Введение в базы данных

Белозубов Александр
Владимирович
belozubov@corp.ifmo.ru

Список литературы

- Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Т. Коннолли, К. Бегг, А. Страчан ; [пер. с англ. канд. физ.-мат. наук Ю. Г. Гордиенко, А. В. Слепцов ; под ред. А. В. Слепцова] .— 2-е изд., испр. и доп. — М. [и др.] : Издательский дом "Вильямс", 2000 .— 1112 с. : ил.
- Введение в реляционные базы данных / В. В. Кириллов, Г. Ю. Громов ; [реценз. А. А. Бобцов] .— СПб. : БХВ-Петербург, 2012 .— 454 с. : ил. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)
- Базы данных. Модели, разработка, реализация : [учебное пособие] / Т. С. Карпова .— СПб. [и др.] : Питер, 2001 .— 303, [1] с. : ил.

База данных

- База данных - это система специальным образом организованных данных (баз данных), программных, технических, языковых средств, предназначенных для обеспечения централизованного накопления и коллективного многоцелевого использования данных.
- База данных является общим корпоративным ресурсом и хранит не только данные, но и их описания. По этой причине базу данных еще называют ***набором интегрированных записей с самоописанием***.

- Описание данных называется **системным каталогом** (system catalog), или **словарем данных** (data dictionary), а сами элементы описания принято называть **метаданными** (metadata), т.е. "данными о данных".

- Именно наличие самоописания данных в базе данных обеспечивает **независимость между программами и данными**.

- база данных — это совокупность описаний объектов реального мира и связей между ними, актуальных для конкретной прикладной области.

СУБД

СУБД - это совокупность языковых и программных средств, обеспечивающих для выполнение всех операций, связанных с организацией хранения данных, их корректирования и доступа к ним.

Позволяет определять базу данных, что осуществляется с помощью **языка определения данных** (DDL - Data Definition Language). Язык DDL предоставляет пользователям средства указания типа данных и их структуры, а также средства задания ограничений для информации, хранимой в базе данных.

Позволяет вставлять, обновлять и извлекать информацию из базы данных, что осуществляется с помощью **языка управления данными** (DML - Data Manipulation Language). Наличие централизованного хранилища всех данных и их описаний позволяет использовать язык DML как общий инструмент организации запросов, который иногда называют **языком запросов**.

Предоставляет контролируемый доступ к базе данных:

- системы обеспечения безопасности, предотвращающей несанкционированный доступ к базе данных со стороны пользователей;
- системы поддержки целостности данных, обеспечивающей непротиворечивое состояние хранимых данных;
- системы управления параллельной работой приложений, контролирующей процессы их совместного доступа к базе данных;
- системы восстановления, позволяющей восстановить базу данных до предыдущего непротиворечивого состояния, нарушенного в результате сбоя аппаратного или программного обеспечения;

Требования к современным СУБД

- функциональность
- производительность
- защищенность
- целостность
- масштабируемость
- надежность (катастрофоустойчивость),
- реактивность

Преимущества использования Баз Данных

- Независимость данных – сокращение размеров программной поддержки (внутри отдельных программ)
- Увеличение эффективности разработки приложений
- Возможность создания и использования стандартов
- Минимальная избыточность хранения данных
- Увеличение плотности данных и совместного доступа к данным
- Улучшенный доступ к данным и их соответствие конкретным решаемым задачам
- Увеличение качества данных
- Безопасность, сохранение и восстановление

Архитектура Баз Данных

Логическая и физическая независимость данных

- Основным назначением трехуровневой архитектуры является обеспечение **независимости от данных**, которая означает, что изменения на нижних уровнях никак не влияют на верхние уровни. Различают два типа независимости от данных: **логическую** и **физическую**.

