

# Реляционная модель данных



- Элементы теории множеств
- Определения РМД
- Основные операции над отношениями  
(реляционная алгебра)

# Элементы теории множеств



- Понятие множества является неопределяемым понятием.
- Множество не обладает внутренней структурой.
- Множество можно представить себе как совокупность элементов, обладающих некоторым общим свойством.

# Операции над множествами



- Основными операциями над множествами являются
- ***объединение,***
- ***пересечение***
- ***разность.***



# Объединение

- **Определение 1. Объединением двух множеств называется новое множество**



$$A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ или } x \in B\}$$



# Пересечением

- *Определение 2. Пересечение двух множеств называется новое множество*

$$A \cap B = \{x \mid x \in A \text{ и } x \in B\}$$



# Разность

- **Определение 3. Разностью двух множеств называется новое множество**

$$A \setminus B = \{x \mid x \in A \text{ и } x \notin B\}$$

# Декартово произведение множеств



Пусть  $A$  и  $B$  - множества. Выражение вида  $(a, b)$ , где  $a \in A$  и  $b \in B$ , называется **упорядоченной парой**. Равенство вида  $(a, b) = (c, d)$  означает, что  $a = c$  и  $b = d$ . В общем случае, можно рассматривать **упорядоченную  $n$ -ку**  $(a_1, a_2, \dots, a_n)$  из элементов  $a_1 \in A_1, \dots, a_n \in A_n$ . Упорядоченные  $n$ -ки иначе называют **наборы** или **кортежи**.

**Определение 4.** **Декартовым (прямым) произведением множеств  $A_1, A_2, \dots, A_n$**  называется множество упорядоченных  $n$ -ок (наборов, кортежей) вида

$$A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n = \{(a_1, a_2, \dots, a_n) \mid a_i \in A_i\}$$



# Отношение

- *Определение* 6. Подмножество декартового произведения множеств

$$A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$$

- называется ***отношением степени  $n$  ( $n$ -арным отношением)***.

R



# Реляционная алгебра

---



# Типы данных, используемые в реляционной модели



- Для реляционной модели данных тип используемых данных не важен.
- Требование, чтобы тип данных был *простым*, нужно понимать так, что в реляционных операциях не должна учитываться внутренняя структура данных.

# Домен



Домен можно рассматривать как подмножество значений некоторого типа данных имеющих определенный смысл.

Домен характеризуется следующими свойствами:

- Домен имеет *уникальное имя* (в пределах базы данных).
- Домен определен на некотором *простом* типе данных или на другом домене.
- Домен может иметь некоторое *логическое условие*, позволяющее описать подмножество данных, допустимых для данного домена.
- Домен несет определенную *смысловую нагрузку*.

# Отношение



- **Определение 1. Атрибут отношения есть пара вида**  
***<Имя\_атрибута : Имя\_домена>*.**
- **Имена атрибутов должны быть уникальны в пределах отношения. Часто имена атрибутов отношения совпадают с именами соответствующих доменов.**
- **Определение 2. Отношение** , определенное на множестве доменов (не обязательно различных), содержит две части: заголовок и тело.

**Заголовок отношения** содержит фиксированное количество атрибутов отношения:

$$\langle A_1 : D_1 \rangle, \langle A_2 : D_2 \rangle, \dots, \langle A_n : D_n \rangle$$

**Тело отношения** содержит множество кортежей отношения. Каждый **кортеж отношения** представляет собой множество пар вида  $\langle \text{Имя\_атрибута} : \text{Значение\_атрибута} \rangle$ :

$$\langle A_1 : Val_1 \rangle, \langle A_2 : Val_2 \rangle, \dots, \langle A_n : Val_n \rangle$$

таких что значение  $Val_i$  атрибута  $A_i$  принадлежит домену  $D_i$

Отношение обычно записывается в виде:

$$R(\langle A_1 : D_1 \rangle, \langle A_2 : D_2 \rangle, \dots, \langle A_n : D_n \rangle),$$

# Пример



- Сотрудники (Номер\_сотрудника, Фамилия, Зарплата, Номер\_отдела)

Номер_сотрудника	Фамилия	Зарплата	Номер_отдела
1	Иванов	1000	1
2	Петров	2000	2
3	Сидоров	3000	1

# Отношения, совместимые по типу



- *Определение* Будем называть отношения **совместимыми по типу**, если они имеют идентичные заголовки, а именно,
- Отношения имеют **одно и то же множество имен атрибутов**, т.е. для любого атрибута в одном отношении найдется атрибут с таким же наименованием в другом отношении,
- Атрибуты с одинаковыми именами **определены на одних и тех же доменах**.

