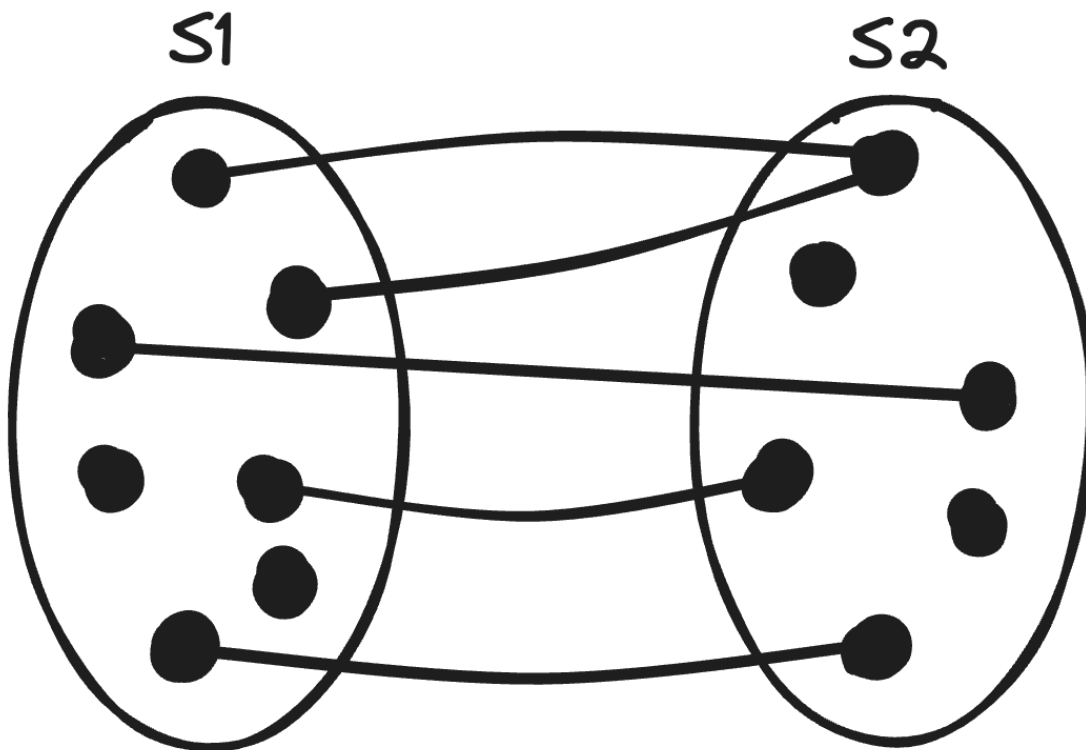
*Полностью определенное на  $S_1$*



# Типы отображений

2  $R(S_1(0, \text{inf}) : S_2(0, 1)), S_1 \rightarrow S_2$

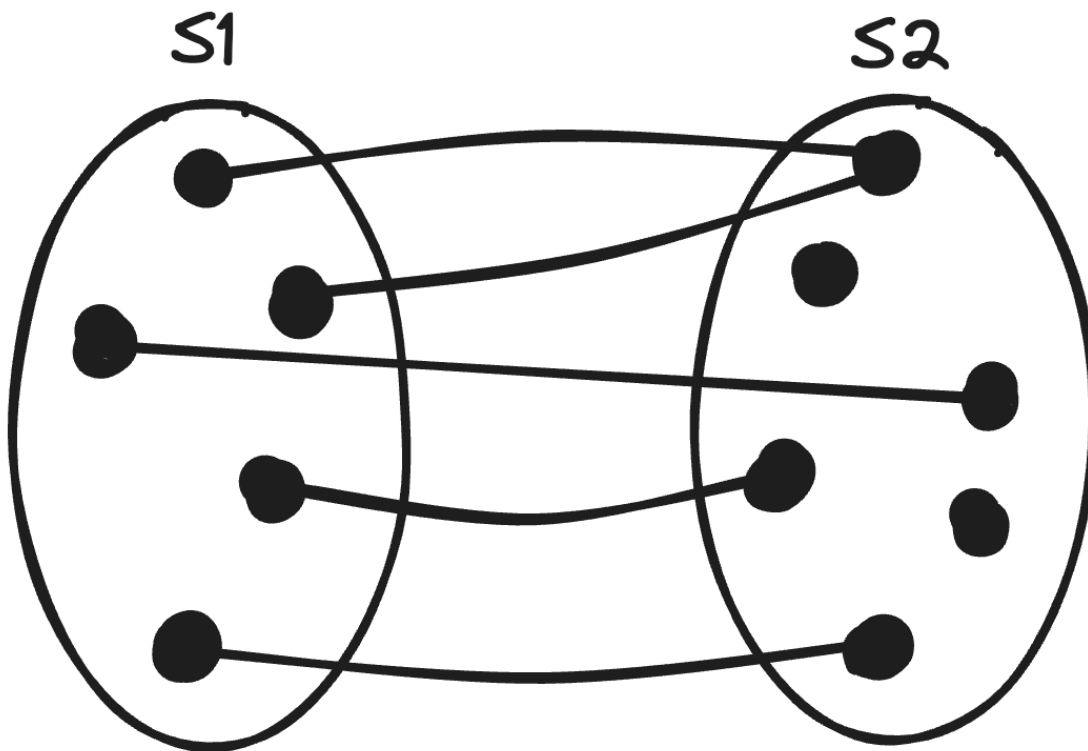
*Неполное функциональное отображение*



# Типы отображений

3  $R(S_1(0, \text{inf}) : S_2(1, 1)), S_1 \rightarrow S_2$

*Полное функциональное отображение*



# Ограничения целостности

Логические ограничения накладываемые на данные (*constraints*)

## Типы ограничений

внутренние

Пример: принадлежность  
атрибуту домену

явные

Пример: сумма окладов < фонд  
зарплаты



## Модель данных **сущность - связь**

**Сущность** - нечто, принадлежащее объективной реальности, облаченное в материальную форму или форму идеи; любой объект, который может быть идентифицирован некоторым способом, отличающим его от других объектов, и информацию о котором надо хранить в базе данных.

