

Лекция 7

Реляционная алгебра
(продолжение)

МГТУ им. И.Э.Баумана. ФН12

Операция расширенного декартова произведения и совместимость отношений относительно этой операции

Два отношения **совместимы по построению расширенного декартова произведения** в том и только в том случае, если пересечение множеств имен атрибутов, взятых из их схем отношений, пусто.

<i>Student_opt_Language</i>		
StudentID	Name	Groupe
1232	Алексеев А. А.	И-12
1233	Борисов Б. Б.	И-12
1234	Васькин В.В.	И-12
1235	Гришин Г. Г.	У-11
1237	Иванов И.В.	И-13
1240	Степанов А. С.	К-14

<i>Language_Group</i>	
Groupe	Name_Teacher
A_EL	Семенова И.А.
A_GL	Иванова Е.А.

таблица 7.2 Группы дополнительного изучения языка

таблица 7.1 Студенты, изучающие дополнительный язык

```
RENAME GROUPE. Language_Group AS Add_Groupe
```

<i>Student_opt_ Language TIMES Language _Group</i>				
StudentID	Name	Group	Add_ Groupe	Name_Teacher
1232	Алексеев А. А.	И-12	A_EL	Семенова И.А.
1233	Борисов Б. Б.	И-12	A_EL	Семенова И.А.
1234	Васькин В.В.	И-12	A_EL	Семенова И.А.
1235	Гришин Г. Г.	У-11	A_EL	Семенова И.А.
1237	Иванов И.В.	И-13	A_EL	Семенова И.А.
1240	Степанов А. С.	К-14	A_EL	Семенова И.А.
1232	Алексеев А. А.	И-12	A_GL	Иванова Е.А.
1233	Борисов Б. Б.	И-12	A_GL	Иванова Е.А.
1234	Васькин В.В.	И-12	A_GL	Иванова Е.А.
1235	Гришин Г. Г.	У-11	A_GL	Иванова Е.А.
1237	Иванов И.В.	И-13	A_GL	Иванова Е.А.
1240	Степанов А. С.	К-14	A_GL	Иванова Е.А.

Таблица 7.3. Результат операции TIMES

Введем на множестве реляционных отношений отношение эквивалентности.

Реляционные отношения A и B эквивалентны, если

- 1. Множество атрибутов $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ заголовка отношения A и множество атрибутов $\{B_1, B_2, \dots, B_m\}$ заголовка отношения B равны;
- 2. Для каждого кортежа $(a_1, a_2, \dots, a_m) \in A$ найдется равный ему кортеж $(b_{j_1}, b_{j_2}, \dots, b_{j_m})$, полученный из кортежа $(b_1, b_2, \dots, b_m) \in B$ после переупорядочивания элементов в соответствии со схемой отношения A, и наоборот, для каждого кортежа из B найдется кортеж, полученный после переупорядочивания кортежа из A в соответствии со схемой отношения B.

Расширенное декартово произведение, определенное на классах эквивалентности по введенному отношению, будет коммутативно.

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b2	c2

B	C	A
b2	c2	a2
b1	c1	a1

Таблица 7.3. Эквивалентные отношения

Специальные реляционные операции

Операция ограничения

Синтаксис:

A WHERE p

Простое условие ограничения p : $a \text{ comp } b / \text{const}$.

Задается операцией сравнения («=», «≥», «>», «≤», «<», «≠»).

Составное условие p : произвольное булевское выражение.

Выражение p вычисляется в трехзначной логике (T , F , $unknown$).

- A WHERE (comp1 AND comp2) эквивалентно
(A WHERE comp1) INTERSECT (A WHERE comp2);
- A WHERE (comp1 OR comp2) эквивалентно
(A WHERE comp1) UNION (A WHERE comp2);
- A WHERE NOT comp1 эквивалентно A MINUS (A WHERE comp1).

Пример.

