

Севастопольский государственный университет
Кафедра «Информационные системы»

Управление данными

курс лекций

лектор:
ст. преподаватель кафедры ИС Абрамович А.Ю.

Состав курса

- 😊 9 ЛЕКЦИЙ
- 😊 4 ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
- 😊 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА

ЭКЗАМЕН





Лекция 1

РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ

Реляционная Алгебра

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕЛЯЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ

Реляционной является БД, в которой все данные, доступные пользователю, организованы в виде набора двумерных таблиц, а все операции над данными сводятся к операциям над этими таблицами.

РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СОСТОИТ ИЗ ТРЕХ ЧАСТЕЙ:

Структурная часть

- описывает, какие объекты рассматриваются реляционной моделью

Целостная часть

- описывает ограничения специального вида, которые должны выполняться для любых отношений в любых реляционных базах данных.

Манипуляционная часть

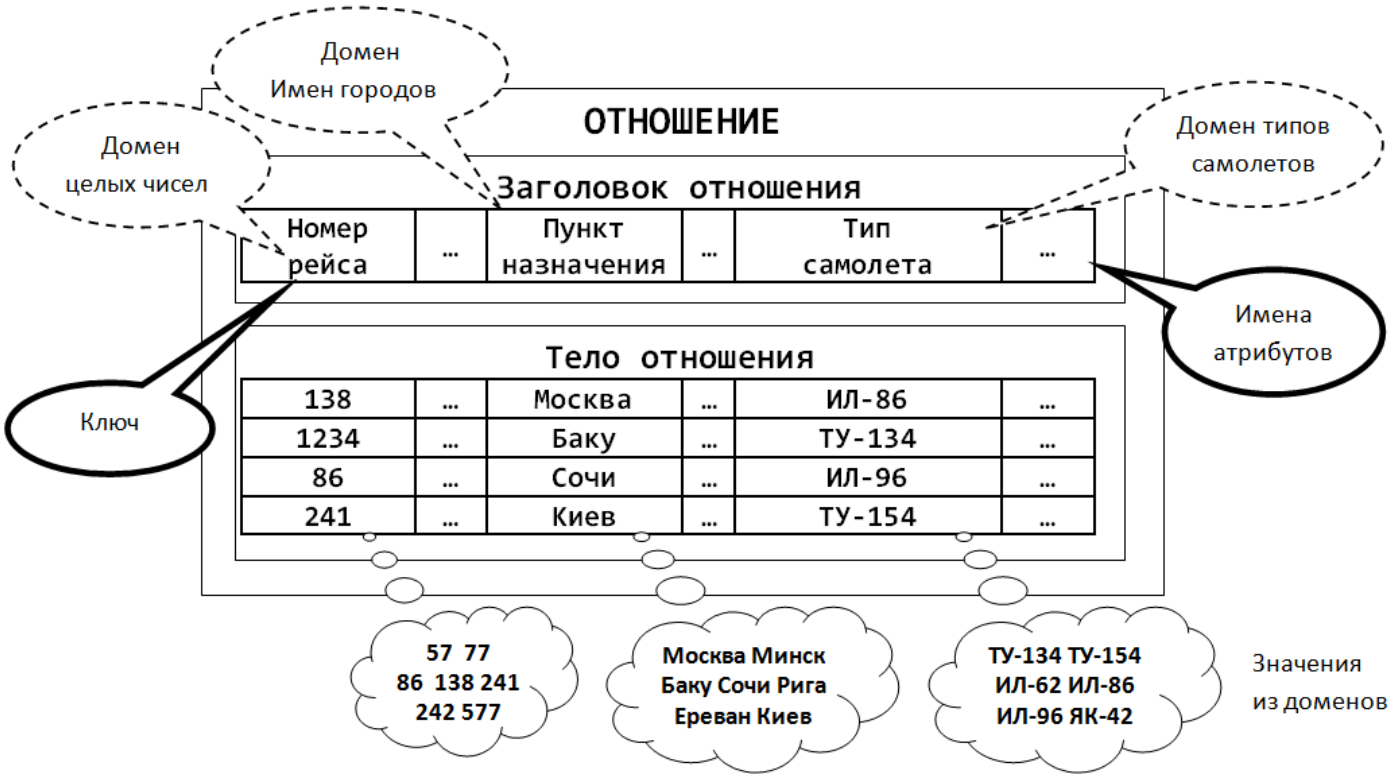
- описывает два эквивалентных способа манипулирования реляционными данными - **реляционную алгебру** и **реляционное исчисление**.