**Связь** - некоторая ассоциация, устанавливаемая между двумя и более сущностями.



# Структурные Компоненты

Сущность - entity

Множество сущностей  $E = \{e_i\}$

Пример: {Москва, Орел, Курск}

Предикат - правило принадлежности сущности данному множеству

Пример: население... площадь...

Тип сущности - некоторое обобщенное представление однородных сущностей

Пример: ГОРОД

Экземпляр сущности  $e_i$  - конкретный элемент

Пример: Курск



# Структурные Компоненты

Связь - relationship

**Множество связей** - математическое отношение между сущностями:

$$R = \{ \langle e_1, e_2, \dots, e_n \rangle \mid e_1 \in E_1, e_2 \in E_2, \dots, e_n \in E_n \}$$

**Тип связи** - ассоциация типов сущностей

**Экземпляр связи**

**Роль сущности в связи (r)** - функция, которую сущность выполняет в данной связи:  $\langle r_1/e_1, r_2/e_2, \dots, r_n/e_n \rangle$

Пример:  $\langle \text{проект}/e_1, \text{исполнитель}/e_2 \rangle$



# Структурные Компоненты

Информация о сущностях и связях - множество пар “атрибут - значение”

Множество значений - values

- значения
- предикат

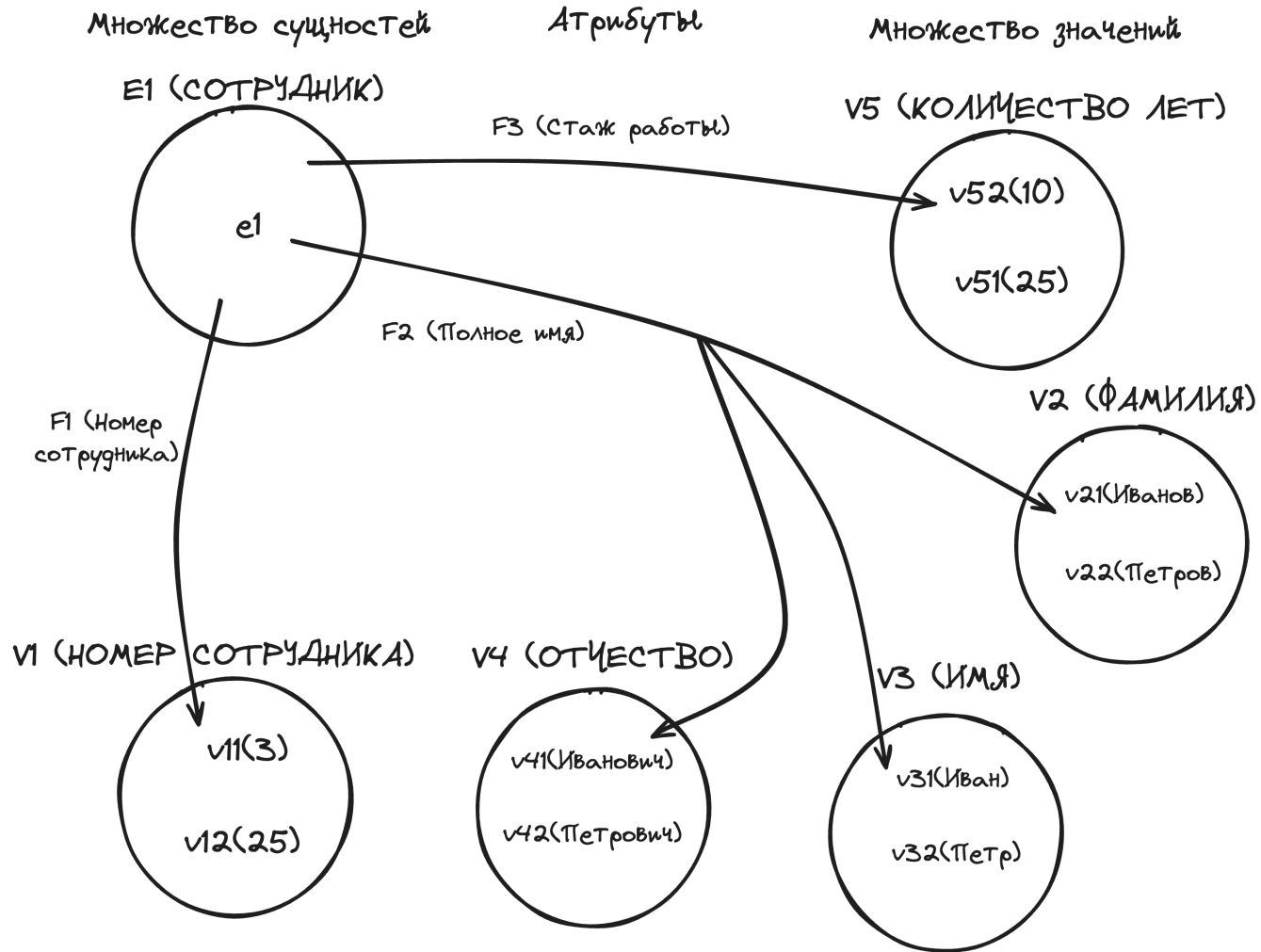
**Атрибут** - функция, отображающая множество сущностей или множество связей в множество значений или декартово произведение множеств значений:

