

# Реляционная алгебра

Базы данных

Виноградова М.В.

МГТУ им.Н.Э. Баумана

# Основные операции

- Объединение отношений
- Разность отношений
- Декартово произведение отношений
- Проекция отношения
- Селекция отношения

# Объединение отношений

- Объединение отношений  $R_1$  и  $R_2$  содержит все кортежи отношений  $R_1$  и  $R_2$
- Операция применяется только к отношениям одной и той же арности.

R1

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Саша	30	СПб
Нина	27	Сочи

R2

$$R = R_1 \cup R_2$$



ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Саша	30	СПб
Нина	27	Сочи
Коля	17	Уфа

# Разность отношений

- Разностью ( $R1 - R2$ ) называется множество кортежей, принадлежащих отношению  $R1$ , но не принадлежащих отношению  $R2$
- Операция применяется только к отношениям одной и той же арности.

R1

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Саша	30	СПб
Нина	27	Сочи

R2



$$R = R1 - R2$$

ФИО	Возраст	город
Коля	17	Уфа

# Декартово произведение отношений

- Декартово произведение отношений  $R1$  и  $R2$ :

$$R = R1 \times R2.$$

- Если отношение  $R1$  имеет арность  $k1$ , а отношение  $R2$  – арность  $k2$ , то декартовым произведением  $R1 \times R2$  отношений  $R1$  и  $R2$  называется множество кортежей арности  $(k1 + k2)$ , причем первые  $k1$  элементов образуют кортеж из отношений  $R1$ , а последние  $k2$  элементов образуют кортеж из отношения  $R2$ .

R1

Курс	Дисц.
1	ПКШ
2	БД

**R = R1 x R2**



ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа

R2

Курс	Дисц	ФИО	Возраст	город
1	ПКШ	Ваня	25	Москва
1	ПКШ	Коля	17	Уфа
2	БД	Ваня	25	Москва
2	БД	Коля	17	Уфа

# Проекция отношения

- Проекция отношения  $R1$  на компоненты  $i1, i2, \dots, ir$ :  
где  $i1, i2, \dots, ir$  – номера столбцов отношения  $R1$ .
- Операция проекции заключается в том, что из отношения  $R1$  выбираются указанные столбцы и компонуются в указанном порядке

$$R = \pi_{i1, i2, \dots, iN}(R1)$$

R1

Курс	Дисц.	ФИО	Возраст	город
1	ПКШ	Ваня	25	Москва
1	ПКШ	Коля	17	Уфа
2	БД	Зина	23	Москва
3	ПБД	Лена	20	Москва



ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа
Зина	23	Москва
Лена	20	Москва

$$R = \pi_{\text{ФИО}, \text{Возраст}, \text{Город}}(R1)$$

# Селекция отношения

- Селекция отношения  $R1$  по формуле  $F$

где  $F$  – формула, образованная:

- – операндами, являющимися номерами столбцов;
- – логическими операторами (**and, и**), (**or, или**), (**not, не**);
- – арифметическими операторами сравнения  
 $=, \neq, >, \geq, <, \leq$ ;
- В формуле могут использоваться скобки.

$$R = \sigma_F(R1)$$

R1

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа
Зина	23	Москва
Лена	20	Москва



ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа

$$R = \sigma_{(Возраст \geq 25) \text{ ИЛИ } (Город = Уфа)}(R1)$$

# Дополнительные операции

Следующие операции реляционной алгебры могут быть получены с помощью основных, но они имеют самостоятельное значение:

- Пересечение отношений
- Соединение отношений
- Естественное соединение отношений



# Пересечение отношений

- Пересечение отношений  $R1$  и  $R2$  содержит только те кортежи отношений  $R1$  и  $R2$ , которые находятся в обоих отношениях
- Операция применяется только к отношениям одной и той же арности.
- М.б. Получено как  $R = R1 - (R1 - R2)$

R1

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Саша	30	СПб
Нина	27	Сочи

R2

$$R = R1 \cap R2$$

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва

# Соединение отношений

- Соединение отношений  $R1$  и  $R2$  может трактоваться как выполнение декартова произведения отношений с последующей селекцией по условию  $F$
- $i0$  – арифметический оператор сравнения;  $n$  – арность отношения  $R1$ ;  $j$  – арность отношения  $R2$ .

