

## 7. Реляционные языки манипулирования данными

Язык манипулирования  
данными (ЯМД)

Набор средств описания запросов на выборку  
или обновление данных в БД.

*Виды ЯМД*

Навигационный ЯМД

Средства описания *пути доступа*  
к запрашиваемым экземплярам записей.

Ненавигационный ЯМД

Средства описания *свойств*  
запрашиваемого набора данных.

**Реляционные ЯМД ненавигационные**

Реляционные ЯМД обеспечивают манипулирование данными  
**на уровне множеств кортежей отношений.**  
Результатом исполнения запроса на реляционном ЯМД является  
**производное отношение.**

## 7.1 Варианты реляционных ЯМД

Реляционная алгебра

Специальный вариант алгебры множеств.  
Набор операций над отношениями.

Реляционное исчисление

Исчисление предикатов первого порядка.

**РА и РИ эквивалентны.**

Все реализации реляционных ЯМД используют ОБА механизма

Выражение РА

Описание *процедуры* вычисления  
значения производного отношения  
по значениям отношений-операндов.

Предикат РИ

Логическое выражение, описывающее  
*свойства кортежей* источника данных,  
из которых должны формироваться  
кортежи производного отношения.

Реляционная  
полнота языка

Любой запрос к РБД можно сформулировать в виде  
одного выражения РА или  
одного предиката РИ.

## 7.2. Реляционная алгебра

**Набор операций, определённых на множестве отношений.**

Замкнута относительно множества отношений.

**Операция РА**

Пара правил построения (вычисления)

- схемы производного отношения  
из атрибутов схем операндов и
- тела производного отношения  
из кортежей операндов.

**Выражение РА**

Формулировка запроса к реляционной БД.

Состоится из

- имён отношений,
- символов операций и
- круглых скобок.

**Производит *безымянное отношение*.**

## Операции РА (классический набор)

### Теоретико-множественные

UNION

Объединение  
*НЕ Соединение!!!*

MINUS

Взятие разности

INTERSECT

Пересечение

TIMES

Декартово произведение

### Специальные реляционные

WHERE

Селекция  
(Ограничение по условию)

PROJECT

Проекция

JOIN

Естественное соединение  
*НЕ Объединение!!!*

DIVIDE BY

Реляционное деление

RENAME

Переименование атрибута

WHERE, PROJECT, RENAME унарные.  
Остальные бинарные

## Обозначения

$R, R1, R2, \dots$  – отношения;

$X, Y, Z, \dots$  – множества атрибутов;

$X:x$  – кортеж из  $X$  (набор значений всех атрибутов из  $X$  );

$R(X)$  – схема отношения  $R$ .

## Определение 1

Говорят, что отношения со схемами  $R1(X)$  и  $R2(Y)$   
*совместимы по объединению*,  
если их схемы эквивалентны.

## Примеры

$R1(A, B, C)$  и  $R2(B, C, A)$  совместимы по объединению.

$R1(A, B, C)$  и  $R2(B, C, D)$  не совместимы по объединению.

$R1(A, B, C)$  и  $R2(B, C)$  не совместимы по объединению.

## UNION - Объединение отношений

R1 и R2 совместимы по объединению,  
если их схемы эквивалентны

Пусть R1 и R2 отношения, совместимые по объединению.

Операция R1 UNION R2 порождает отношение со схемой

$$R(X) = R1(X) \cup R2(X),$$

содержащее все кортежи X:  $x \in R1$  или  $x \in R2$ .

### Пример

R1		UNION	R2	производит	R	
A	B		B	A	A	B
a1	b4		b4	a2	a1	b4
a2	b2		b2	a2	a3	b7
a3	b7				a2	b4
					a2	b2



## Разность отношений

Пусть **R1** и **R2** отношения, совместимые по объединению.

Операция **R1 MINUS R2** порождает отношение со схемой

$$R(X) = R1(X) - R2(X),$$

содержащее все кортежи **X:x**  $\in R1$  и **X:x**  $\notin R2$ .

### Пример

**R1 MINUS R2** производит **R**

A	B
a1	b4
a2	b2
a3	b7

A	B
a2	b4
a2	b2

A	B
a1	b4
a3	b7

## Пересечение отношений

Пусть **R1** и **R2** отношения, совместимые по объединению.