- **Логическая независимость от данных -** означает полную защищенность внешних схем от изменений, вносимых в концептуальную схему

- **Физическая независимость от данных -** означает защищенность концептуальной схемы от изменений, вносимых во внутреннюю схему

Классификация Баз Данных

- ***По модели данных***
  - На основе инвертированных списков
  - Иерархические
  - Сетевые
  - Реляционные
  - Объектно-ориентированные и мультимедийные (постреляционные)
- ***По количеству пользователей***
  - Персональные (настольные)
  - Уровня рабочей группы
  - Масштаба предприятия
  - Корпоративные
- ***По организации системы***
  - Распределённые
  - Централизованные
- ***По характеру хранимой информации***
  - Фактографические
  - Полнотекстовые

Классификация БД по *характеру хранимой информации*

- **Фактографические БД – содержат краткие сведения об описываемых объектах, представленные в строго определенном формате(картотеки);**

- **Документальные БД – содержат обширную информацию самого разного типа: текст, графику, видео и звук(архив).**

Классификация БД по способу хранения данных

– Централизованные - вся информация хранится на одном компьютере. Это может быть автономный ПК или сервер сети, к которому имеют доступ пользователи - клиенты;

– Распределенные - используются в локальных и глобальных компьютерных сетях. В таком случае разные части базы хранятся на разных компьютерах.

Классификация БД
по *структуре организации данных*

- Реляционные (табличные БД)
- Иерархические.
- Сетевые.

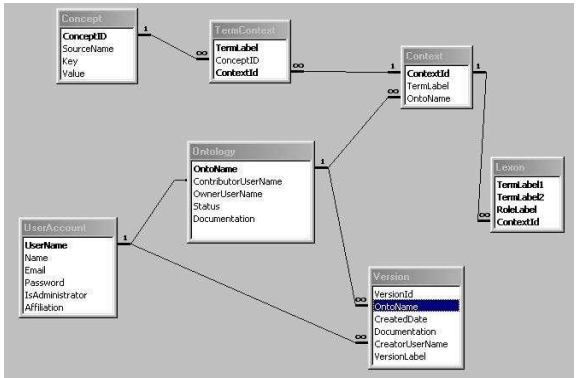
Реляционные БД

1970 г. Эдгар Кодд – «A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks» – первая работа по реляционной модели данных.

Codd E.F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks // CACM. – June 1970. – 13, #6.

Англ. relation – отношение.

Реляционная база данных – это набор простых таблиц, между которыми установлены связи (отношения) с помощью числовых кодов.



Сущность

- **Сущность** – это объект, который может быть идентифицирован некоторым способом, отличающим его от других объектов. Каждая сущность обладает набором атрибутов. **Атрибут** - отдельная характеристика сущности.
- Сущность состоит из **экземпляров**, каждый из которых должен отличаться от другого экземпляра. **Пример**: сущность – «Город», экземпляры сущности «Город» – Пушкин, Павловск, Колпино.

Типы сущностей

- **Независимая сущность.** Для определения экземпляра сущности нет необходимости ссылаться на другие сущности.
- **Зависимая сущность.** Для определения экземпляра такой сущности необходимо сослаться на экземпляр независимой сущности, с которой связана зависимая сущность.

Связь

- **Связь -** это логическая ассоциация, устанавливаемая между сущностями.
- Связь определяет количество экземпляров данной сущности, которое могут быть связаны с одним экземпляром другой сущности.
- Связи бывают следующих типов:
  - один к одному;
  - один ко многим;
  - многие ко многим.

Типы связей

Один-к-одному (1:1)

Используется редко, в случаях, когда часть информации об объекте либо редко используется, либо является конфиденциальной.

Типы связей

"Один-ко-многим" (1:M)

Наиболее распространенный тип связей.

Пример: информация о студентах и результатах сдачи ими экзаменов.

Типы связей

"Многие-ко-многим" (M:M)

Для реализации такая связь разбивается на две связи типа один-ко многим.

Ключ

- **Ключ -** минимальный набор атрибутов, по значениям которых можно однозначно найти требуемый экземпляр сущности.
- **Первичный ключ** сущности позволяет идентифицировать ее экземпляры, а **внешний** – экземпляры сущности, которая находится в связи с данной сущностью.

Отношение, кортеж, атрибут

$R \subseteq A_1 \times A_2 \times \ldots \times A_n =$

$= \{(a_1, a_2, \ldots, a_n): a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, \ldots, a_n \in A_n\}$

где:

- n – степень отношения;
- $A_1, A_2, \ldots, A_n$ – домены;
- $(a_1, a_2 \ldots a_n)$ – кортеж;
- $a_1, a_2 \ldots a_n$ – атрибуты.