# Теоретико-множественные операторы



- Объединение
- Пересечение
- Вычитание
- Декартово произведение





# Объединение

- **Определение 2. Объединением двух совместимых по типу отношений  $A$  и  $B$  называется отношение с тем же заголовком, что и у отношений  $A$  и  $B$ , и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих или  $A$ , или  $B$ , или обоим отношениям.**
- **Синтаксис операции объединения:**
- **$A \text{ UNION } B$**

# Пример



- Пусть даны два отношения А и В с информацией о сотрудниках:

<b>N</b>	<b>Фамилия</b>	<b>Зарплата</b>
<i>1</i>	Иванов	1000
<i>2</i>	Петров	2000
<i>3</i>	Сидоров	3000

<b>N</b>	<b>Фамилия</b>	<b>Зарплата</b>
<i>1</i>	Иванов	1000
<i>2</i>	Пушников	2500
<i>4</i>	Сидоров	3000

# A UNION B



<b>Табельный номер</b>	<b>Фамилия</b>	<b>Зарплата</b>
1	Иванов	1000
2	Петров	2000
3	Сидоров	3000
2	Пушников	2500
4	Сидоров	3000



# Пересечение

- *Определение* **Пересечением** двух совместимых по типу отношений **A** и **B** называется отношение с тем же заголовком, что и у отношений **A** и **B**, и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих одновременно обоим отношениям **A** и **B**.
- **A INTERSECT B**

# Пример



- Для тех же отношений  $A$  и  $B$ , что и в предыдущем примере пересечение имеет вид:

<b>Табельный номер</b>	<b>Фамилия</b>	<b>Зарплата</b>
1	Иванов	1000



# Вычитание

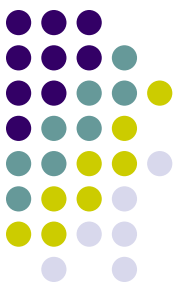
- *Определение 4.* **Вычитанием** двух совместимых по типу отношений  $A$  и  $B$  называется отношение с тем же заголовком, что и у отношений  $A$  и  $B$ , и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих отношению  $A$  и не принадлежащих отношению  $B$ .
- **$A \text{ MINUS } B$**

# Пример



- Для тех же отношений  $A$  и  $B$ , что и в предыдущем примере вычитание имеет вид:

<i>Табельный номер</i>	<b>Фамилия</b>	<b>Зарплата</b>
2	Петров	2000
3	Сидоров	3000



# Декартово произведение

*Определение 5. Декартовым произведением* двух отношений  $A(A_1, A_2, \dots, A_n)$  и  $B(B_1, B_2, \dots, B_m)$  называется отношение, заголовок которого является *сцеплением заголовков* отношений  $A$  и  $B$ :

$$(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m),$$

а тело состоит из кортежей, являющихся *сцеплением кортежей* отношений  $A$  и  $B$ :

$$(a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m),$$



# Пример



<i>Номер детали</i>	<b>Наименование детали</b>
<i>1</i>	<b>Болт</b>
<i>2</i>	<b>Гайка</b>
<i>3</i>	<b>Винт</b>

<i>Номер поставщика</i>	<b>Наименование поставщика</b>
<i>1</i>	<b>Иванов</b>
<i>2</i>	<b>Петров</b>
<i>3</i>	<b>Сидоров</b>

