

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗ ДАННЫХ

ФИО преподавателя: Богомольная Г.В.

e-mail: [bogomolnaya@mirea.ru](mailto:bogomolnaya@mirea.ru)

[Online-edu.mirea.ru](http://Online-edu.mirea.ru)

[online.mirea.ru](http://online.mirea.ru)

# Тема

# КОНЦЕПЦИЯ БАЗ ДАННЫХ

# План лекции

- Реляционная модель данных
- Реляционная алгебра

# Реляционная модель данных

**Реляционная БД** - база данных, организованная в виде набора отношений ее компонентов.

**Реляционная БД** - связанная между собой совокупность таблиц, где:

- **таблица (отношение)** - совокупность строк и столбцов;
- **строки (кортежи/записи)** - экземпляры объекта, конкретное событие или явление;
- **столбцы (атрибуты / домены / поля)** - признаки, характеристики, параметры объекта, события, явления.

# Базовые понятия реляционной модели данных

	целое	строка		целое		Типы данных
	номер	ИМЯ	должность	деньги		Домены
	Табельный номер	Имя	Должность	Оклад	Премия	Атрибуты
Отношение	2934	Иванов	инженер	112	40	Кортежи
	2935	Петров	вед. инженер	144	50	
	2936	Сидоров	бухгалтер	92	35	

↑  
Ключ

# Реляционная модель данных

## Свойства реляционных

**таблиц:** элемент таблицы - один элемент данных;

- все столбцы в таблице однородные, т.е. все элементы в столбце имеют одинаковый тип (числовой, символьный и т.д.) и длину;
- каждый столбец имеет уникальное имя;
- одинаковые строки в таблице отсутствуют;
- порядок следования строк и столбцов может быть произвольным.

№ пропуска	ФИО	Должность	Отдел	Год рожд.
111222	Иванов И.И.	нач. отдела	122	1973
333444	Петров П.П.	диспетчер	122	1986
234567	Сидоров С.С.	наладчик	118	1991
101010	Петраков А.И.	кладовщик	118	1990
202020	Мамукин М.М.	инженер	196	1988

# Реляционная модель данных

## Пример реляционной таблицы

№ пропуска	ФИО	Должность	Отдел	Год рождения
111222	Иванов И.И.	нач. отдела	12	1973
333444	Петров П.П.	диспетчер	12	1986
234567	Сидоров С.С.	инженер	11	1991
101010	Петраков А.И.	инженер	11	1990
202020	Мамукин М.М.	наладчик	19	1988

**Первичный ключ** - поле или набор полей, однозначно идентифицирующий запись.

**Первичный ключ** – уникален и минимально достаточен.

## Таблица после введения

Код	№ пропуска	ФИО	Должность	Отдел	Год рождения
		<b>уникального поля</b>			

# Реляционная модель данных

## ***Разновидности связей между таблицами БД***

*Отношение «один-ко-многим» - одной записи родительской таблицы может соответствовать несколько записей в дочерней таблице.*

Таблица "Товары"

Товар	Ед. изм.	Цена ед.
Сахар	кг	20
Макароны	кг	15
Куры	кг	70
Фанта	бут.1 л	30

Таблица "Отпуск товаров"

Товар	Дата	Кол-во, ед.
Сахар	10.01.20	100
Сахар	12.01.20	200
Сахар	14.01.20	50
Макароны	10.01.20	1000
Макароны	11.01.20	500
Фанта	10.01.20	2000
Фанта	12.01.20	3000



# Реляционная модель данных

## *Разновидности связей между таблицами БД*

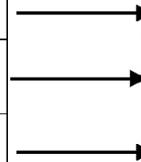
Отношение «один-к-одному» - одной записи родительской таблицы соответствует одна запись в дочерней таблице.

"Сотрудники"

№ сотрудника	ФИО	Должность	Отдел
1	Иванов И.И.	инженер	10
2	Петров П.П.	бухгалтер	20
3	Васин В.В.	прораб	10
...	.....	....	....

"Информация о сотрудниках"

№ сотрудника	Год рожд.	Число детей	...
1	1984	3	....
2	1986	1	....
3	1973	2	....
.....	.....	.....	....



