

Реляционная модель данных



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

Элементы теории множеств

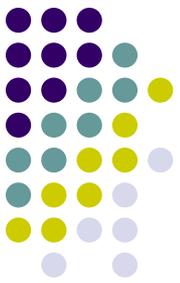


- Понятие множества является неопределяемым понятием.
- Множество не обладает внутренней структурой.
- Множество можно представить себе как совокупность элементов, обладающих некоторым общим свойством.

Операции над множествами



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

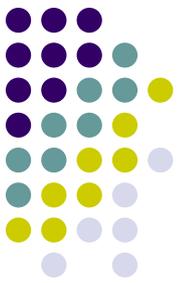


Объединение

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



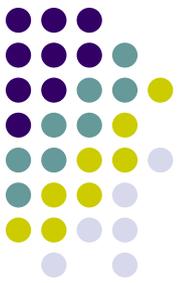
$$A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ или } x \in B\}$$



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**

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

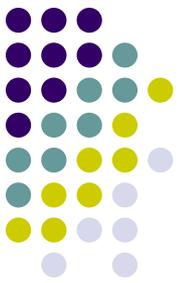
Декартово произведение множеств



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

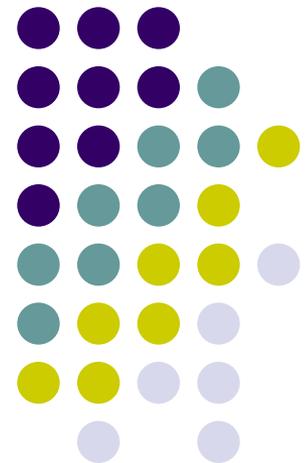
- *Определение* 6. Подмножество декартового произведения множеств

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

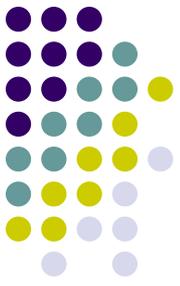
- называется ***отношением степени n (n -арным отношением)***.

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 $\langle \text{Имя_атрибута} : \text{Значение_атрибута} \rangle$:

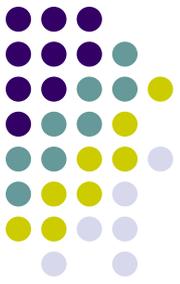
$$(\langle A_1 : Val_1 \rangle, \langle A_2 : Val_2 \rangle, \dots, \langle A_n : Val_n \rangle)$$

таких что значение Val_i атрибута A_i принадлежит домену D_i

Отношение обычно записывается в виде:

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

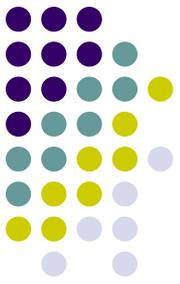
Пример



- 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

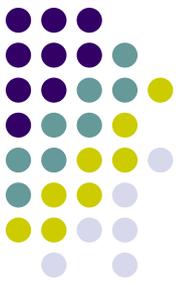


- **Определение** Будем называть отношения **совместимыми по типу**, если они имеют идентичные заголовки, а именно,
- Отношения имеют **одно и то же множество имен атрибутов**, т.е. для любого атрибута в одном отношении найдется атрибут с таким же наименованием в другом отношении,
- Атрибуты с одинаковыми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

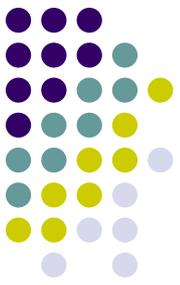
N	Фамилия	Зарплата
<i>1</i>	Иванов	1000
<i>2</i>	Петров	2000
<i>3</i>	Сидоров	3000

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

A UNION B



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



Пересечение

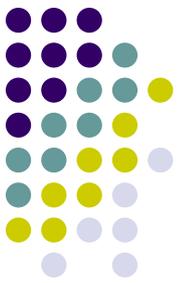
- *Определение* **Пересечением** двух совместимых по типу отношений **A** и **B** называется отношение с тем же заголовком, что и у отношений **A** и **B**, и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих одновременно обоим отношениям **A** и **B**.
- **A INTERSECT B**

Пример



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

Табельный номер	Фамилия	Зарплата
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>	Фамилия	Зарплата
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>	Наименование детали
<i>1</i>	Болт
<i>2</i>	Гайка
<i>3</i>	Винт