ОСНОВНЫМИ ПОНЯТИЯМИ РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗ ДАННЫХ ЯВЛЯЮТСЯ:

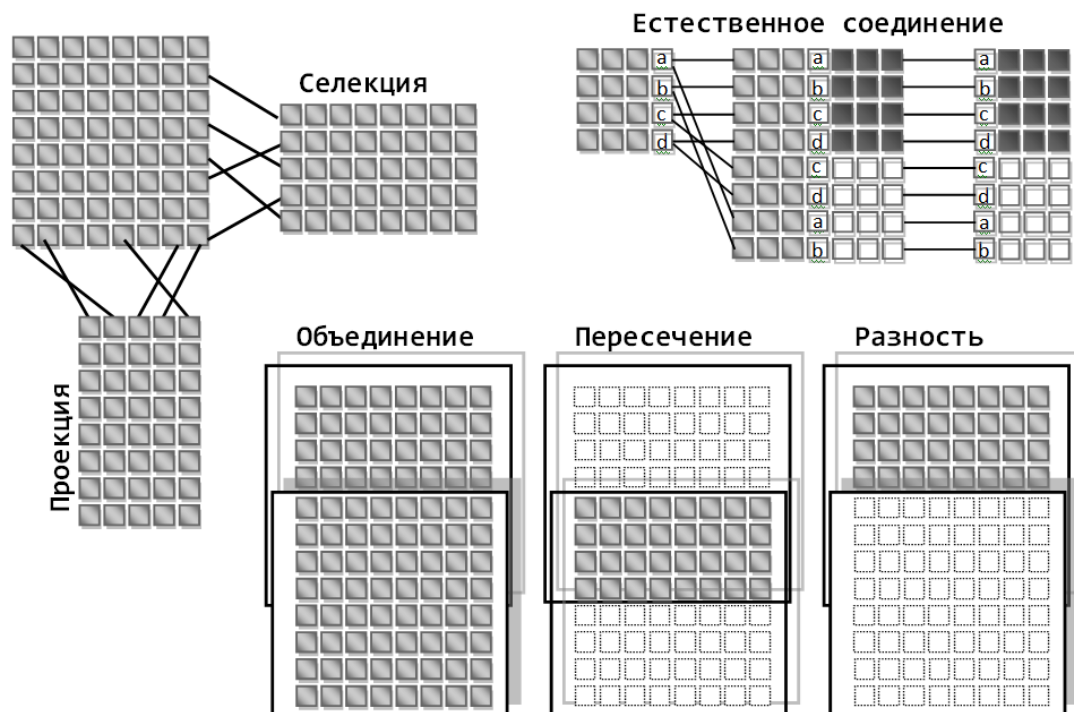
Кортеж - это множество пар {имя атрибута, значение}, которое содержит одно вхождение каждого имени атрибута. Попросту говоря, **кортеж** - это набор именованных значений заданного типа.

Отношение - это множество кортежей, соответствующих одной схеме отношения.

Домен - это семантическое понятие.
Домен можно рассматривать как подмножество значений некоторого типа данных имеющих определенный смысл.



Предложив реляционную модель данных, **Эдгар Кодд** создал и инструмент для удобной работы с отношениями – **реляционную алгебру**.



Каждая операция этой алгебры использует одну или несколько таблиц (отношений) в качестве ее операндов и получает в результате новую таблицу, т.е. позволяет «разрезать» или «склеивать» таблицы.

Реляционный оператор выглядит как **функция с отношениями в качестве аргументов**:

$$R = f(R_1, R_2, \dots, R_n)$$

РЕЛЯЦИОННАЯ АЛГЕБРА ИЛИ РЕЛЯЦИОННОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Выражения реляционной алгебры строятся на основе алгебраических операций (высокого уровня), и подобно тому, как интерпретируются арифметические и логические выражения, выражение реляционной алгебры также имеет процедурную интерпретацию.