# Реляционная модель данных

## Разновидности связей между таблицами БД

Отношение «многие-ко-многим»:

- записи в родительской таблице может соответствовать больше одной записи в дочерней таблице;
- записи в дочерней таблице может соответствовать больше одной записи в родительской таблице.

«Учебные группы и дисциплины»

«Преподаватели»

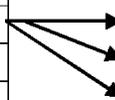
Группа	Предмет	№ преподавателя	№ преподавателя	ФИО преподавателя	Кафедра
ИВБО-01	Математика	10	10	Краснов Ю.Б.	ТИ-1
ИАБО-01	Математика	12	12	Володин В.Н.	ПИ-1
ИВБО-01	Теория систем	10	62	Булгаков В.М.	РИО
ИАБО-04	Философия	62	78	Иванов Л.С.	ТИ-1
ИАБО-08	Социология	62	85	Петров П.П.	ЭИ-1
....	.....	.....	....	.....	....

# Реляционная модель данных

**Внешний ключ** - поля связи дочерней таблицы.

**Внешний ключ** по составу полей должен совпадать с первичным ключом или с частью первичного ключа родительской таблицы.

РК Таблица "Товары"				FK Таблица "Отпуск товаров"		
Код товара	Товар	Ед. изм.	Цена ед.	Код товара	Дата	Кол-во, ед.
1	Сахар	кг	20	1	10.01.20	100
2	Макароны	кг	15	1	12.01.20	200
3	Куры	кг	70	1	14.01.20	50
4	Фанта	бут. 1 л	2	2	10.01.20	1000
				2	11.01.20	500
				4	10.01.20	2000
				4	12.01.20	3000



# Реляционная модель данных

## Индексы и методы доступа

**Индексы** – это механизмы быстрого доступа к данным в таблицах БД.

### Физическая структура

Порядковый № записи	Дата прихода товара	Наименование товара	Количество
1	10.01.2020	Сахар	10
2	12.01.2020	Картофель	50
3	12.01.2020	Свекла	20
4	14.01.2020	Сахар	50
5	14.01.2020	Свекла	10
6	16.01.2020	Сливы	4

### Логическая структура

По дате прихода товара		По наименованию товара		По количеству	
Дата прихода	№ записи	Товар	№ записи	Количество	№ записи
10.01.2020	1	Картофель	2	4	6
12.01.2020	2	Сахар	1	10	1
12.01.2020	4	Сахар	4	10	5
14.01.2020	3	Свекла	3	20	3
14.01.2020	5	Свекла	5	50	2
16.01.2020	6	Сливы	6	50	4

# Реляционная модель данных

## *Индексы и методы доступа*

***Последовательный метод доступа к данным в таблицах БД:***

- просматриваются все записи таблицы, от первой к последней.

***Индексно-последовательный метод*** доступа к данным в таблицах БД:

- поиск ведется по индексу, а не по самой таблице;
- поиск в индексе начинается только с первой строки, удовлетворяющей, условию запроса или его части («прямой доступ»);
- строки в индексе, начиная с такой записи, просматриваются последовательно

# Реляционная алгебра

**Выражения реляционной алгебры** определяются над отношениями реляционных БД, результатом вычисления также являются отношения.

**Выражения реляционной алгебры** строятся на основе алгебраических операций (высокого уровня) и имеют процедурную интерпретацию.

**Основные операции реляционной алгебры** делятся на два класса:

- теоретико-множественные операции;
- специальные реляционные операции.

# Реляционная алгебра

## ***Теоретико-множественные (традиционные) операции:***

- объединение;
- пересечение;
- разность;
- декартово произведение.

Операции *объединения*, *пересечения* и *разности* требуют от операндов совместимости по типу:

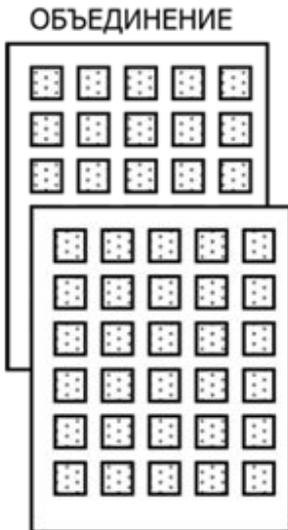
- каждое из них должно иметь одно и то же множество имен атрибутов;
- соответствующие атрибуты (с одинаковыми именами) должны быть определены на одном и том же домене.