$$f : S_i \rightarrow V_i$$

$$f : S_i \rightarrow V_{i1} \times V_{i2} \times \dots \times V_{in}$$



# Информация о сущностях



# Информация о связях

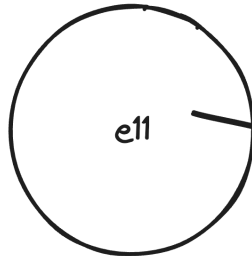
Множество сущностей

Множество связей

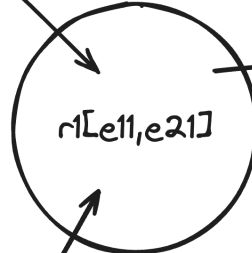
Атрибуты

Множество значений

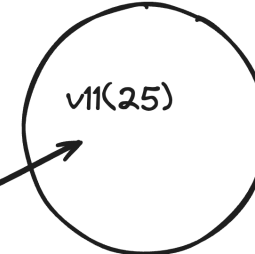
E1 (СОТРУДНИК)



R1 (ИСПОЛНИТЕЛЬ  
ПРОЕКТА)

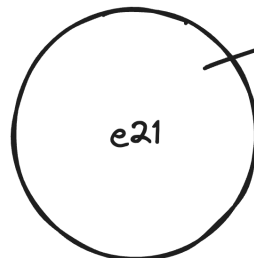


V1 (ПРОЦЕНТ)



F1 (Доля времени)

E2 (ПРОЕКТ)



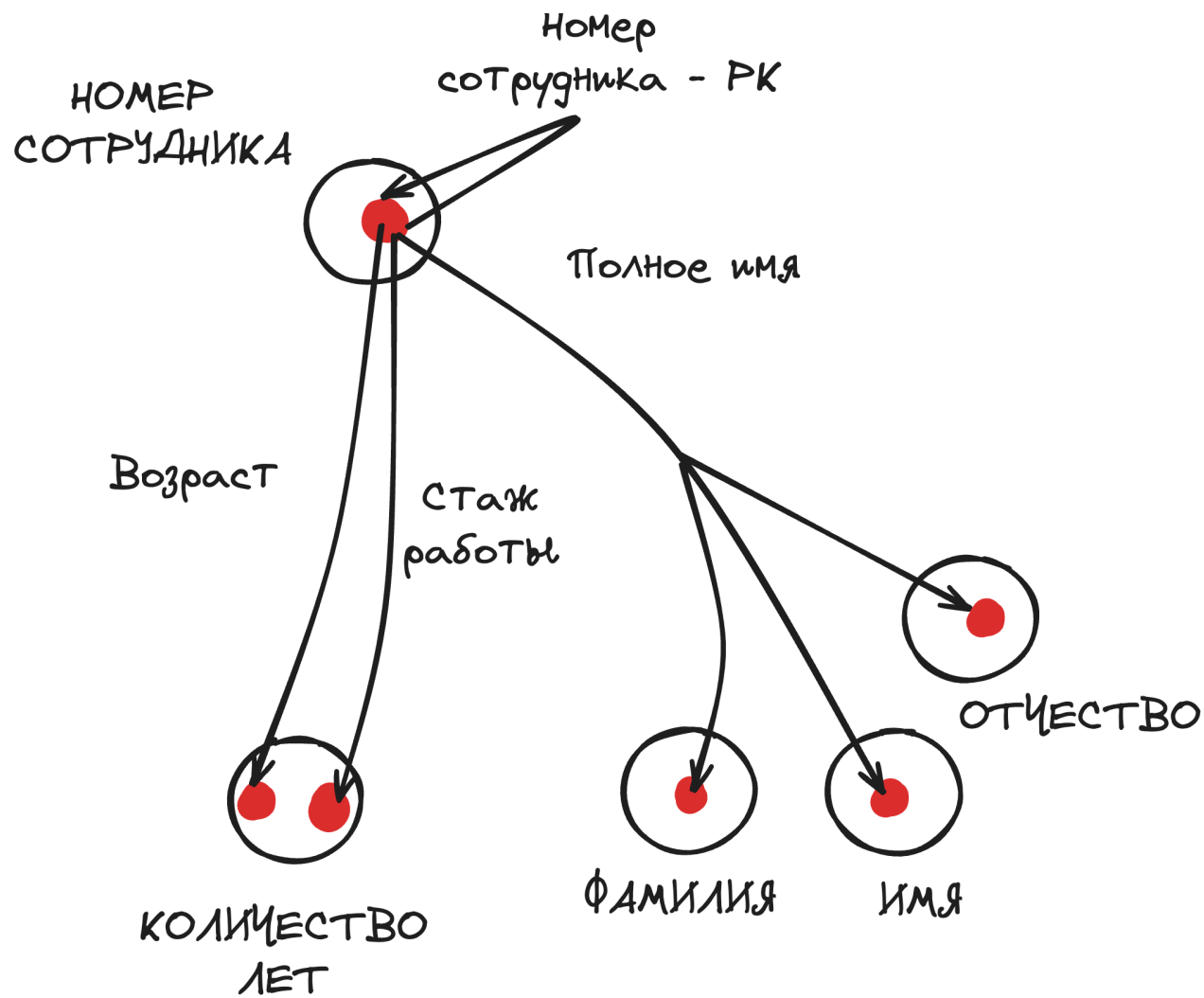
# Представление сущности

Идентификация каждого экземпляра сущности: первичный ключ сущности

Первичный ключ — это атрибут (или набор атрибутов), который однозначно идентифицирует каждую строку таблицы.