Теоретико-множественные операции

- объединение - \cup
- вычитание (разность)
- пересечение - \cap
- декартово произведение - \times

Специальные реляционные операции

- проекция - π
- выборка (селекция) - σ
- соединение - \bowtie
- деление - $/$

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

Два отношения совместимы по типу, если:

1. каждое из них имеет одно и то же множество имен атрибутов (одна и та же степень),
2. соответствующие атрибуты (с одинаковыми именами) определены на одном и том же домене.

Проекция (project)

Проекция является операцией, при которой из отношения выделяются атрибуты только из указанных доменов, то есть из таблицы выбираются только нужные столбцы, при этом, если получится несколько одинаковых кортежей, то в результирующем отношении остается только по одному экземпляру подобного кортежа.

Отношение A

| COMPANY | PRODUCT | DRIVERS |
|----------------------|----------|---------|
| ООО «Темная сторона» | Печеньки | Петр |
| ООО «Темная сторона» | Чай | Петр |
| ОАО «Овощи» | Огурцы | Олег |
| ООО «Молочко» | Йогурт | Иван |

Проекция $\pi_{\text{COMPANY,DRIVERS}}(A)$

| COMPANY | DRIVERS |
|----------------------|---------|
| ООО «Темная сторона» | Петр |
| ОАО «Овощи» | Олег |
| ООО «Молочко» | Иван |

Селекция (select)

Селекция — это операция, которая выделяет множество строк в таблице, удовлетворяющих заданным условиям. Условием может быть любое логическое выражение.

Отношение A

| COMPANY | DRIVERS |
|----------------------|---------|
| ООО «Темная сторона» | Петр |
| ОАО «Овощи» | Петр |
| ООО «Молочко» | Иван |

Селекция $\sigma_{\text{DRIVERS}='Петр'}(A)$

| COMPANY | DRIVERS |
|----------------------|---------|
| ООО «Темная сторона» | Петр |
| ОАО «Овощи» | Петр |

Соединение (JOIN)

Эта операция определяет подмножество декартова произведения двух разносхемных отношений. Кортеж декартова произведения входит в результирующее отношение, если для атрибутов разных исходных отношений выполняется некоторое условие соединения F . Соединение может быть выражено следующим образом:

$$R \bowtie_F S = \sigma_F (R \times S).$$

Соединение имеет две разновидности: **естественное соединение** и **соединение по условию** (θ - соединение).

Естественным соединением отношений $A(X,Y)$ и $B(Y,T)$ ($A \text{ JOIN } B$) называется отношение с заголовком $\{X, Y, T\}$ и с телом, содержащим множество всех кортежей вида $\langle X:x, Y:y, T:t \rangle$ таких, для которых в отношении A значение атрибута X равно x , а значение атрибута Y равно y , и в отношении B значение атрибута Y равно y , а атрибута T равно t . **При естественном соединении производится сцепление строк операндов соединения по общим атрибутам.**

SELLERS

| ID | COMPANY |
|-----|----------------------|
| 234 | ООО «Темная сторона» |
| 124 | ОАО «Овощи» |
| 188 | ООО «Молочко» |

PRODUCTS

| ID | NAME | COMPANY | PRICE |
|----|----------|----------------------|-------|
| 23 | Печеньки | ООО «Темная сторона» | 90 |
| 12 | Молоко | ООО «Молочко» | 220 |
| 18 | Огурцы | ОАО «Овощи» | 108 |

SELLERS ▷◁ PRODUCTS

| SELLERS.ID | COMPANY | PRODUCTS.ID | NAME | COMPANY | PRICE |
|------------|----------------------|-------------|----------|----------------------|-------|
| 234 | ООО «Темная сторона» | 23 | Печеньки | ООО «Темная сторона» | 90 |
| 124 | ОАО «Овощи» | 18 | Огурцы | ОАО «Овощи» | 108 |
| 188 | ООО «Молочко» | 12 | Молоко | ООО «Молочко» | 220 |

Замечание 1. Соединения не всегда выполняются по внешнему ключу и соответствующему потенциальному ключу, хотя такие соединения очень распространены и являются важным частным случаем.

Замечание 2. Если отношения **A** и **B** не имеют общих атрибутов, то выражение **A JOIN B** эквивалентно **A × B**.