## ***Специальные реляционные операции:***

- выборка;
- проекция;
- естественное соединение;
- деление.

# Реляционная алгебра

## Операция объединение



Пусть заданы два отношения  $R1 = \{r1\}$ ,  $R2 = \{r2\}$ ,

где  $r1$  и  $r2$  - соответственно кортежи отношений  $R1$  и  $R2$ ,

то объединение  $R3 = R1 \cup R2 = \{r \mid r \in R1 \cup r \in R2\}$ .

где  $r$  - кортеж нового отношения,

$\cup$  операция логического сложения "ИЛИ".

# Реляционная алгебра

## Пример операции объединения

$S_1$

к	л	м
у	ф	х
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

$S_2$

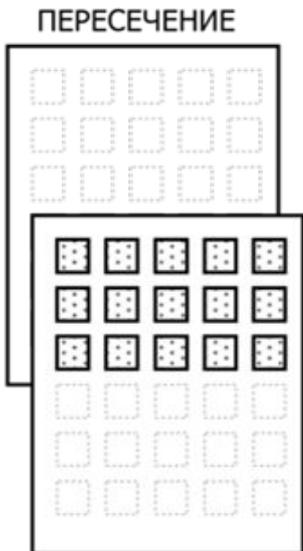
ж	з	и
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>
о	п	р
э	ю	я

$R = S_1 \cup S_2$

к	л	м
у	ф	х
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>
ж	з	и
о	п	р
э	ю	я

# Реляционная алгебра

## *Операция пересечение*



Пусть заданы два отношения  $R1 = \{r1\}$ ,  $R2 = \{r2\}$ , где  $r1$  и  $r2$  - соответственно кортежи отношений  $R1$  и  $R2$ , то пересечение  $R3 = R1 \cap R2 = \{r \mid r \in R1 \cap r \in R2\}$ , где  $r$  - кортеж нового отношения,  $\cap$  операция логического умножения "И".

# Реляционная алгебра

## Пример операции пересечения

$S_1$

к	л	м
у	ф	х
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

$S_2$

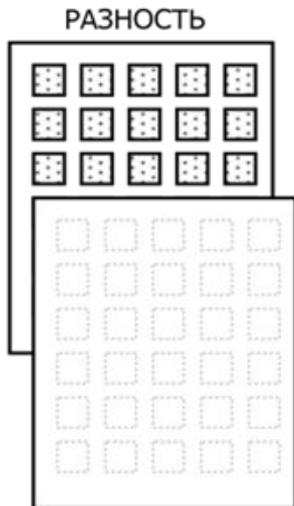
ж	з	и
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>
о	п	р
э	ю	я

$R = S_1 \cap S_2$

<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>
----------	----------	----------

# Реляционная алгебра

## Операция разность



Пусть заданы два отношения  $R1 = \{r1\}$ ,  $R2 = \{r2\}$ , где  $r1$  и  $r2$  - соответственно кортежи отношений  $R1$  и  $R2$ ,  
то разность  $R3 = R1 \setminus R2 = \{r \mid r \in R1 \cap r \notin R2\}$ ,  
где  $r$  - кортеж нового отношения,  
 $\cap$  операция логического умножения "И".

# Реляционная алгебра

## *Пример операции разности*

$S_1$

к	л	м
у	ф	х
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>

$S_2$

ж	з	и
<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>
о	п	р
э	ю	я

$R = S_1 - S_2$

к	л	м
у	ф	х



# Реляционная алгебра

## Операция декартового произведения

**Декартовым произведением** отношения  $R1$  степени  $n$  со схемой  $R1 = (A1, A2, \dots, An)$

и отношения  $R2$  степени  $m$  со схемой  $R2 = (B1, B2, \dots, Bm)$  называется отношение  $R3$  степени  $n+m$  со схемой  $R3 = (A1, A2, \dots, An, B1, B2, \dots, Bm)$ , содержащее кортежи, полученные конкатенацией каждого кортежа  $r$  отношения  $R1$  с каждым кортежем  $q$  отношения  $R2$ .