# Представление сущности



# Представление сущности

	РК					
Атрибуты	Номер сотруд- ика	Полное имя			Возраст	Стаж работы
Множест- ва значений	НОМЕР СОТРУД- НИКА	ФАМИЛИЯ	ИМЯ	ОТЧЕСТВО	КОЛИЧЕ- СТВО ЛЕТ	КОЛИЧЕ- СТВО ЛЕТ
Объект 1	128	Иванов	Иван	Иванович	25	5
Объект 2	...	...	...	...	...	...



# Представление сущности

Первичный ключ связи - создается на основе первичных ключей сущностей, вовлеченных в эту связь.

	Первичный ключ связи		Атрибут связи
Вовлеченные в связь множества сущностей	СОТРУДНИК	ПРОЕКТ	
Роль	ИСПОЛНИТЕЛЬ	ПРОЕКТ	
Атрибуты сущности	Номер сотрудника	Номер проекта	Доля времени
Экземпляр связи 1	128	1	25
Экземпляр связи 2	...	...	...



## Виды ключей в связях

- Первичный ключ - это атрибут (или набор атрибутов), который однозначно идентифицирует каждую запись в таблице (РК)
- Внешний ключ - это атрибут (или набор атрибутов), который ссылается на первичный ключ другой таблицы и связывает записи между собой (FK)
- Альтернативный ключ — это атрибут (или набор атрибутов), который тоже однозначно идентифицирует запись, но не выбран в качестве первичного ключа (АК)

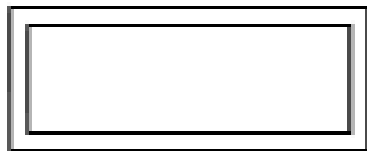
В реальных проектах чаще всего используют искусственный РК и несколько альтернативных ключей.