θ - соединение – это отношение с тем же заголовком, что и при декартовом произведении отношений **A** и **B**, и с телом, содержащим множество кортежей $t \in A \times B$, таких что вычисление условия $X \triangleright \triangleleft Y$ дает значение истина для данного кортежа.

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

SELLERS

| ID | COMPANY |
|-----|----------------------|
| 234 | ООО «Темная сторона» |
| 124 | ОАО «Овощи» |
| 188 | ООО «Молочко» |

PRODUCTS

| ID | NAME | PRICE |
|----|----------|-------|
| 23 | Печеньки | 90 |
| 12 | Молоко | 220 |
| 18 | Огурцы | 108 |

SELLERS $\triangleright \triangleleft$ PRODUCTS $\sigma_{PRICE > 100}(Products)$

| SELLERS.ID | COMPANY | PRODUCTS.ID | NAME | COMPANY | PRICE |
|------------|---------------|-------------|--------|---------------|-------|
| 124 | ОАО «Овощи» | 18 | Огурцы | ОАО «Овощи» | 108 |
| 188 | ООО «Молочко» | 12 | Молоко | ООО «Молочко» | 220 |

Операция **θ-соединение** эквивалентна двум операциям: нахождению расширенного декартова произведения двух отношений (при необходимости с переименованием соответствующих атрибутов) и последующему выполнению указанной выборки из полученного результата.

Дана реляционная база данных:

Рейс (№ рейса, пункт_отправления, пункт_назначения, время_вылета, стоимость);

Полет (дата полета, № рейса, код_экипажа, свободные_места, тип_самолета, объем_груза);

Самолет (тип_самолета, число_экипажа, количество_мест, вес_груза);

Форма представления запроса на РА:

$$R = \Pi_{\text{столбцы, которые выбираются}} (\text{наименование отношения})$$

Определить число свободных мест по всем рейсам на 20.06.22.

$$R = \pi \text{ №рейса, свободные_места } (\sigma \text{ дата} = 20.06.22. (\text{Полет}))$$

Определить рейсы и время вылета из Симферополя в Москву.

$$R = \pi \text{ №рейса, время_вылета } (\sigma \text{ пункт_отправления} = \text{« Симферополь »} \wedge \text{ пункт_назначения} = \text{« Москва » } (\text{Рейс}))$$

Определить даты рейсов Москва – Калининград.

$$R = \pi \text{ дата, номер_рейса}$$

$$(\sigma \text{ пункт_отправления} = \text{« Москва »} \wedge \text{ пункт_назначения} = \text{« Калининград » } (\text{Рейс} \bowtie \text{Полет}))$$

Объединение (UNION)

Объединением двух совместимых по типу отношений **A** и **B** (**A U B**) называется отношение с тем же заголовком, как в отношениях **A** и **B**, и с телом, состоящим из множества кортежей **t**, принадлежащих **A** или **B** или обоим отношениям.

A

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|---------|--------|-----|
| 1809 | Петров | Москва | 43 |
| 1996 | Иванов | Рязань | 23 |
| 1777 | Сидоров | Тверь | 42 |

B

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|--------|--------|-----|
| 1809 | Петров | Москва | 43 |
| 1744 | Липко | Сочи | 22 |

A U B

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|---------|--------|-----|
| 1809 | Петров | Москва | 43 |
| 1996 | Иванов | Рязань | 23 |
| 1777 | Сидоров | Тверь | 42 |
| 1744 | Липко | Сочи | 22 |

Пересечение (intersect)

Пересечением двух совместимых по типу отношений **A** и **B** ($A \cap B$) называется отношение с тем же заголовком, как в отношениях **A** и **B**, и с телом, состоящим из множества кортежей **t**, принадлежащих одновременно обоим отношениям **A** и **B**.

A

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|---------|--------|-----|
| 1809 | Петров | Москва | 43 |
| 1996 | Иванов | Рязань | 23 |
| 1777 | Сидоров | Тверь | 42 |

B

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|--------|--------|-----|
| 1809 | Петров | Москва | 43 |
| 1744 | Липко | Сочи | 22 |

A ∩ B

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|--------|--------|-----|
| 1809 | Петров | Москва | 43 |

Создает отношение, включающее все кортежи, входящие в оба отношения-операнда.