Пример `Student_opt_Language` WHERE

`(StudentID < 1238 AND (Groupe = 'И-12' OR Groupe = 'И-13'))`

<i>Student_opt_Language</i>		
StudentID	Name	Groupe
1232	Алексеев А. А.	И-12
1233	Борисов Б. Б.	И-12
1237	Иванов И.В.	И-13

Таблица 7.5

Операция взятия проекции

Синтаксис: [PROJECT] A[X, Y, ..., Z]

Операция **PROJECT** *Student_opt_ Language* (**Groupe**)

Groupe
И-12
У-11
И-13
К-14

Таблица 7.6 Результат операции
PROJECT *Student_opt_ Language* (**Groupe**)

База данных PRODUCT

Отношение ПОСТАВЩИК (S)

S#	SNAME	STATUS	<u>CITY</u>
S ₁	Smith	20	London
S ₂	Jones	10	Paris
S ₃	Black	30	Paris
S ₄	Clark	20	London
S ₅	Adams	30	Athens

Отношение ПОСТАВКИ (SP)

отношение SP		
S#	P#	QTY
S ₁	P ₁	300
S ₁	P ₂	200
S ₁	P ₃	400
S ₁	P ₄	200
S ₁	P ₅	100
S ₁	P ₆	100
S ₂	P ₁	300
S ₂	P ₂	400
S ₃	P ₂	200
S ₄	P ₂	200
S ₄	P ₄	300
S ₄	P ₅	400

P#	PNAME	COLOR	<u>CITY</u>	WEIGHT
P ₁	Nut	Red	London	12.0
P ₂	Bolt	Green	Paris	17.0
P ₃	Screw	Blue	Rome	17.0
P ₄	Screw	Red	London	14.0
P ₅	Cam	Blue	Paris	12.0
P ₆	Cog	Red	London	19.0

Отношение ДЕТАЛИ (P)

Операция соединения отношений

- общая операция соединения $[(A \text{ TIMES } B) \text{ WHERE } A_k \text{ Comp_op } B_l]$;
- эквисоединения $[(A \text{ TIMES } B) \text{ WHERE } A_k = B_l]$;
- естественного соединения $[A \text{ NATURAL JOIN } B]$;

Определение. Пусть даны отношения $A(A,C)$ и $B(B,C)$, имеющие одинаковые атрибуты C (т.е. атрибуты с одинаковыми именами и определенные на одинаковых доменах).

Естественным соединением отношений $A(A,C)$ и $B(B,C)$ называется отношение R с заголовком (A,B,C) и телом, содержащим множество кортежей (a_i, b_i, c_i) , таких, что $(a_i, c_i) \in A$ и $(b_i, c_i) \in B$

S

<i>S#</i>	SNAME	STATUS	<u>CITY</u>
S ₁	Smith	20	London
S ₂	Jones	10	Paris
S ₃	Black	30	Paris
S ₄	Clark	20	London
S ₅	Adams	30	Athens

P

P#	PN	COLOR	<u>CITY</u>	WT
P ₁	Nut	Red	London	12.0
P ₂	Bolt	Green	Paris	17.0
P ₃	Screw	Blue	Rome	17.0
P ₄	Screw	Red	London	14.0
P ₅	Cam	Blue	Paris	12.0
P ₆	Cog	Red	London	19.0

Таблица 7.7

((S RENAME CITY AS SCITY) **TIMES** (P RENAME CITY AS PCITY))
WHERE (SCITY>PCITY)

Общая операция соединения.

((S RENAME CITY AS SCITY) **TIMES** (P RENAME CITY AS PCITY))

WHERE (SCITY > PCITY)

S#	SNAME	STATUS	SCITY	P#	PNAME	COLOR	WEIGHT	PCITY
S ₂	Jones	10	Paris	P ₁	Nut	Red	12	London
S ₂	Jones	10	Paris	P ₄	Screw	Red	14	London
S ₂	Jones	10	Paris	P ₆	Cog	Red	19	London
S ₃	Blake	30	Paris	P ₁	Nut	Red	12	London
S ₃	Blake	30	Paris	P ₄	Screw	Red	14	London
S ₃	Blake	30	Paris	P ₆	Cog	Red	19	London

Таблица 7.8

Операция эквисоединения .