Операция **R1 INTERSECT R2** порождает отношение со схемой

$$R(X) = R1(X) = R2(X),$$

содержащее только кортежи **X:x**  $\in$  **R1** и **X:x**  $\in$  **R2**.

### Пример

**R1 INTERSECT R2** производит **R**

A	B
a1	b4
a2	b2
a3	b7

A	B
a2	b4
a2	b2

A	B
a2	b2



## Декартово произведение отношений

Говорят, что отношения со схемами  $R1(X)$  и  $R2(Y)$  совместимы по декартову произведению, если  $X \cap Y = \emptyset$ .

### Примеры

$R1(A, B)$  и  $R2(C)$  совместимы по декартову произведению.  
 $R1(A, B)$  и  $R2(B)$  не совместимы по декартову произведению.  
 $R1(A, B)$  и  $R2(D, C)$  совместимы по декартову произведению.

Пусть  $R1(X)$  и  $R2(Y)$  схемы отношений,

совместимых по декартову произведению.

Операция  $R1 \text{ TIMES } R2$  порождает отношение со схемой  $R(X \cup Y)$ , содержащее все попарные конкатенации кортежей  $X:x \in R1$  и  $Y:y \in R2$ .

**Пример декартова произведения**

**R1 TIMES R2 производит R**

A	B
a1	b4
a2	b2
a3	b7

C
b4
b2

A	B	C
a1	b4	b4
a2	b2	b4
a3	b7	b4
a1	b4	b2
a2	b2	b2
a3	b7	b2

## Селекция или ограничение по условию

Пусть **R** отношение со схемой **R( X )**,

**θ** – бескванторный предикат, ссылающийся на атрибуты из **X**.

Операция **R WHERE θ** порождает отношение со схемой **R( X )**,  
содержащее все кортежи **X:x ∈ R**, на которых **θ = .TRUE**.

### Пример

**R**

A	B
a1	b4
a2	b2
a2	b7
a2	b4

**R WHERE (A = a2 AND NOT B = b4)**

A	B
a2	b2
a2	b7

## Проекция

Пусть  $R$  отношение со схемой  $R(X, Y)$ .

Операция  **$R \text{ PROJECT } [Y]$**  порождает отношение со схемой  $R_p(Y)$ , содержащее все подкортежи  $Y : y$  кортежей отношения  $R$ .

## Примеры

**R**

A	B
a1	b4
a2	b2
a2	b7
a2	b4

**R PROJECT [A]**

A
a1
a2

**R PROJECT [B]**

B
b4
b2
b7

## Естественное соединение

Пусть  $R1(X, Y)$  и  $R2(Y, Z)$  схемы отношений.

Операция  **$R1 \text{ JOIN } R2$**  порождает отношение со схемой  $R(X, Y, Z)$ , содержащее все объединения кортежей  $(X:x, Y:y)$  и  $(Y:y, Z:z)$ , удовлетворяющих условиям  **$R1.y = R2.y$**

### Пример

**$R1 \text{ JOIN } R2$  производит  $R$**

A	B
a1	b4
a2	b2
a3	b7

A	C
a2	c4
a1	c2
a4	c1
a2	c2

A	B	C
a1	b4	c2
a2	b2	c4
a2	b2	c2

## Реляционное деление (взятие реляционного частного)

Пусть  $R1(X, Y)$  и  $R2(Y)$  схемы отношений.

Операция  **$R1 \text{ DIVIDE BY } R2$**  порождает отношение со схемой  $R(X)$ , содержащее только такие подкортежи  $X:x$  кортежей отношения  $R1$ , которые встречаются в  $R1$  *в объединении с каждым* кортежем  $R2$ .