# Декартово произведение отношений



Номер поставщика	Наименование поставщика	Номер детали	Наименование детали
1	Иванов	1	Болт
1	Иванов	2	Гайка
1	Иванов	3	Винт
2	Петров	1	Болт
2	Петров	2	Гайка
2	Петров	3	Винт
3	Сидоров	1	Болт
3	Сидоров	2	Гайка
3	Сидоров	3	Винт

# Специальные реляционные операторы



- Выборка
- Проекция
- Соединение
- Деление

# Выборка (ограничение, селекция)



- **Определение.** *Выборкой (ограничением, селекцией)* на отношении  $A$  с условием  $c$  называется отношение с тем же заголовком, что и у отношения  $A$ , и телом, состоящем из кортежей, значения атрибутов которых при подстановке в условие  $c$  дают значение ИСТИНА.
- $c$  представляет собой логическое выражение, в которое могут входить атрибуты отношения и (или) скалярные выражения.
- $A$  where  $c$

# Пример



<i>Табельный номер</i>	<b>Фамилия</b>	<b>Зарплата</b>
<i>1</i>	Иванов	1000
<i>2</i>	Петров	2000
<i>3</i>	Сидоров	3000

Результат выборки А WHERE зарплата < 3000 будет иметь вид:

<i>Табельный номер</i>	<b>Фамилия</b>	<b>Зарплата</b>
<i>1</i>	Иванов	1000
<i>2</i>	Петров	2000



# Проекция

- **Определение 7. Проекцией отношения  $A$  по атрибутам  $(X, Y, \dots, Z)$ , где каждый из атрибутов принадлежит отношению  $A$ , называется отношение с заголовком и телом, содержащим множество кортежей вида  $(x, y, \dots, z)$ , таких, для которых в отношении  $A$  найдутся кортежи со значением атрибута  $X$  равным  $x$ , значением атрибута  $Y$  равным  $y$ , ..., значением атрибута  $Z$  равным  $z$ .**
- $A[X, y \dots Z]$

# Пример



<i>Номер</i>	<b>Наименование</b>	<b>Город</b>
<i>1</i>	Иванов	Уфа
<i>2</i>	Петров	Москва
<i>3</i>	Сидоров	Москва
<i>4</i>	Сидоров	Челябинск

**Отношение**  
**A[Город поставщика]**

<b>Город поставщика</b>
Уфа
Москва
Челябинск

# Соединение



- Общая операция соединения
- тэта-соединение
- Экви-соединение
- Естественное соединение



# Общая операция соединения



- **Определение. Соединением отношений  $A$  и  $B$  по условию  $c$  называется отношение  $(A \text{ TIMES } B) \text{ Where } c$**
- **$c$  представляет собой логическое выражение, в которое могут входить атрибуты отношений  $A$  и  $B$  и (или) скалярные выражения.**

# Тэта-соединение



- *Определение.* Пусть отношение  $A$  содержит атрибут  $X$ , отношение  $B$  содержит атрибут  $Y$ , а  $\theta$  - один из операторов сравнения (  $=$  и т.д.). Тогда **соединением** отношения  $A$  по атрибуту  $X$  с отношением  $B$  по атрибуту  $Y$  называют отношение  
 **$(A \text{ TIMES } B) \text{ WHERE } X \theta Y$**

# ЭКВИ-СОЕДИНЕНИЕ



- Наиболее важным частным случаем  $\theta$  - соединения является случай, когда есть просто равенство.
- $A[X=Y]B$

# Пример



<i>Номер детали DNUM</i>	<i>Наименование детали DNAME</i>
<i>1</i>	Болт
<i>2</i>	Гайка
<i>3</i>	Винт

<i>Номер постав щика PNUM</i>	<i>Наименование поставщика PNAME</i>
<i>1</i>	Иванов
<i>2</i>	Петров
<i>3</i>	Сидоров

# PD



<i>Номер поставщика PNUM</i>	<i>Номер детали DNUM</i>	<b>Поставляемое количество VOLUME</b>
<i>1</i>	<i>1</i>	100
<i>1</i>	<i>2</i>	200
<i>1</i>	<i>3</i>	300
<i>2</i>	<i>1</i>	150
<i>2</i>	<i>2</i>	250
<i>3</i>	<i>1</i>	1000