((S RENAME CITY AS SCITY) TIMES (P RENAME CITY AS PCITY))

WHERE (SCITY = PCITY)

S#	SNAME	STATUS	SCITY	P#	PNAME	COLOR	PCITY	WEIGHT
S ₁	Smith	20	London	P ₁	Nut	Red	London	12.0
S ₁	Smith	20	London	P ₄	Screw	Red	London	14.0
S ₁	Smith	20	London	P ₆	Cog	Red	London	19.0
S ₂	Jones	10	Paris	P ₂	Bolt	Green	Paris	17.0
S ₂	Jones	10	Paris	P ₅	Cam	Blue	Paris	12.0
S ₃	Black	30	Paris	P ₂	Bolt	Green	Paris	17.0
S ₃	Black	30	Paris	P ₅	Cam	Blue	Paris	12.0
S ₄	Clark	20	London	P ₁	Nut	Red	London	12.0
S ₄	Clark	20	London	P ₄	Screw	Red	London	14.0
S ₄	Clark	20	London	P ₆	Cog	Red	London	19.0

Таблица 7.9

Естественное соединение.

<i>Student</i>		
Номер_л_д	ФИО	Группа
1232	Алексеев А. А.	И-12
1233	Борисов Б. Б.	И-12
1234	Васькин В.В.	И-12
1235	Гришин Г. Г.	У-11
1237	Иванов И.В.	И-13

<i>Curator_Group</i>	
Группа	Куратор
И-12	Семенова И.А.
У-11	Иванова Е.А.
И-13	Демин А.Д
К-14	Лосев А.Д.

Таблица 7.10

Student NATURAL JOIN Curator_Group

Номер_л_д	ФИО	Группа	Куратор
1232	Алексеев А. А.	И-12	Семенова И.А.
1233	Борисов Б. Б.	И-12	Семенова И.А.
1234	Васькин В.В.	И-12	Семенова И.А.
1235	Гришин Г. Г.	У-11	Иванова Е.А.
1237	Иванов И.В.	И-13	Демин А.Д
1240	Степанов А. С.	К-14	Лосев А.Д

Таблица 7.10
Результат
(*Student NATURAL JOIN Curator_Group*)

Операция деления отношений

Пусть заданы два отношения – **A** с заголовком $(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$ и **B** с заголовком (B_1, B_2, \dots, B_m) . Будем считать, что атрибут B_i отношения **A** и атрибут B_i отношения **B** ($i = 1, 2, \dots, m$) обладают одним именем и определены на одном и том же домене.

Результат деления отношения **A** с заголовком $(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$ на отношение **B** с заголовком (B_1, B_2, \dots, B_m) есть отношение **C** с заголовком (A_1, A_2, \dots, A_n) , тело которого состоит из множества кортежей $a_{1k}, a_{2k}, \dots, a_{nk}$, таких, что для всех кортежей $(b_{1k}, b_{2k}, \dots, b_{mk})$ (для всех k) из **B** в отношении **A** найдется кортеж $(a_{1k}, a_{2k}, \dots, a_{nk}, b_{1k}, b_{2k}, \dots, b_{mk})$.

Синтаксис: A DIVIDE BY B

"определить все значения атрибута"