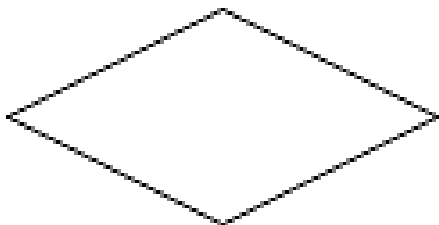
# Диаграмма сущность связь



Регулярное отношение сущности



Слабое отношение сущности



Связь

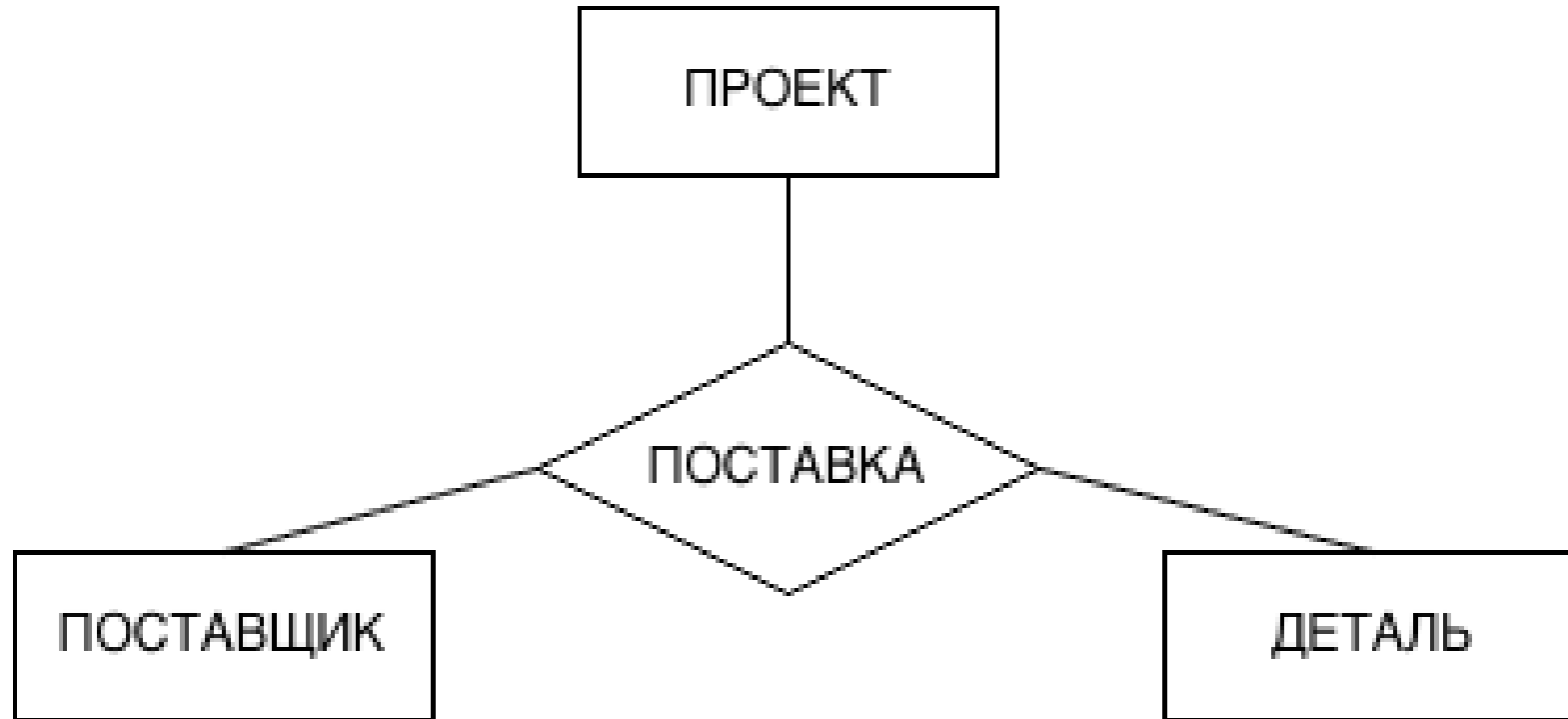


Атрибут



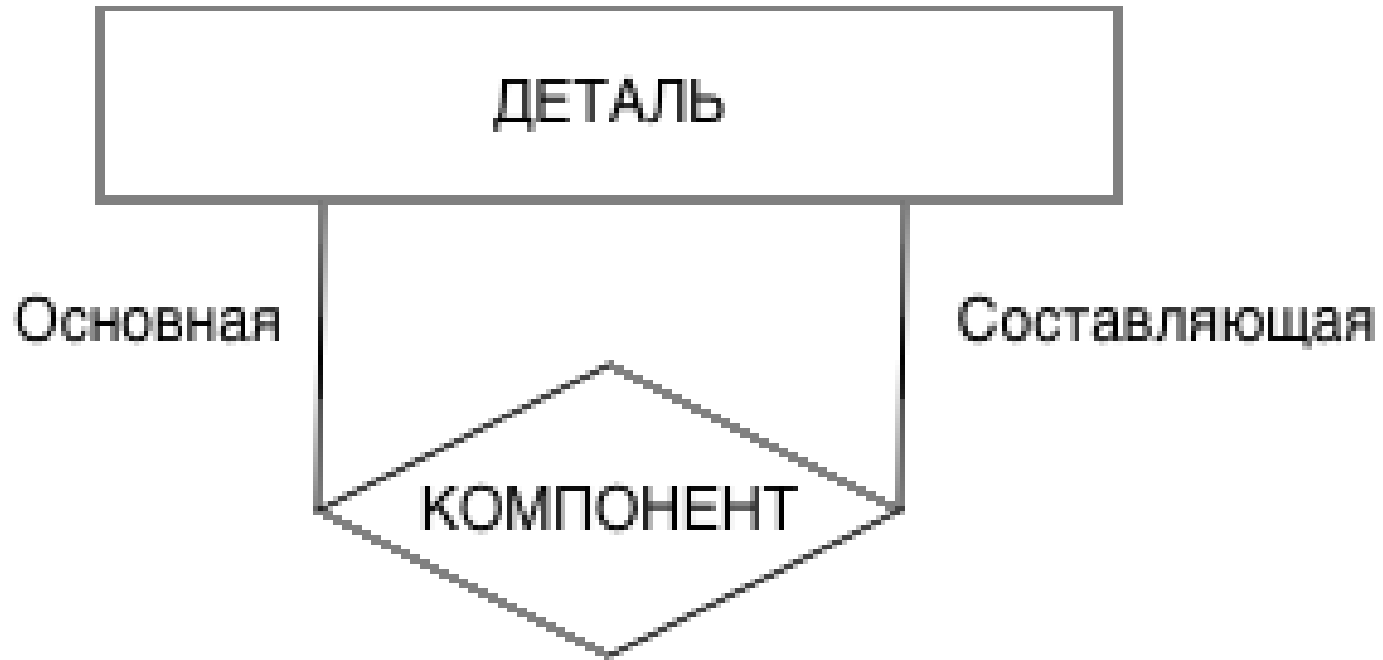
# Диаграмма сущность связь

Представление n-арных связей



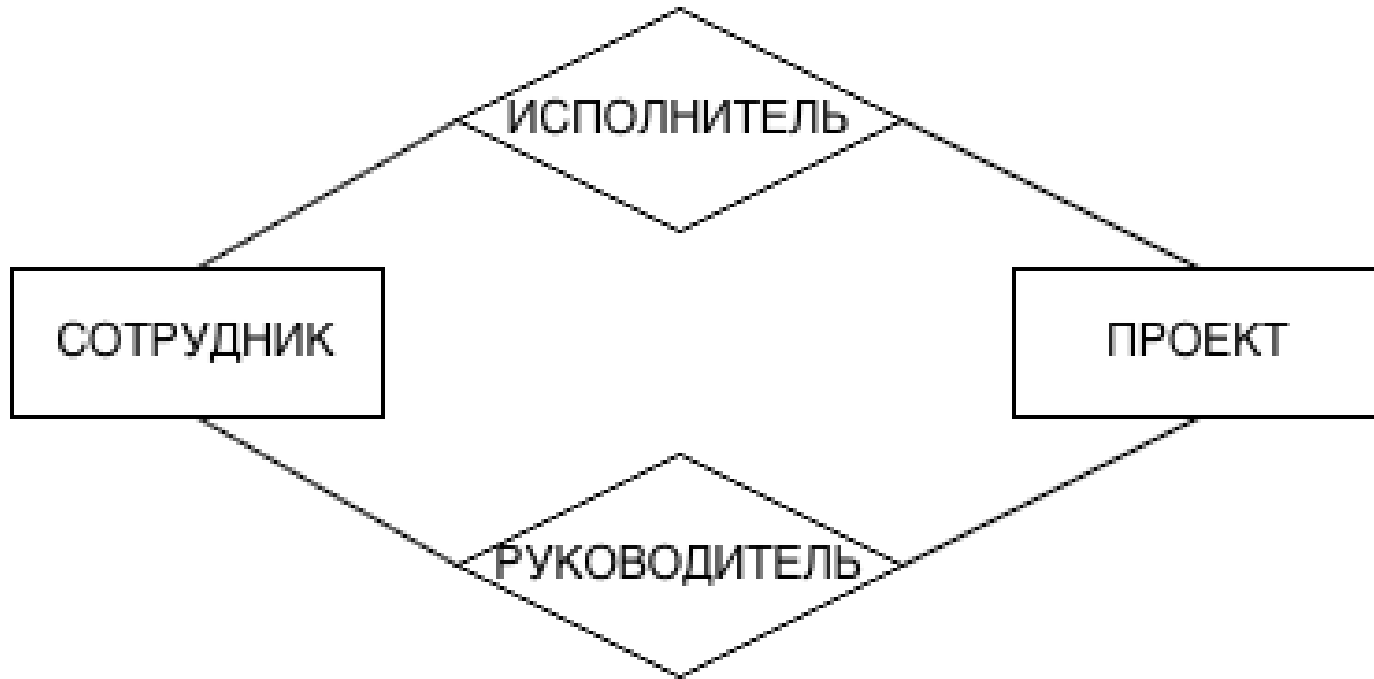
# Диаграмма сущность связь

Определение связей на одном множестве сущностей



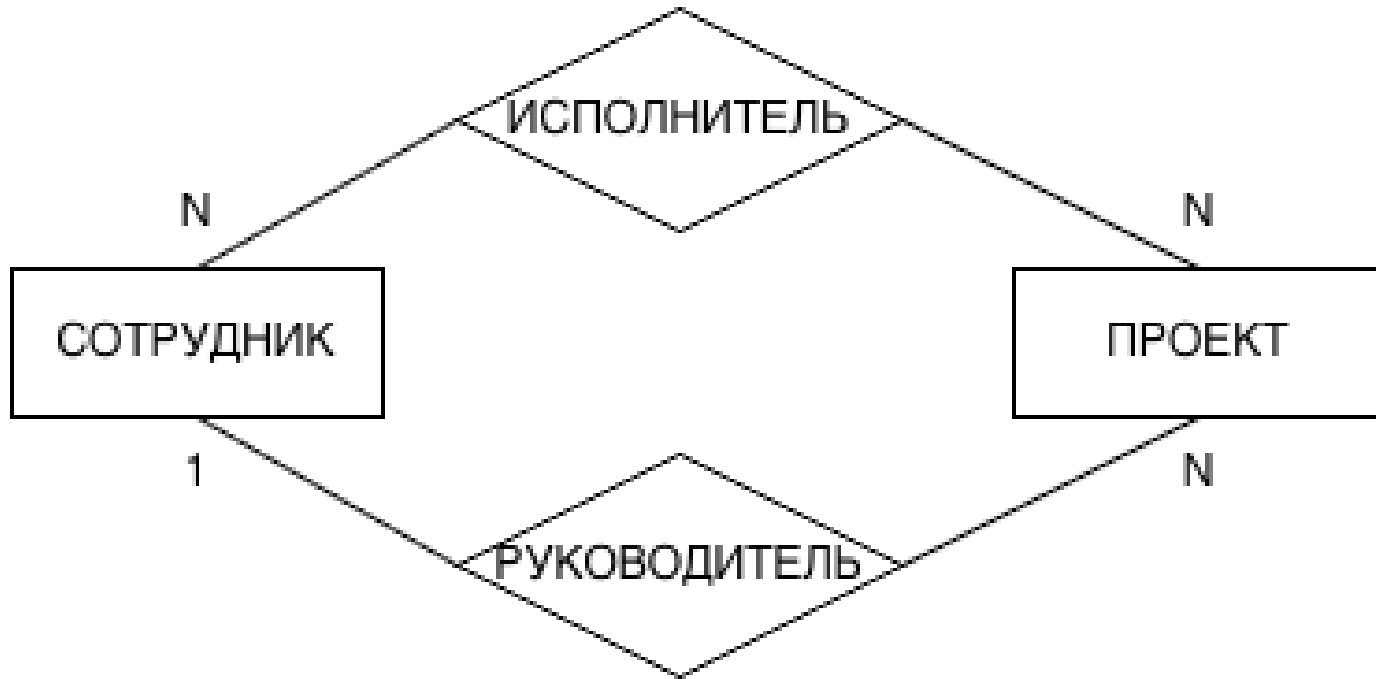
# Диаграмма сущность-связь

Несколько связей на одних и тех же множествах сущностей