### Пример

**$R1 \text{ DIVIDE BY } R2$  производит  $R$**

A	C
a2	c4
a1	c2
a4	c4
a2	c2
a1	c4

C
c2
c4

A
a1
a2



## Переименование атрибутов

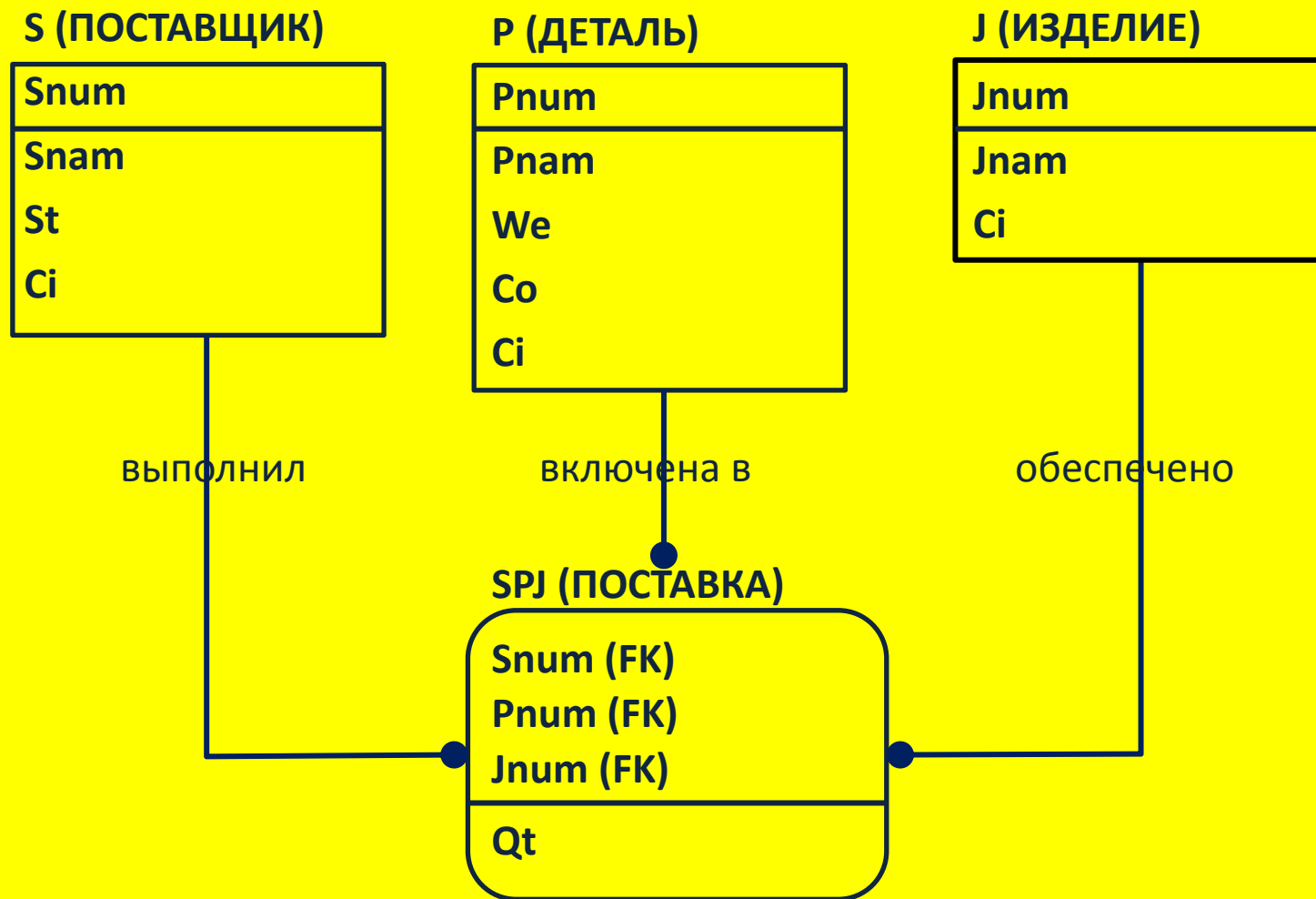
Пусть  $R$  отношение со схемой  $R(X, A)$ , где  $A$  одиночный атрибут.

Операция  **$R \text{ RENAME } A \text{ AS } B$**

порождает отношение со схемой  $R(X, B)$ .

Тело отношения  $R$  остаётся неизменным.

