

# Реляционная алгебра

**Реляционная алгебра** - теоретический язык операций, который на основе одного или нескольких отношений позволяет создавать другое отношение без изменения самих исходных отношений.

# Реляционная алгебра

## Теоретико-множественные операции реляционной алгебры:

- объединение (union)
- пересечение (intersection)
- разность (set difference)
- декартово произведение (cartesian product)

## Специальные реляционные операции:

- выборка (selection)
- проекция (projection)
- соединение (join)
- деление (division)

# Теоретико-множественные операции

## Операция объединения $R \cup S$

получается в результате конкатенации  $R$  и  $S$ , с образованием одного отношения с тем же заголовком, что и у отношений  $R$  и  $S$  и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих или  $R$ , или  $S$ , или обоим отношениям (с максимальным количеством кортежей), если кортежи-дубликаты исключены.

Синтаксис операции объединения:

**$R \text{ union } S$ .**

Синтаксис на языке SQL:

**(Select \* from  $R$ ) union (select \* from  $S$ )**

# Операция объединения

## Пример

Отношение **R** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

Отношение **S** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
18	Пушников	3,5
19	Сидоров	4,5

# Операция объединения

Объединение отношений **R** и **S**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5
18	Пушников	3,5

# Теоретико-множественные операции

## Операция пересечения $R \cap S$

определяет отношение, которое содержит кортежи, присутствующие как в отношении **R**, так и в отношении **S**.

Синтаксис операции пересечения:

**R intersect S**

Синтаксис на языке SQL:

**(Select \* from R) intersect (select \* from S)**

# Операция пересечения

## Пример

Отношение **R** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

Отношение **S** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
18	Пушников	3,5
20	Сидоров	4,5

# Операция пересечения

Отношение **R INTERSECT S**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5



# Теоретико-множественные операции

## Операция разности R-S

определяет отношение с тем же заголовком, что и у отношений **R** и **S**, и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих отношению **R** и не принадлежащих отношению **S**, таких, которые имеются в отношении **R**, но отсутствуют в отношении **S**.

Синтаксис операции разности:

**R minus S**

Синтаксис на языке SQL:

**(select \* from R) except (select \* from S)**

# Операция разности

## Пример

### Отношение **R**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

### Отношение **S**

Номер студент	Фамилия	Средний балл
17	Петров	4
18	Сидоров	4,5
20	Пушников	3,5

# Операция разности

Отношение **R MINUS S**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
19	Сидоров	4,5

# Теоретико-множественные операции

## Декартово произведение $R \times S$

определяет новое отношение, которое является результатом конкатенации

(т.е. сцепления) каждого кортежа из отношения  $R$  с каждым кортежем из отношения  $S$ .

Синтаксис операции декартового произведения:

**$R$  times  $S$**

Синтаксис на языке SQL :

**Select \* from  $R, S$**

# Декартово произведение

## Пример

Отношение **R** (Студенты)

Номер студента	Фамилия
6	Иванов
17	Петров
19	Сидоров

Отношение **S** (Предметы)

Код предмета	Название
101	Физика
102	Математика
103	Информатика

# Декартово произведение

Отношение **R** TIMES **S**

Номер студента	Фамилия	Код предмета	Название
6	Иванов	101	Физика
6	Иванов	102	Математика
6	Иванов	103	Информатика
17	Петров	101	Физика
17	Петров	102	Математика
17	Петров	103	Информатика
19	Сидоров	101	Физика
19	Сидоров	102	Математика
19	Сидоров	103	Информатика

# Специальные реляционные операции (унарные операции)

## Операция выборки:

Работает с одним отношением **R**.

Определяет результирующее отношение с тем же заголовком, что и отношение **R**, и телом, состоящим из кортежей, значения атрибутов которых при подстановке в условие (предикат) дают значение истина.

# Операция выборки

## Простейший случай:

$X \Theta Y$  - условие (предикат),

$\Theta$  – один из операторов сравнения ( $=$ ,  $\neq$ ,  $<$ ,  $>$  и т.д.),

$X$  и  $Y$  - атрибуты отношения  $R$  или скалярные значения.

Синтаксис операции выборки:

$R$  where  $\sigma$  , или  $R$  where  $(X \Theta Y)$

Синтаксис на языке SQL:

**select \* from  $R$  where  $(X \Theta Y)$**



# Операция выборки

## Пример

Отношение **R** (информация о студентах)

Номер студента	Фамилия	Средний балл
6	Иванов	5
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

Результат выборки **R where Средний балл < 5**

Номер студента	Фамилия	Средний балл
17	Петров	4
19	Сидоров	4,5

# Специальные реляционные операции (унарные операции)

## Операция проекции:

Работает с одним отношением **R**.

Определяет новое отношение с заголовком  $(X, \dots, Z)$ , содержащее вертикальное подмножество отношения **R**, создаваемое посредством извлечения значений указанных атрибутов из результата строк-дубликатов.