Пример 5:

$A_1=\{1,2,3\}$, $A_2=\{1,2,3,4\}$

$R=\{(a_1,a_2): a_1 \in A_1, a_2 \in A_2, a_1 > a_2\}$

a_1	a_2
2	1
3	1
3	2

Основные достоинства реляционной модели

1) Наличие небольшого набора абстракций, которые позволяют моделировать предметную область и допускают точные формальные определения.
2) Наличие простого и достаточно мощного математического аппарата, опирающего на теорию множеств и математическую логику и обеспечивающего теоретический базис реляционного подхода к организации баз данных.
3) Возможность ненавигационного манипулирования данными без необходимости знания конкретной физической организации баз данных во внешней памяти.

- **Фундаментальные свойства отношений**

  - нет одинаковых кортежей
  - кортежи не упорядочены
  - атрибуты не упорядочены
  - все значения атрибутов атомарные

Соответствие формальных реляционных терминов и их неформальных эквивалентов

Формальный реляционный термин	**Неформальный эквивалент**
Отношение	Таблица
Кортеж	Строка
Кардинальное число	Количество строк
Атрибут	Столбец
Степень	Количество столбцов
Первичный ключ	Уникальный идентификатор
Домен	Совокупность допустимых значений

Таблица, строка, столбец

- данные в ячейках таблицы структурно неделимы;
- данные в одном столбце одного типа;
- имена столбцов уникальны;
- каждая строка таблицы уникальна;
- строки и столбцы таблицы размещаются в произвольном порядке.

Реляционная алгебра

Реляционная алгебра – это коллекция операций, которые принимают таблицы в качестве операндов и возвращают таблицы в качестве результата.

Язык SQL, его структура, стандарты, история развития.

Доступ к данным осуществляется в виде запросов, которые формулируются на стандартном языке запросов. Сегодня для большинства СУБД таким языком является SQL.

Появление и развития этого языка как средства описания доступа к базе данных связано с созданием теории реляционных баз данных. Прообраз языка SQL возник в 1970 году в рамках научно-исследовательского проекта System/R (IBM). Ныне SQL — это стандарт интерфейса с реляционными СУБД.

SQL не является языком программирования в традиционном представлении.

На нем пишутся не программы, а запросы к базе данных. Поэтому SQL — декларативный или непроцедурный язык. Это означает, что с его помощью можно сформулировать, что необходимо получить, но нельзя указать, как это следует сделать.

Первый международный стандарт языка SQL был принят в 1989 г. (SQL/89 или SQL1), в 1992 г. был принят стандарт языка SQL (SQL/92 или SQL2). В 1999 г. появился стандарт SQL3. В SQL3 введены новые типы данных, при этом предоставляется возможность задания сложных структурированных типов данных, которые в большей степени соответствуют объектной ориентации. Появились стандарты на события и триггеры, которые раньше не затрагивались в стандартах.

История развития SQL

SQL

– не относится к традиционным языкам программирования;

– не содержит традиционные операторы, управляющие ходом выполнения программы, операторы описания типов и т. д.;

– содержит только набор стандартных операторов доступа к данным, хранящимся в базе данных;

– операторы SQL встраиваются в базовый язык программирования.

Язык SQL делится на подмножества.

1) **Язык определения данных** (DDL - Data Definition Language) предоставляет пользователям средства указания типа данных и их структуры, а также средства задания ограничений для информации, хранимой в базе данных.

   Операторы – CREATE, ALTER, DROP.

2) **Язык манипулирования данными** (DML - Data Manipulation Language) позволяет вставлять, обновлять и извлекать информацию из базы данных.

   Операторы – SELECT, INSERT, DELETE, UPDATE.

3) **Язык управления данными** (DCL - Data Control Language) состоит из управляющих операторов.

   Операторы – GRANT, REVOKE.

4) **Язык управления транзакциями**.

   Операторы – COMMIT, ROLLBACK, SAVEPOINT.