<i>M</i>																						
S	P	M DIVIDE BY D	M DIVIDE BY D	M DIVIDE BY D																		
<i>S</i> ₁	<i>P</i> ₁				<table border="1"> <tr><td><i>D</i></td></tr> <tr><td>P</td></tr> <tr><td><i>P</i>₁</td></tr> </table>	<i>D</i>	P	<i>P</i> ₁	<table border="1"> <tr><td><i>D</i></td></tr> <tr><td>P</td></tr> <tr><td><i>P</i>₂</td></tr> <tr><td><i>P</i>₄</td></tr> </table>	<i>D</i>	P	<i>P</i> ₂	<i>P</i> ₄	<table border="1"> <tr><td><i>D</i></td></tr> <tr><td>P</td></tr> <tr><td><i>P</i>₁</td></tr> <tr><td><i>P</i>₂</td></tr> <tr><td><i>P</i>₃</td></tr> <tr><td><i>P</i>₄</td></tr> <tr><td><i>P</i>₅</td></tr> <tr><td><i>P</i>₆</td></tr> </table>	<i>D</i>	P	<i>P</i> ₁	<i>P</i> ₂	<i>P</i> ₃	<i>P</i> ₄	<i>P</i> ₅	<i>P</i> ₆
<i>D</i>																						
P																						
<i>P</i> ₁																						
<i>D</i>																						
P																						
<i>P</i> ₂																						
<i>P</i> ₄																						
<i>D</i>																						
P																						
<i>P</i> ₁																						
<i>P</i> ₂																						
<i>P</i> ₃																						
<i>P</i> ₄																						
<i>P</i> ₅																						
<i>P</i> ₆																						
<i>S</i> ₁	<i>P</i> ₂																					
<i>S</i> ₁	<i>P</i> ₃																					
<i>S</i> ₁	<i>P</i> ₄																					
<i>S</i> ₁	<i>P</i> ₅																					
<i>S</i> ₁	<i>P</i> ₆																					
<i>S</i> ₂	<i>P</i> ₁	<table border="1"> <tr><td>S</td></tr> <tr><td><i>S</i>₁</td></tr> <tr><td><i>S</i>₂</td></tr> </table>	S	<i>S</i> ₁	<i>S</i> ₂	<table border="1"> <tr><td>S</td></tr> <tr><td><i>S</i>₁</td></tr> <tr><td><i>S</i>₄</td></tr> </table>	S	<i>S</i> ₁	<i>S</i> ₄	<table border="1"> <tr><td>S</td></tr> <tr><td><i>S</i>₁</td></tr> </table>	S	<i>S</i> ₁										
S																						
<i>S</i> ₁																						
<i>S</i> ₂																						
S																						
<i>S</i> ₁																						
<i>S</i> ₄																						
S																						
<i>S</i> ₁																						
<i>S</i> ₂	<i>P</i> ₂																					
<i>S</i> ₃	<i>P</i> ₂																					
<i>S</i> ₄	<i>P</i> ₂																					
<i>S</i> ₄	<i>P</i> ₄																					
<i>S</i> ₄	<i>P</i> ₅																					
		a)	б)	в)																		

Таблица 7.11

В случае *в*) делителем является отношение, содержащее все возможные значения атрибута P

В результате получим значения атрибута, S связанного со всеми *P_i*.

A DIVIDEBY B PER C

«деление A на B по модулю C» **A DIVIDEBY B PER C**. (*Small Divide* версия Кристофера Дейта).

Пусть отношения A и B имеют заголовки $\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$ и $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ соответственно (заголовки отношений A и B не пересекаются). Заголовок отношения C является объединением заголовков отношений A и B, имеет вид: $\{X_1, X_2, \dots, X_m, Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$. Множества $\{X_1, X_2, \dots, X_m\}$ и $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ — *составные* атрибуты X и Y соответственно. Отношение A — делимое, отношение B — делитель, а отношение C — "посредник".

Результатом деления отношения **A** на отношение **B** по отношению **C** (**A DIVIDEBY B PER C**), называется отношение с заголовком $\{X\}$ и телом, содержащим множество всех кортежей вида $\{X:x\}$, таких, что кортеж вида $\{X:x, Y:y\}$ принадлежит отношению **C** для всех кортежей вида $\{Y:y\}$, принадлежащих отношению **B**.