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

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

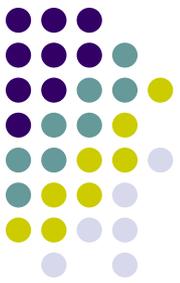
Пример



<i>Табельный номер</i>	Фамилия	Зарплата
<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>	Фамилия	Зарплата
<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>	Наименование	Город
<i>1</i>	Иванов	Уфа
<i>2</i>	Петров	Москва
<i>3</i>	Сидоров	Москва
<i>4</i>	Сидоров	Челябинск

Отношение
A[Город поставщика]

Город поставщика
Уфа
Москва
Челябинск

Соединение



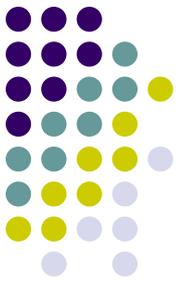
- Общая операция соединения
- тэта-соединение
- Экви-соединение
- Естественное соединение

Общая операция соединения



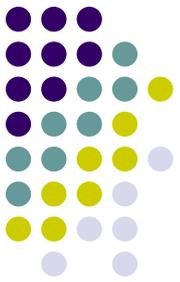
- **Определение. Соединением отношений A и B по условию c называется отношение $(A \text{ TIMES } B)$ Where c**
- **c представляет собой логическое выражение, в которое могут входить атрибуты отношений A и B и (или) скалярные выражения.**

Тэта-соединение



- *Определение.* Пусть отношение A содержит атрибут X , отношение B содержит атрибут Y , а θ - 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 θ - соединения является случай, когда θ есть просто равенство.
- $A[X=Y]B$

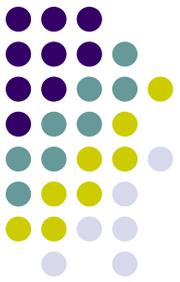
Пример



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

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

PD



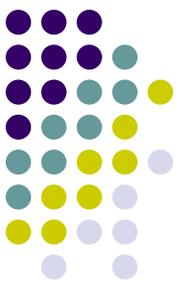
<i>Номер поставщика PNUM</i>	<i>Номер детали DNUM</i>	Поставляемое количество VOLUME
<i>1</i>	<i>1</i>	100
<i>1</i>	<i>2</i>	200
<i>1</i>	<i>3</i>	300
<i>2</i>	<i>1</i>	150
<i>2</i>	<i>2</i>	250
<i>3</i>	<i>1</i>	1000

P[PNUM=PNUM]PD



Номер поставщика PNUM1	Наименование поставщика PNAME	Номер поставщика PNUM2	Номер детали DNUM	Поставляемое количество VOLUME
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

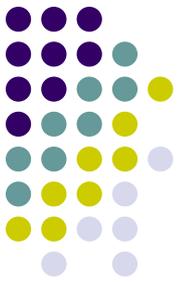
Естественное соединение A JOIN B



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).

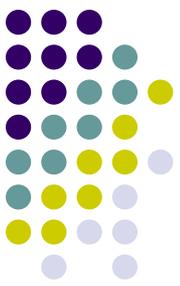
Тогда *естественным соединением* отношений A и B называется отношение с заголовком $(A_1, A_2, \dots, A_n, X_1, X_2, \dots, X_p, B_1, B_2, \dots, B_m)$ и телом, содержащим множество кортежей $(a_1, a_2, \dots, a_n, x_1, x_2, \dots, x_p, b_1, b_2, \dots, b_m)$, таких, что $(a_1, a_2, \dots, a_n, x_1,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

P JOIN PD JOIN D



PNUM	PNAME	DNUM	DNAME	VOLUME
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



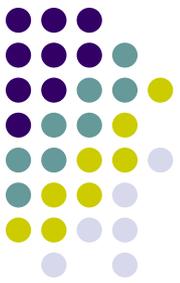
Проекция $Y=D[DNUM]$	
DNUM	
	1
	2
	3

$X=PD[PNUM, DNUM]$	
PNUM	DNUM
1	1
1	2
1	3
2	1
2	2
3	1

X DEVIDEBY Y



Номер поставщика PNUM
1



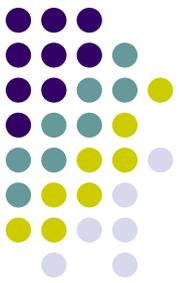
Примеры

- 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