   Запрос на языке SQL состоит из одного или нескольких операторов, следующих один за другим и разделенных точкой с запятой.

Основные операторы языка SQL

SELECT – выбрать строку (группу строк) из таблицы базы данных;

INSERT – добавить строку (группу) в таблицу базы данных;

UPDATE – изменить строку (группу) таблицы БД;

DELETE – удалить строку (группу) из таблицы БД.

Основные операторы языка SQL

Примеры запросов:

Определить количество деталей на складе для всех типов деталей.

```
SELECT Название_детали, Количество
FROM Деталь .
```

Какие детали, изготовленные из стали, хранятся на складе?

```
SELECT *
FROM Деталь
WHERE Материал = 'Сталь' .
```

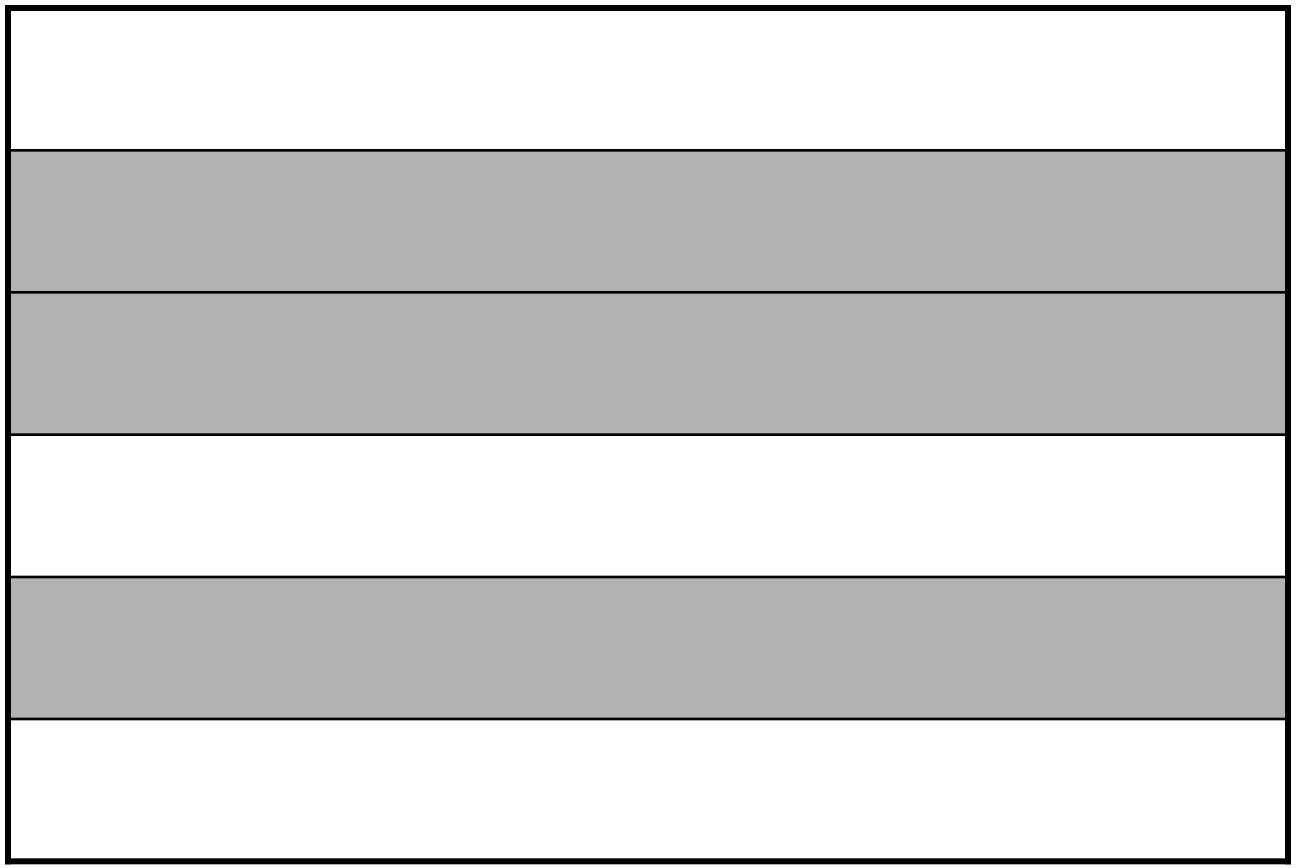
Основные операторы языка SQL

Примеры запросов:

Определить название и количество деталей на складе, которые изготовлены из пластмассы и весят менее 5 килограммов.

```
SELECT Название_детали, Количество
FROM Деталь
WHERE Материал = 'Пластмасса'
AND Вес < 5 .
```

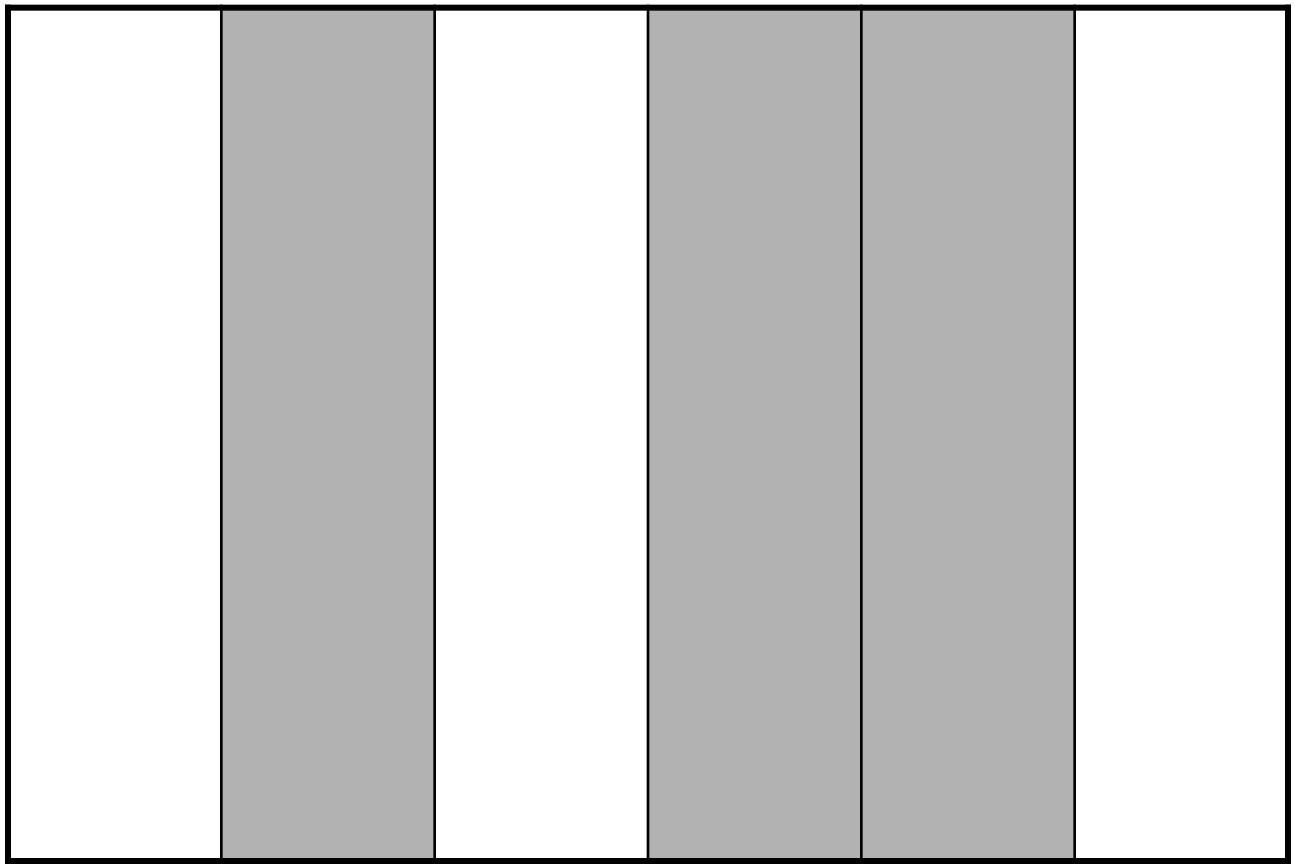
Сокращение