<table border="1"> <tr><td><i>M</i></td></tr> <tr><td>S</td></tr> <tr><td>S₁</td></tr> <tr><td>S₂</td></tr> <tr><td>S₃</td></tr> <tr><td>S₄</td></tr> <tr><td>S₅</td></tr> </table>	<i>M</i>	S	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	<table border="1"> <tr><th colspan="2"><i>C</i></th></tr> <tr><th>S</th><th>P</th></tr> <tr><td>S₁</td><td>P₁</td></tr> <tr><td>S₁</td><td>P₂</td></tr> <tr><td>S₁</td><td>P₃</td></tr> <tr><td>S₁</td><td>P₄</td></tr> <tr><td>S₁</td><td>P₅</td></tr> <tr><td>S₁</td><td>P₆</td></tr> <tr><td>S₂</td><td>P₁</td></tr> <tr><td>S₂</td><td>P₂</td></tr> <tr><td>S₃</td><td>P₂</td></tr> <tr><td>S₄</td><td>P₂</td></tr> <tr><td>S₄</td><td>P₄</td></tr> <tr><td>S₄</td><td>P₅</td></tr> </table>	<i>C</i>		S	P	S ₁	P ₁	S ₁	P ₂	S ₁	P ₃	S ₁	P ₄	S ₁	P ₅	S ₁	P ₆	S ₂	P ₁	S ₂	P ₂	S ₃	P ₂	S ₄	P ₂	S ₄	P ₄	S ₄	P ₅	<table border="1"> <tr><th><i>D</i></th></tr> <tr><td>P</td></tr> <tr><td>P₁</td></tr> </table>	<i>D</i>	P	P ₁	<table border="1"> <tr><th><i>D</i></th></tr> <tr><td>P</td></tr> <tr><td>P₂</td></tr> <tr><td>P₄</td></tr> </table>	<i>D</i>	P	P ₂	P ₄	<table border="1"> <tr><th><i>D</i></th></tr> <tr><td>P</td></tr> <tr><td>P₁</td></tr> <tr><td>P₂</td></tr> <tr><td>P₃</td></tr> <tr><td>P₄</td></tr> <tr><td>P₅</td></tr> <tr><td>P₆</td></tr> </table>	<i>D</i>	P	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
	<i>M</i>																																																					
	S																																																					
	S ₁																																																					
	S ₂																																																					
	S ₃																																																					
	S ₄																																																					
	S ₅																																																					
	<i>C</i>																																																					
	S	P																																																				
	S ₁	P ₁																																																				
	S ₁	P ₂																																																				
	S ₁	P ₃																																																				
	S ₁	P ₄																																																				
S ₁	P ₅																																																					
S ₁	P ₆																																																					
S ₂	P ₁																																																					
S ₂	P ₂																																																					
S ₃	P ₂																																																					
S ₄	P ₂																																																					
S ₄	P ₄																																																					
S ₄	P ₅																																																					
<i>D</i>																																																						
P																																																						
P ₁																																																						
<i>D</i>																																																						
P																																																						
P ₂																																																						
P ₄																																																						
<i>D</i>																																																						
P																																																						
P ₁																																																						
P ₂																																																						
P ₃																																																						
P ₄																																																						
P ₅																																																						
P ₆																																																						
M DIVIDEBY D PER C																																																						
									<table border="1"> <tr><th>S</th></tr> <tr><td>S₁</td></tr> <tr><td>S₂</td></tr> </table>	S	S ₁	S ₂	<table border="1"> <tr><th>S</th></tr> <tr><td>S₁</td></tr> <tr><td>S₄</td></tr> </table>	S	S ₁	S ₄	<table border="1"> <tr><th>S</th></tr> <tr><td>S₁</td></tr> </table>	S	S ₁																																			
										S																																												
S ₁																																																						
S ₂																																																						
S																																																						
S ₁																																																						
S ₄																																																						
S																																																						
S ₁																																																						
a)	б)	в)																																																				

Таблица 7.12. Пример реляционного деления M DIVIDEBY D PER C

Получить имена поставщиков детали с номером 'P₂';

отношение SP		
S#	P#	QTY
S ₁	P ₁	300
S ₁	P ₂	200
S ₁	P ₃	400
S ₁	P ₄	200
S ₁	P ₅	100
S ₁	P ₆	100
S ₂	P ₁	300
S ₂	P ₂	400
S ₃	P ₂	200
S ₄	P ₂	200
S ₄	P ₄	300
S ₄	P ₅	400

отношение S			
S#	SNAME	STATUS	SCITY
S ₁	Smith	20	London
S ₂	Jones	10	Paris
S ₃	Black	30	Paris
S ₄	Clark	20	London
S ₅	Adams	30	Athens

PROJECT((SP WHERE P# = P₂)
 NATURAL JOIN S) [SNAME]

SNAME
Smith
Jones
Black
Clark

Таблица 7.13.