# P[PNUM=PNUM]PD



<b>Номер поставщика PNUM1</b>	<b>Наименование поставщика PNAME</b>	<b>Номер поставщика PNUM2</b>	<b>Номер детали DNUM</b>	<b>Поставляемое количество VOLUME</b>
1	Иванов	1	1	100
1	Иванов	1	2	200
1	Иванов	1	3	300
2	Петров	2	1	150
2	Петров	2	2	250
3	Сидоров	3	1	1000

# Естественное соединение A JOIN B



*Определение 10.* Пусть даны отношения  $A(A_1, A_2, \dots, A_n, X_1, X_2, \dots, X_p)$  и  $B(X_1, X_2, \dots, X_p, B_1, B_2, \dots, B_m)$ , имеющие одинаковые атрибуты  $X_1, X_2, \dots, X_p$  (т.е. атрибуты с одинаковыми именами и определенные на одинаковых доменах).

Тогда *естественным соединением* отношений  $A$  и  $B$  называется отношение с заголовком  $(A_1, A_2, \dots, A_n, X_1, X_2, \dots, X_p, B_1, B_2, \dots, B_m)$  и телом, содержащим множество кортежей  $(a_1, a_2, \dots, a_n, x_1, x_2, \dots, x_p, b_1, b_2, \dots, b_m)$ , таких, что  $(a_1, a_2, \dots, a_n, x_1, x_2, \dots, x_p) \in A$  и  $(x_1, x_2, \dots, x_p, b_1, b_2, \dots, b_m) \in B$ .

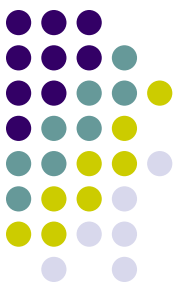
# P JOIN PD JOIN D



<b>PNUM</b>	<b>PNAME</b>	<b>DNUM</b>	<b>DNAME</b>	<b>VOLUME</b>
1	Иванов	1	Болт	100
1	Иванов	2	Гайка	200
1	Иванов	3	Винт	300
2	Петров	1	Болт	150
2	Петров	2	Гайка	250
3	Сидоров	1	Болт	1000



# Деление A DEVID BY A



*Определение 11.* Пусть даны отношения  $A(X_1, X_2, \dots, X_n, Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$  и  $B(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)$ , причем атрибуты  $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$  - общие для двух отношений. **Делением отношений**  $A$  на  $B$  называется отношение с заголовком  $(X_1, X_2, \dots, X_n)$  и телом, содержащим множество кортежей  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , таких, что для *всех* кортежей  $(y_1, y_2, \dots, y_m) \in B$  в отношении  $A$  найдется кортеж  $(x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_m)$ .

Отношение  $A$  выступает в роли **делимого**, отношение  $B$  выступает в роли **делителя**. Деление отношений аналогично делению чисел с остатком.

# Пример



Проекция $Y=D[DNUM]$	
<b>DNUM</b>	
	1
	2
	3

$X=PD[PNUM, DNUM]$	
<b>PNUM</b>	<b>DNUM</b>
1	1
1	2
1	3
2	1
2	2
3	1

# X DEVIDEBY Y



<b>Номер поставщика PNUM</b>
1



# Примеры

- Получить имена поставщиков, поставляющих деталь номер 2.

```
((DP JOIN P) WHERE DNUM = 2)[ PNAME ]
```

Получить имена поставщиков, поставляющих по крайней мере одну гайку.

```
(( (D WHERE DNAME = Гайка) JOIN DP) JOIN P)[ PNAME ]
```



- Получить имена поставщиков, поставляющих все детали.

```
((DP[PNUM ,DNUM ] DEVIDE BY D[DNUM ]) JOIN P)[PNAME ]
```

- Получить имена поставщиков, не поставляющих деталь номер 2.

```
((P[PNUM] MINUS((P JOIN DP) WHERE DNUM = 2)[PNUM])  
JOIN P)[PNAME]
```

# Заключение