Синтаксис операции проекции:

**R [X, ..., Z]**

Синтаксис на языке SQL:

**Select X, Y, ..., Z from R**

# Операция проекции

## Пример

Отношение **R** (информация о преподавателях)

Табельный номер	Фамилия	Предмет
4587	Бондаренко	География
2136	Воронин	История
5496	Анисимова	История
5496	Анисимова	Философия

Проекция **R** [Предмет]

Предмет
География
История
Философия

# Специальные реляционные операции (унарные операции)

**Операция соединения** - комбинация декартового произведения и выборки, эквивалентна операции выборки из декартового произведения двух операндов отношений тех кортежей, которые удовлетворяют условию, указанному в предикате соединения в качестве формулы выборки.

**Соединением** отношений **R** и **S** по условию **F** называется отношение **(R times S) where F**

Синтаксис на языке SQL:

**Select R.\*, S.\* from R, S where f**

# Специальные реляционные операции (Операция соединения)

## Типы операций соединения:

- тета-соединение
- соединение по эквивалентности (частный случай тета-соединения)
- естественное соединение
- внешнее соединение
- полусоединение

# Операция соединения

**Тета-соединение** определяет отношение, которое содержит кортежи из декартового произведения отношений **R** и **S**, удовлетворяющие предикату **F**.

Предикат **F** имеет вид  $R.a_i \Theta S.b_i$ , где  $\Theta$  - один из операторов сравнения (<, <=, >, >=, = или !=).

$\Theta$ -соединением отношения **R** по атрибуту **X** с отношением **S** по атрибуту **Y** называют отношение **(R times S) where (X  $\Theta$  Y)**.

Синтаксис на языке SQL:

**Select \* from R, S where (R.X  $\theta$  S.Y)**

# Операция соединения

## Пример тета-соединения

В базе данных хранится информация о:

- преподавателях;
- предметах.

Примечание: преподаватели имеют право преподавать предметы, статус которых не выше статуса преподавателя.

### Отношение **R** (Преподаватели)

Табельный номер	Фамилия	X(Статус преподавателя)
4587	Бондаренко	4
2136	Воронин	1
5496	Анисимова	2

### Отношение **S** (Предметы)

Код предмета	Название	Y(Статус предмета)
101	История	3
102	География	2
103	Философия	1

# Операции соединения

Ответ на вопрос: "Какие преподаватели имеют право преподавать какие предметы?" дает  $\Theta$ -соединение  $R[X \geq Y]S$ :

Отношение "Какие преподаватели преподают какие предметы?"

Табельный номер	Фамилия	X(Статус преподавателя)	Код предмета	Название	Y(Статус предмета)
4587	Бондаренко	4	101	История	3
4587	Бондаренко	4	102	География	2
4587	Бондаренко	4	103	Философия	1
2136	Воронин	1	103	Философия	1
5496	Анисимова	2	102	География	2
5496	Анисимова	2	103	Философия	1



# Операции соединения

**Экви-соединение (соединение по эквивалентности)** - частный случай

**⋈**-соединения, когда **⋈** есть просто равенство (предикат **F** содержит только оператор равенства (=)).

Синтаксис экви-соединения:

**R[X=Y]S**

Синтаксис на языке SQL:

**select R.\*, S .\* from R, S where (R.X = S.Y)**

# Операции соединения

## Естественное соединение –

соединение по эквивалентности двух отношений **R** и **S**, выполненное по всем общим атрибутам, из результатов которого исключается по одному экземпляру каждого общего атрибута.

Синтаксис естественного соединения:

*R join S.*

**Естественное соединение** производится по всем одинаковым атрибутам.

# Операции соединения

## Пример естественного соединения

Упрощенная запись:

Ответ на вопрос "Какие предметы изучаются какими студентами?" в виде естественного соединения трех отношений **S join SP join P**:

### Отношение **S JOIN SP JOIN P**

Номер студента SNUM	Фамилия студента SNAME	Код предмета PCOD	Название предмета PNAME	Средний балл по предмету SRBALL
6	Иванов	101	Физика	4,5
6	Иванов	102	Математика	4
6	Иванов	103	Информатика	5
17	Петров	101	Физика	3,5
17	Петров	102	Математика	4
19	Сидоров	101	Физика	4,5

# Операция деления

Пусть:

- отношение  $R$  определено на множестве атрибутов  $A$ ;
- отношение  $S$  — на множестве атрибутов  $B$ ;
- $B \subseteq A$ ;
- $C = A - B$  ( $C$  является множеством атрибутов отношения  $R$ , которые не являются атрибутами отношения  $S$ ).

*Результат деления  $R \div S$  - набор кортежей отношения  $R$ , определенных на множестве атрибутов  $C$ , которые соответствуют комбинации всех кортежей отношения  $S$ .*

# Операция деления

## Пример

Отношение **R**

Номер группы	Количество студентов	ФИО куратора	Код предмета	Название предмета
ТМ-31	20	Иванов	01	Математика
ТМ-32	22	Петров	01	Математика
ТИ-31	13	Сидоров	01	Математика
ТМ-31	20	Иванов	02	Физика
ТМ-32	22	Петров	02	Физика

Отношение **S**

Код предмета	Название предмета
01	Математика
02	Физика

# Операция деления

Результат деления  $R \div S$

Номер группы	Количество студентов	ФИО куратора
ТМ-31	20	Иванов
ТМ-32	22	Петров