PROJECT((SP NATURAL JOIN S) WHERE P# = P₂) [SNAME]

Дополнительные операторы

SEMIJOIN (полусоединение), SEMIMINUS (полувычитание), EXTEND (расширение), SUMMARIZE (обобщение) и TCLOSE (транзитивное замыкание)

Пусть отношения A и B имеют заголовки $\{ X_1, X_2, \dots, X_m, Y_1, Y_2, \dots, Y_n \}$ и $\{ Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_p \}$ соответственно, т.е. атрибуты Y_1, Y_2, \dots, Y_n (и только они) — общие для двух этих отношений, X_1, X_2, \dots, X_m — остальные атрибуты отношения A и Z_1, Z_2, \dots, Z_p — остальные атрибуты отношения B. Далее мы будем рассматривать выражения $\{ X_1, X_2, \dots, X_m \}$, $\{ Y_1, Y_2, \dots, Y_n \}$ и $\{ Z_1, Z_2, \dots, Z_p \}$ как три составных атрибута X, Y и Z соответственно.

Полусоединение SEMI JOIN

Полусоединением отношений A и B называется результат последовательного выполнения двух операций: операции соединения отношений A и B и операции взятия проекции полученного отношения по атрибутам отношения A. Заголовок отношения-результата совпадает с заголовком отношения A, а тело состоит из тех кортежей отношения A, которые имеют соответствие в отношении B.

Синтаксис:
(A SEMIJOIN B)

Операция полусоединения не коммутативна.

Полусоединение отношений A с B можно выразить
PROJECT (A NATURAL JOIN B) [X, Y]

Пример. Дано отношение S (таблица 7.13.)

Получить значения атрибутов S# , SNAME, STATUS и CITY для всех поставщиков детали с номером ' P₂ ' .

Решение : **S SEMIJOIN (SP WHERE P# = P₂)**

отношение S			
S#	SNAME	STATUS	SCITY
S ₁	Smith	20	London
S ₂	Jones	10	Paris
S ₃	Black	30	Paris
S ₄	Clark	20	London
S ₅	Adams	30	Athens

отношение SP WHERE P# = P ₂		
S#	P#	QTY
S ₁	P ₂	200
S ₂	P ₂	400
S ₃	P ₂	200
S ₄	P ₂	200

отношение S SEMIJOIN (SP WHERE P#=P₂)			
S#	SNAME	STATUS	SCITY
S ₁	Smith	20	London
S ₂	Jones	10	Paris
S ₃	Black	30	Paris
S ₄	Clark	20	London

Таблица 7.14

Полувывчитание SEMIMINUS

Полувывчитанием отношений A и B называется результат последовательного выполнения двух операций:

операции полусоединения отношений A и B и операции вычитания полученного результата из отношения A . Заголовок отношения-результата совпадает с заголовком отношения A , а тело полученного в результате выполнения этой операции отношения состоит из тех кортежей отношения A , которые не нашли соответствия в отношении B .

Синтаксис:
(A SEMIMINUS B)

Операция полувывчитания не коммутативна

Полувывчитание отношений A и B можно выразить
 A MINUS (A SEMIJOIN B)

Пример. Дано отношение S

Получить значения атрибутов S#, SNAME, STATUS и CITY для всех поставщиков, не поставляющих деталь с номером 'P₂'.