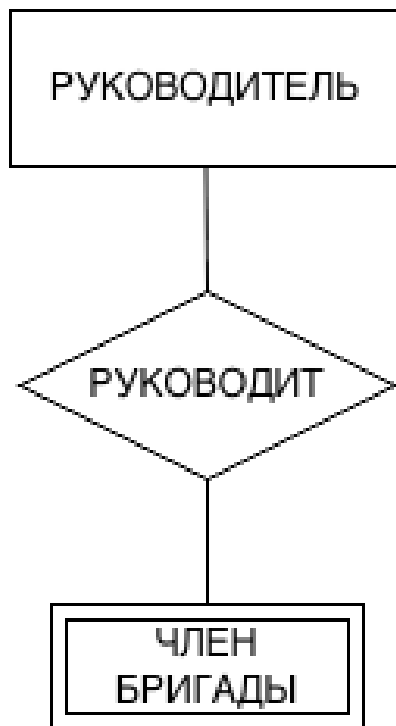
# Диаграмма сущность связь

Указание типов связей -  $1 : n$  и  $n : n$

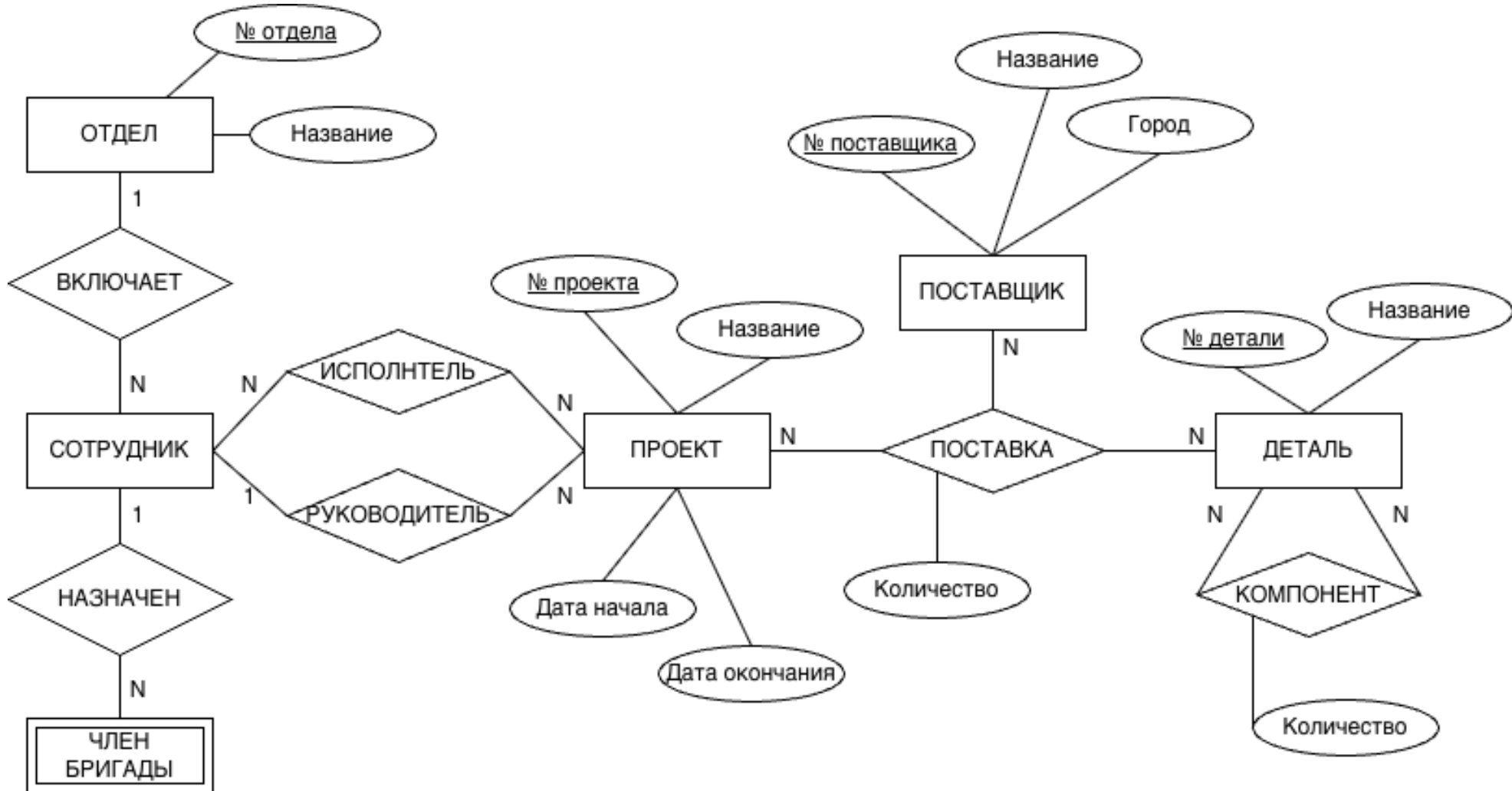


# Диаграмма сущность связь

Слабое отношение сущности



# Диаграмма сущность связь



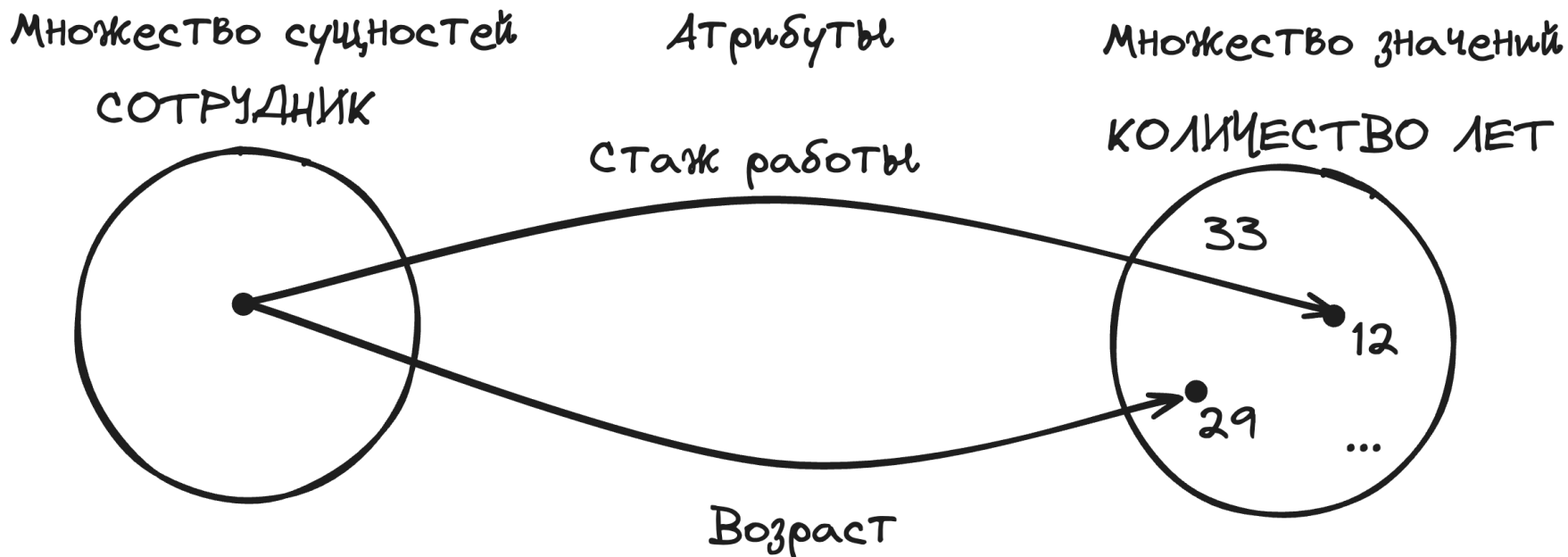
# Ограничения целостности

1 На допустимые значения в множестве значений



# Ограничения целостности

2 На разрешенные значения некоторых атрибутов

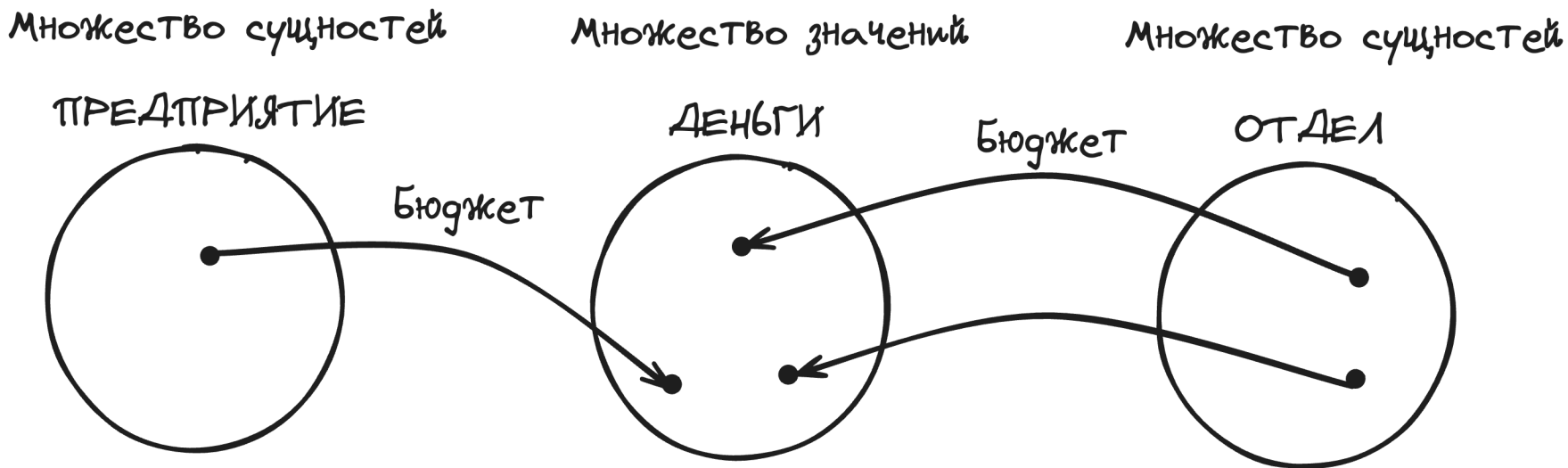