Разность (excerpt)

Разностью двух совместимых по типу отношений **A** и **B** (**A – B**) называется отношение с тем же заголовком, как в отношениях **A** и **B**, и с телом, состоящим из множества кортежей **t**, принадлежащих отношению **A** и не принадлежащих отношению **B**.

A

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|---------|--------|-----|
| 1809 | Петров | Москва | 43 |
| 1996 | Иванов | Рязань | 23 |
| 1777 | Сидоров | Тверь | 42 |

B

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|--------|--------|-----|
| 1809 | Петров | Москва | 43 |
| 1744 | Липко | Сочи | 22 |

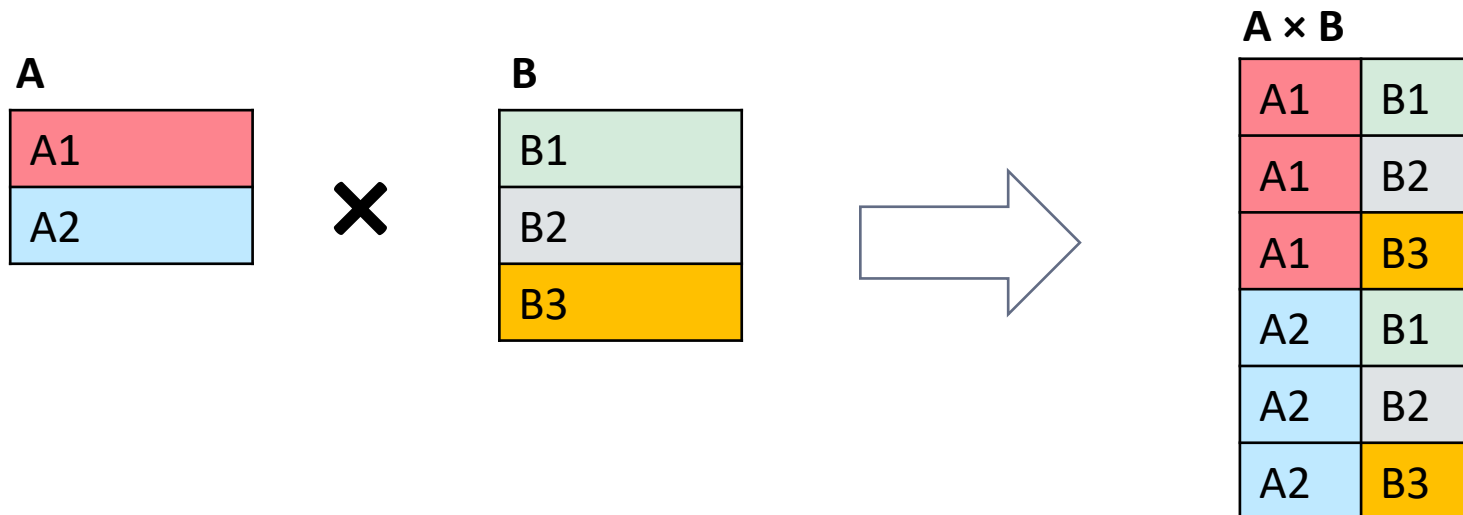
A - B

| ID_NUM | NAME | CITY | AGE |
|--------|---------|--------|-----|
| 1996 | Иванов | Рязань | 23 |
| 1777 | Сидоров | Тверь | 42 |

Все кортежи, входящие в первое отношение, такие, что ни один из них не входит во второе отношение.

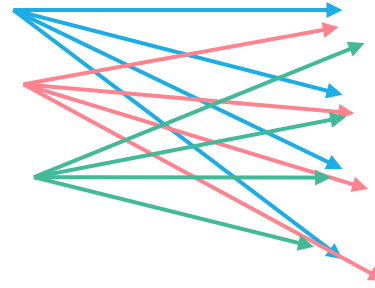
Декартово произведение (cartesian product)

Декартово произведение двух отношений **A** и **B** (**A** × **B**), где **A** и **B** не имеют общих имен атрибутов, определяется как отношение с заголовком, представляющим собой сцепление двух заголовков исходных отношений **A** и **B**, и телом, состоящим из множества кортежей **t** таких что первым является любой кортеж отношения **A**, а вторым – любой кортеж, принадлежащий отношению **B**.