S1
S2
S3

P1
P2
P3
P4

$A \times B$

S1	P1
S1	P2
S1	P3
S1	P4

S2	P1
S2	P2
S2	P3
S2	P4

S3	P1
S3	P2
S3	P3
S3	P4

Пусть заданы два отношения  $R1 = \{r\}$ ,  $R2 = \{q\}$

где  $r$  и  $q$  - соответственно кортежи отношений  $R1$  и  $R2$ ,

то **декартово произведение**  $R3 = R1 \times R2 = \{(r, q) \mid r \in R1 \cap q \in R2\}$

где  $\cap$  операция логического умножения

Операция декартова произведения не накладывает условия эквивалентности на схемы исходных отношений и меняет степень результирующего отношения.

# Реляционная алгебра

## *Пример операции декартового произведения*

$S_1$

к	л	м
у	ф	х
а	б	в

$S_2$

о	п
э	ю

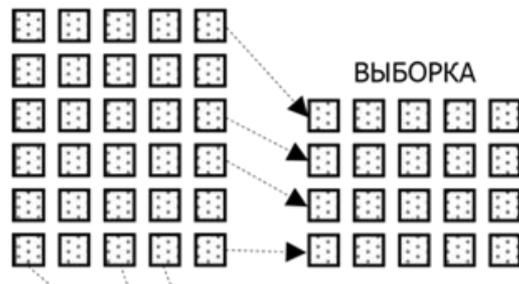
$R = S_1 \times S_2$

к	л	м	о	п
к	л	м	э	ю
у	ф	х	о	п
у	ф	х	э	ю
а	б	в	о	п
а	б	в	э	ю

# Реляционная алгебра

## Операция выборка

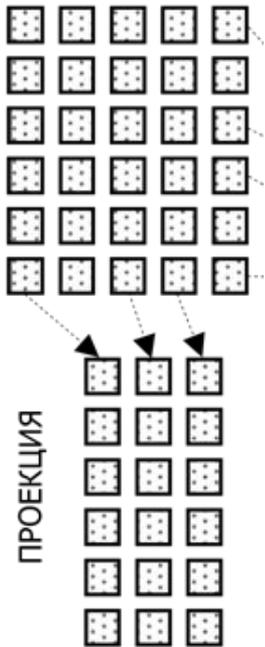
$\theta$  - **выборкой** из отношения **R1** по атрибутам **X** и **Y** ( $R \text{ where } X \theta Y$ ), где  $\theta$  означает любой скалярный оператор сравнения ( $=, \neq, \leq, \geq$ ), называется отношение **R2**, имеющее тот же заголовок, что и отношение **R1**, и тело, содержащее множество кортежей **t** отношения **R1**, для которых проверка условия  $X \theta Y$  дает значение истина.



Атрибуты **X** и **Y** должны быть определены на одном и том же домене, а оператор  $\theta$  должен иметь смысл для этого домена.

# Реляционная алгебра

## Операция проекция



**Проекцией** отношения **R1** по атрибутам **X, Y, ..., Z** ( $R[X, Y, \dots, Z]$ ), где каждый из атрибутов принадлежит отношению **R1**, называется отношение **R2** с заголовком  $\{X, Y, \dots, Z\}$  и с телом, содержащим множество всех кортежей вида  $\langle X:x, Y:y, \dots, Z:z \rangle$  таких, что в отношении **R1** имеется кортеж, атрибут **X** которого имеет значение  $x$ , атрибут **Y** имеет значение  $y$ , ..., атрибут **Z** имеет значение  $z$ .

# Реляционная алгебра

## *Пример операции проекция*

Сотрудник ( $R_1$ )

<u>табельный номер</u>	фамилия	должность	зарплата	номер отдела
1001	Иванов	техник	8000	101
1001	Иванов	инженер	15000	101
1002	Петров	инженер	15000	102
1003	Смирнов	техник	8000	101
1003	Смирнов	инженер	15000	101
1004	Волков	инженер	15000	101

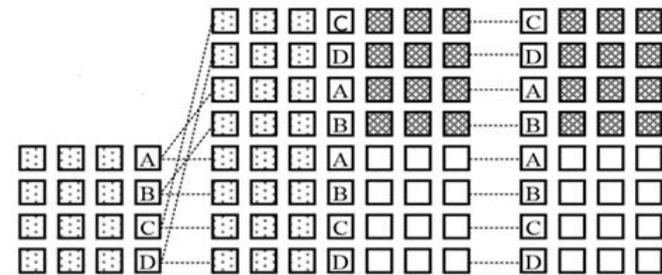
Штатное расписание ( $R$ )