$\text{Возраст}(e) \geq 17$  И  $\text{Возраст}(e) \leq 70$  | для любого  $e \in \text{СОТРУДНИК}$



# Ограничения целостности

3 На существующие значения в базе данных



$\text{Бюджет}(e_1) \sum \text{Бюджет}(e_{2i}) \mid$  для любого  $e_1 \in \text{ПРЕДПРИЯТИЕ}$  И всех  $e_2 \in \text{ОТДЕЛ}$  ПРЕДПРИЯТИЯ  $e_1$

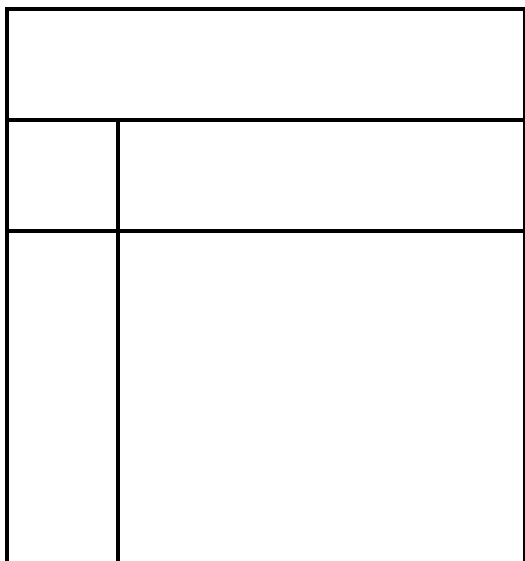


# Проектирование в соответствии с нотацией IDEF1x

Структурные компоненты

Сущность

Связь



# Сущность

- 1 Название сущности  
- существительное  
в единственном  
числе
- 2 Две области:  
первичного ключа  
и прочие атрибуты

Сотрудник / E1	
PK	<u>Табельный номер</u>
	Фамилия И.О.
AK1.1	Серия паспорта
AK1.2	Номер паспорта
AK2.1	ИНН
	Адрес
	Дата рождения



## Связь

- 1 Только бинарные связи
- 2 Название связи определяется глаголом или глагольной фразой
- 3 Именованная бинарная связь осуществляется для двух отображений: СОТРУДНИК, ОТДЕЛ (Отдел *состоит из* нуля или более сотрудников, Сотрудник *зачислен в* один отдел)

Имя связи: “**состоит из / зачислен в**”

- 4 Тип связи определяется кардинальными числами двух отображений