SELLERS

| ID | COMPANY |
|-----|----------------------|
| 234 | ООО «Темная сторона» |
| 124 | ОАО «Овощи» |
| 188 | ООО «Молочко» |



PRODUCTS

| ID | NAME | PRICE |
|-----|----------|-------|
| 234 | Печеньки | 90 |
| 188 | Молоко | 220 |
| 140 | Чай | 120 |
| 124 | Огурцы | 108 |

SELLERS × PRODUCTS

| SELLERS.ID | COMPANY | PRODUCTS.ID | NAME | PRICE |
|------------|----------------------|-------------|----------|-------|
| 234 | ООО «Темная сторона» | 234 | Печеньки | 90 |
| 234 | ООО «Темная сторона» | 188 | Молоко | 220 |
| 188 | ООО «Молочко» | 234 | Печеньки | 90 |
| 188 | ООО «Молочко» | 188 | Молоко | 220 |

Дана реляционная база данных:

Рейс (№ рейса, пункт_отправления, пункт_назначения, время_вылета, стоимость);

Полет (дата полета, № рейса, код_экипажа, свободные_места, тип_самолета, объем_груза);

Самолет (тип самолета, число_экипажа, количество_мест, вес_груза);

Определить типы самолетов , которые использовались как в январе, так и в феврале 2021 года.

$R1 = \pi_{\text{тип_самолета}} (\sigma_{\text{дата} \geq 01.01.21 \wedge \text{дата} \leq 31.01.21}(\text{Полет}));$

$R2 = \pi_{\text{тип_самолета}} (\sigma_{\text{дата} \geq 01.02.21 \wedge \text{дата} < 29.02.21}(\text{Полет}));$

$R = R1 \cap R2$

Определить номера рейсов, которые не производились с даты А по дату Б.

$R1 = \pi_{\text{№_рейса}} (\text{Рейс});$

$R2 = \pi_{\text{№_рейса}} (\sigma_{\text{дата} > A \wedge \text{дата} < B}(\text{Полет}));$

$R = R1 - R2;$

Деление (division)

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

Отношение A

| | |
|----|----|
| S | P |
| S1 | P1 |
| S1 | P2 |
| S1 | P3 |
| S1 | P4 |
| S2 | P1 |
| S2 | P3 |
| S3 | P2 |
| S3 | P3 |

Отношение B

| |
|----|
| P |
| P1 |

Отношение B1

| |
|----|
| P |
| P1 |

Отношение B2

| |
|----|
| P |
| P1 |

ОПЕРАЦИЯ ДЕЛЕНИЯ ПОЛЕЗНА ТОГДА, КОГДА ЗАПРОС СОДЕРЖИТ СЛОВО «ВСЕ».

A/B

| |
|----|
| S |
| S1 |
| S2 |

A/B1

| |
|----|
| S |
| S1 |
| S3 |

A/B2

| |
|----|
| S |
| S1 |

Дана реляционная база данных:

Рейс (№ рейса, пункт_отправления, пункт_назначения, время_вылета, стоимость);

Полет (дата полета, № рейса, код_экипажа, свободные_места, тип_самолета, объем_груза);

Самолет (тип самолета, число_экипажа, количество_мест, вес_груза);

Определить дату, когда осуществляют рейсы все возможные типы самолетов.

$R1 = \pi_{\text{дата_полета, тип_самолета}}(\text{Полет});$

$R2 = \pi_{\text{тип_самолета}}(\text{Самолет});$

$R = R1/R2$

Определить типы самолетов, осуществляющие рейсы из Москвы по всем возможным направлениям.

$R1 = \pi_{\text{тип_самолета, пункт_назначения}}((\sigma_{\text{пункт_отправления} = \text{'Москва'}}(\text{Рейс} \bowtie \text{Полет})));$

$R2 = \pi_{\text{пункт_назначения}}(\text{Рейс});$

$R = R1/R2$

Вспомогательные операции реляционной алгебры

Переименование (rename)

Операция переименования производит отношение, тело которого совпадает с телом операнда, но имена атрибутов изменены.

Присваивание (:=)

Операция присваивания позволяет сохранить результат вычисления реляционного выражения в существующем отношении БД.

В построении реляционного выражения могут участвовать все реляционные операции, кроме операции присваивания.