R1

Курс	Дисц.
1	ПКШ
2	БД

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа



$$R = R_1 \underset{F}{\bowtie} R_2 = \sigma_{i_0(n+1)}(R_1 \times R_2),$$

Курс	Дисц	ФИО	Возраст	город
1	ПКШ	Ваня	25	Москва
2	БД	Ваня	25	Москва

$$R = R_1 \underset{\text{Возраст} \geq 25}{\triangleright \triangleleft} R_2$$

R2

# Пояснение соединения отношений

R1

Курс	Дисц.
1	ПКШ
2	БД



Курс	Дисц	ФИО	Возраст	город
1	ПКШ	Ваня	25	Москва
1	ПКШ	Коля	17	Уфа
2	БД	Ваня	25	Москва
2	БД	Коля	17	Уфа

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа



R2

Курс	Дисц	ФИО	Возраст	город
1	ПКШ	Ваня	25	Москва
2	БД	Ваня	25	Москва

$$R = R1 \xrightarrow[\text{Возраст} \geq 25]{\triangleright \triangleleft} R2$$

# Естественное соединение отношений

- Естественное соединение отношений  $R_1$  и  $R_2$  применяется только тогда, когда столбцы отношений  $R_1$  и  $R_2$  имеют имена.
- Пусть имена  $A_1, A_2, \dots, A_k$  у обоих отношений совпадают, а остальные различаются :
- $R_1.A_1$  – имя столбца итогового отношения, соответствующего столбцу  $A_1$  в отношении  $R_1$ ;
- $R_2.A_1$  – имя столбца итогового отношения, соответствующего столбцу  $A_2$ , в отношении  $R_2$ .

$$R_1(A_1, A_2, \dots, A_k, B_1, B_2, \dots, B_n),$$
$$R_2(A_1, A_2, \dots, A_k, C_1, C_2, \dots, C_m),$$

$$R = R_1 \otimes R_2 = \Pi_{B_1, B_2, \dots, B_n, A_1, A_2, \dots, A_k, C_1, C_2, \dots, C_m} (\sigma_{R_1.A_1=R_2.A_1 \wedge \dots \wedge R_1.A_k=R_2.A_k} (R_1 \times R_2)),$$

# Пример естественного соединения

ФИО	Дисц.
Ваня	ПКШ
Саша	БД



ФИО	Дисц.	ФИО	Возраст	город
Ваня	ПКШ	Ваня	25	Москва
Ваня	ПКШ	Коля	17	Уфа
Саша	БД	Ваня	25	Москва
Саша	БД	Коля	17	Уфа

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа



ФИО	Дисц.	ФИО	Возраст	город
Ваня	ПКШ	Ваня	25	Москва



ФИО	Дисц	Возраст	Город
Ваня	ПКШ	25	Москва

$$R = R1 \otimes R2$$

# Ограничение РА

- конечность отношений делает недопустимой в реляционной алгебре операцию дополнения,
- поскольку отношение дополнения является бесконечным
- (это бесконечное множество всех кортежей, не принадлежащих  $R$ )

# Вспомогательные операции

- Переименование  
Атрибутов  $R = \rho_{S(A,B)}(R1)$
- Удаление  
Дубликатов  $R = \delta(R1)$
- Агрегирование  $\min(R1), \max(R1), \text{count}(A),$   
 $\text{avg}(B), \text{sum}(C)$
- Группирование  $R = \gamma(R1)$
- Сортировка  $R = \tau(R1)$

# Пример операций группировки

$$R = \gamma_{\text{Город}, \min(\text{Возраст}) \rightarrow \text{МинВоз}}(R1)$$

R1

ФИО	Возраст	город
Ваня	25	Москва
Коля	17	Уфа
Зина	23	Москва
Лена	20	Москва



МинВоз	Город
20	Москва
17	Уфа