<u>должность</u>	зарплата
техник	8000
инженер	15000

# Реляционная алгебра

## Операция естественное соединение

**Естественным соединением** ( $R1$  JOIN  $R2$ ) отношений  $R1 (X, Y)$  и  $R2 (Y, Z)$  называется отношение  $R3$  с заголовком  $\{X, Y, Z\}$  и с телом, содержащим множество кортежей вида  $\langle X:x, Y:y, Z:z \rangle$  таких, для которых в отношении  $R1$  значение атрибута  $X$  равно  $x$ , а значение атрибута  $Y$  равно  $y$ , и в отношении  $R2$  значение атрибута  $Y$  равно  $y$ , а атрибута  $Z$  равно  $z$ .



Если отношения  $R1$  и  $R2$  не имеют общих атрибутов, то  $R3=R1$  JOIN  $R2$  эквивалентно  $R3=R1 \times R2$ .

# Реляционная алгебра

## Операция естественное соединение

Сотрудник ( $R_1$ )

<u>табельный номер</u>	фамилия	должность	номер отдела
1001	Иванов	инженер	101
1002	Петров	инженер	102
1003	Смирнов	техник	101
1004	Волков	инженер	101
1005	Белов	техник	102
1006	Кравцов	оператор	102

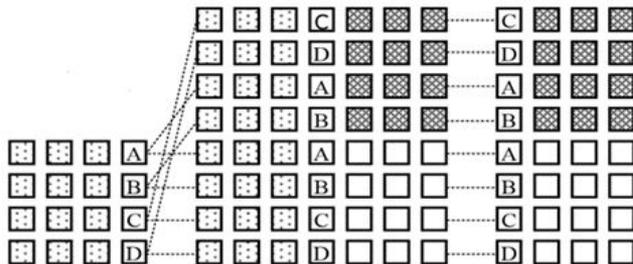
Дети ( $R_2$ )

<u>табельный номер</u>	<u>имя ребенка</u>	дата рождения
1001	Иван	10.04.1998
1001	Татьяна	18.05.2004
1002	Сергей	22.01.1995
1004	Наталья	05.10.2005

# Реляционная алгебра

## Операция соединения по условию ( $\theta$ –

**соединение**) отношений  $R_1$  по атрибуту  $X$  с  $R_2$  по атрибуту  $Y$  называется результат вычисления выражения  $R_3 = (R_1 \times R_2) \text{ WHERE } X \theta Y$ , где  $R_3$  с тем же заголовком, что и при декартовом произведении  $R_1$  и  $R_2$ , и с телом, содержащим множество кортежей  $t \in R_1 \times R_2$ , таких что вычисление условия  $X \theta Y$  дает значение истина.



Атрибуты  $X$  и  $Y$  должны быть определены на одном и том же домене, а оператор  $\theta$  должен иметь смысл для этого домена.

# Реляционная алгебра

## Операция деления

**Делением отношений**  $R1(X, Y)$  на  $R2(Y)$   $R3=(R1/R2)$  называется отношение  $R3$  с заголовком  $\{X\}$  и телом, содержащим множество всех кортежей  $\{X:x\}$ , таких что существует кортеж  $\{X:x, Y:y\}$ , который принадлежит отношению  $R1$  для всех кортежей  $\{Y:y\}$ , принадлежащих  $R2$ .

S1	P1
S1	P2
S1	P3
S1	P4
S2	P1
S2	P2
S2	P3
S2	P4
S3	P1
S3	P2

 $/$ 

P1
P2
P3
P4

 $=$ 

S1
S2

У операции реляционного деления два операнда - бинарное и унарное отношения.

# Реляционная алгебра

## Операция деления

Исполнитель проекта ( $R_1$ )

<u>табельный номер</u>	фамилия	<u>номер проекта</u>
1001	Иванов	1
1001	Иванов	2
1001	Иванов	3
1002	Петров	1
1002	Петров	3
1003	Смирнов	1
1003	Смирнов	2
1003	Смирнов	3
1004	Волков	2

Проект ( $R_2$ )

<u>номер проекта</u>
1
2
3

Передовики ( $R$ )

<u>табельный номер</u>	фамилия
1001	Иванов
1003	Смирнов

# Спасибо за внимание!