## Структура РБД ПОСТАВКИ



## Атрибуты

<b>Snum</b>	номер поставщика
<b>Pnum</b>	номер детали
<b>Jnum</b>	номер изделия
<b>Snam</b>	наименование поставщика
<b>Pnam</b>	наименование детали
<b>Jnam</b>	наименование изделия
<b>St</b>	статус поставщика
<b>We</b>	вес детали
<b>Co</b>	цвет детали
<b>Ci</b>	город размещения (поставщика/детали/изделия)
<b>Qt</b>	количество деталей в поставке

## **Порядок построения запроса на языке RA**

Шаг 1. Определить источник данных.

Шаг 2. Определить подмножество кортежей источника, содержащих требуемую информацию.

Шаг 3. Определить подмножество атрибутов источника, значения которых запрашиваются.

### ***Примеры запросов на языке RA***

#### **1) Получить полные сведения обо всех изделиях.**

Источник	J	Формулировка запроса:
Все кортежи	J	J;
Все атрибуты	J	

**2) Получить номера и названия изделий, производимых в Томске.**

Источник J

Кортежи J, в которых Ci = 'Томск' (селекция)

**J WHERE Ci = 'Томск'**

Только атрибуты Jnum и Jnam (проекция)

Формулировка запроса:

**(J WHERE Ci = 'Томск') [Jnum, Jnam];**

**3) Получить значения номеров поставщиков, выполняющих поставки для изделия J1.**

**( SPJ WHERE Jnum = 'J1' )[Snum];**

**4) Получить значения номеров поставщиков, поставляющих деталь P1 для изделия J1.**

**(SPJ WHERE Jnum = 'J1' AND Pnum = 'P1')[Snum];**

**5) Получить значения цветов деталей поставляемых поставщиком S1.**

**Шаг 1. Определим источник данных**

**P: {Pnum, Pnam, We, Co, Ci}** (цвета деталей),

**SPJ: {Snum, Pnum, Jnum, Qt}** (поставки, выполненные S1).

Отношение **P JOIN SPJ** – информация о поставках деталей  
ВМЕСТЕ СО СВОЙСТВАМИ ПОСТАВЛЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ.

**Окончательно источник данных: P JOIN SPJ**

**Схема {Snum, Pnum, Jnum, Qt, Pnam, We, Co, Ci}**

**Тело** – все объединения пар кортежей **P** и **SPJ** таких, что  
**P.Pnum = SPJ.Pnum.**

**Шаг 2. Требуется все кортежи соединения, в которых Snum = 'S1'**

**(P JOIN SPJ) WHERE Snum = 'S1'**

**Шаг 3. Из них следует выбрать только значения атрибута Co:**

**((P JOIN SPJ) WHERE Snum = 'S1') [Co];**



### ***Замечание***

Операция **JOIN** - это не элементарная операция.

Пусть **R1(A, B), R2(A, C)** отношения.

Отношение **R1 JOIN R2** эквивалентно отношению

**((R1 RENAME A AS R1\_A TIMES R2) WHERE R1\_A = A) [A, B, C]**

**Естественное соединение – это комбинация операций**

<b>RENAME</b>	<i>(переименование атрибутов),</i>
<b>TIMES</b>	<i>(прямое произведение),</i>
<b>WHERE</b>	<i>(селекция),</i>
<b>PROJECT</b>	<i>(проекция).</i>

Эквивалентные формулировки запроса 5)

**( P JOIN ( SPJ WHERE Snum = 'S1' ) ) [Co];**

**( P [Pnum, Co] JOIN  
( SPJ [Snum, Pnum] WHERE Snum = 'S1' ) ) [Co];**

**6) Получить значения наименований изделий,  
для которых выполняет поставки поставщик S1.**

Источник данных: **SPJ** и **J**

1. Получить множество поставок, выполненных поставщиком S1:

**SPJ WHERE Snum = 'S1'**

2. Получить соединение этого отношения с отношением J:

**J JOIN (SPJ WHERE Snum = 'S1')**

3. Выполнить проекцию соединения на атрибут Jnam.

**( J JOIN (SPJ WHERE Snum = 'S1') ) [Jnam];**

Другой возможный вариант формулировки:

**( J JOIN (SPJ WHERE Snum = 'S1') [Jnum] ) [Jnam];**