Решение : S SEMIMINUS (SP WHERE P# = P₂)

отношение S			
S#	SNAME	STATUS	SCITY
S ₁	Smith	20	London
S ₂	Jones	10	Paris
S ₃	Black	30	Paris
S ₄	Clark	20	London
S ₅	Adams	30	Athens

отношение SP WHERE P# = P ₂		
S#	P#	QTY
S ₁	P ₂	200
S ₂	P ₂	400
S ₃	P ₂	200
S ₄	P ₂	200

Отношение S SEMIJOIN (SP WHERE P# = P ₂)			
S#	SNAME	STATUS	SCITY
S ₅	Adams	30	Athens

Таблица 7.15

Операция расширения EXTEND

Результатом операции **расширения** отношения A с заголовком (A_1, A_2, \dots, A_m) является отношение, заголовок которого $(A_1, A_2, \dots, A_m, B)$, получается объединением заголовка (A_1, A_2, \dots, A_m) отношения A и атрибута B , указанного в операции **расширения**, а тело состоит из кортежей вида $(a_1, a_2, \dots, a_m, b)$, где $(a_1, a_2, \dots, a_m) \in A$, а значения b есть значения заданного скалярного выражения exp .

Синтаксис:

```
EXTEND A ADD (exp) AS B
```

Отношение **A** не должно иметь атрибута **B** и выражение exp не должно ссылаться на атрибут **B**. Типом переменной **B** будет тип выражения exp

Пример.

Дано отношение P.

p#	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY
P ₁	Nut	Red	12,0	London
P ₂	Bolt	Green	17,0	Paris
P ₃	Screw	Blue	17,0	Rome
P ₄	Screw	Red	14,0	London
P ₅	Cam	Blue	12,0	Paris
P ₆	Cog	Red	19,0	London

Таблица 7.14

Пусть в отношении P вес деталей приведен в фунтах. Надо получить вес детали в граммах, т.е. вычислить выражение $WEIGHT * 454$ (выражение $WEIGHT * 454$ переводит вес из фунтов в граммы) и добавить результаты вычислений в таблицу как P столбец GMWT.

EXTEND P ADD (WEIGHT * 454) AS GMWT

В результате выполнения этой операции получим следующее отношение

p#	PNAME	COLOR	WEIGHT	CITY	GMWT
P ₁	Nut	Red	12,0	London	5448,0
P ₂	Bolt	Green	17,0	Paris	7718,0
P ₃	Screw	Blue	17,0	Rome	7718,0
P ₄	Screw	Red	14,0	London	6356,0
P ₅	Cam	Blue	12,0	Paris	5448,0
P ₆	Cog	Red	19,0	London	8626,0

Таблица 7.15.. Пример выполнения операции расширения

Примеры:

1. Можно использовать вновь созданный атрибут GMWT в любых операциях проекции, выборки и т.д. Например:

```
( ( EXTEND P ADD ( WEIGHT * 454 ) AS GMWT )  
WHERE GMWT > 10000.0 ) PROJECT [ ALL BUT GMWT]
```

ALL BUT GMWT - проекция по всем атрибутам, кроме GMWT, исключает из отношения P атрибут GMWT

```
P WHERE ( WEIGHT * 454 ) > 10000.0
```

2. EXTEND S ADD 'Supplier' AS TAG

Это выражение дополняет каждый кортеж отношения 8 символьным значением 'Supplier' (скалярный литерал (символьное значение) является простейшим случаем скалярного выражения).

3.EXTEND (P JOIN SP) ADD (WEIGHT * QTY) AS SHIPWT

Применение оператора EXTEND к результату реляционного выражения, более сложного, чем просто имя переменной-отношения

4.(EXTEND S ADD CITY AS SCITY) PROJECT [ALL BUT CITY]

Имя атрибута (CITY) — также допустимое скалярное выражение.

Проекция по всем атрибутам, кроме CITY, исключает из отношения S атрибут CITY . Этот пример равносильен следующему выражению.

S RENAME CITY AS SCITY

5.EXTEND P ADD WEIGHT*454 AS GMWT, WEIGHT*16 AS OZWT

Этот пример служит иллюстрацией "множественного" расширения

6.EXTEND S ADD COUNT ((SP RENAME S# AS X) WHERE X = S#) AS NP

Результат вычисления этого выражения показан в таблице 7.16 .

S					SP		
S#	SNAME	STATUS	SCITY		отношение SP		
S ₁	Smith	20	London		S#	P#	QTY
S ₂	Jones	10	Paris		S ₁	P ₁	300
S ₃	Black	30	Paris		S ₁	P ₂	200
S ₄	Clark	20	London		S ₁	P ₃	400
S ₅	Adams	30	Athens		S ₁	P ₄	200
EXTEND S ADD COUNT ((SP RENAME S# AS X)					S ₁	P ₅	100
WHERE X = S#) AS NP					S ₁	P ₆	100
S#	SNAME	STATUS	CITY	NP	S ₂	P ₁	300
S ₁	Smith	20	London	6	S ₂	P ₂	400
S ₂	Jones	10	Paris	2	S ₃	P ₂	200
S ₃	Black	30	Paris	1	S ₄	P ₂	200
S ₄	Clark	20	London	3	S ₄	P ₄	300
S ₅	Adams	30	Athens	0	S ₄	P ₅	400

Таблица
7.15

Обобщающие функции

Рассмотрим **обобщающие функции**. Общее назначение этих функций состоит в том, чтобы на основе значений некоторого атрибута определенного отношения получить скалярное значение. Примерами являются функции **COUNT**, **SUM**, **MAX**, **MIN**, **AVG**, **ALL** и **ANY**.

Параметр *<вызов обобщающей функции>* является особым случаем параметра *<exp>* (*<скалярное выражение>*) в выражении **EXTEND A ADD (exp) AS B**

и в общем случае имеет следующий вид

<имя функции> (*<реляционное выражение>* [, *<имя атрибута>*])

Если параметр *<имя функции>* имеет значение **COUNT**, то параметр *<имя атрибута>* недопустим и должен быть опущен.

Примеры

SUM (SP WHERE S# = S₁, QTY)

Это выражение позволяет подсчитать суммарный объем всех поставок для поставщика с номером S₁.

Если аргумент обобщающей функции оказывается пустым множеством, то функции COUNT и SUM возвращают значение "нуль", а функции MIN и MAX — наименьшее и наибольшее значения соответствующего домена. Функции ALL и ANY в этом случае возвращают соответственно значения *истина* и *ложь*, а функция AVG генерирует исключительную ситуацию.

Операция обобщения SUMMARIZE

Пусть **A** — исходное отношение с заголовком (A_1, A_2, \dots, A_n) , а отношение **B** — проекция отношения **A** на атрибуты A_1, A_2, \dots, A_k .

Результатом операции обобщения SUMMARIZE отношения **A** является отношение **R**, заголовок которого $(A_1, A_2, \dots, A_k, Z)$, получается объединением заголовка (A_1, A_2, \dots, A_k) отношения **B** и добавляемого атрибута Z . Тело отношения **R** состоит из кортежей **t** вида $(a_1, a_2, \dots, a_k, z)$, где **t** \in **B**. Значение z нового атрибута Z , есть результат вычисления значения *выражения* $\langle exp \rangle$ по всем кортежам отношения **A**, которые имеют те же значения для атрибутов A_1, A_2, \dots, A_k , что и кортеж **t**.

Синтаксис

SUMMARIZE A PER B ADD $\langle exp \rangle$ AS Z

Здесь **A** — исходное отношение, **B** — проекция отношения **A**, $\langle exp \rangle$ — допустимое скалярное выражение, Z — имя добавляемого атрибута.

Атрибута Z не должно быть в списке атрибутов отношения A и в выражении $\langle expr \rangle$.

Группирование кортежей исходного отношения: одному кортежу отношения B соответствует один или более (если было дублирование при проецировании) кортежей исходного отношения A .
Выражение $\langle expr \rangle$ называют *обобщающим выражением*.

Кардинальность результата равна кардинальности отношения B , а степень результата равна степени отношения B плюс единица.
Типом переменной Z в этом случае будет тип *выражения* $expr$.