Пример 6:

```
SELECT * FROM A WHERE A.a > 10;
```

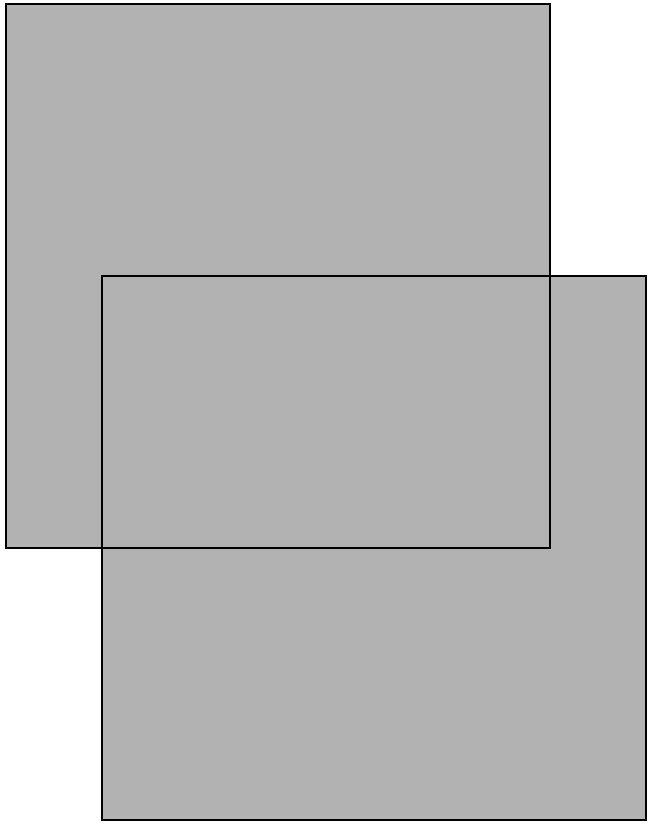
Проекция



Пример 7:

```
SELECT A.a, A.c, A.f FROM A;
```

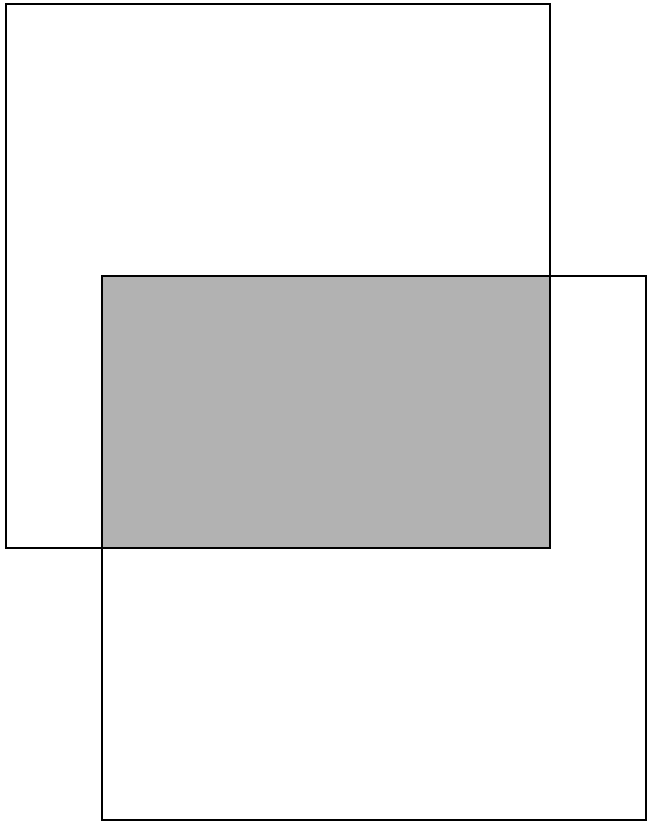
Объединение



Пример 8:

```
SELECT * FROM A
  UNION
SELECT * FROM B;
```

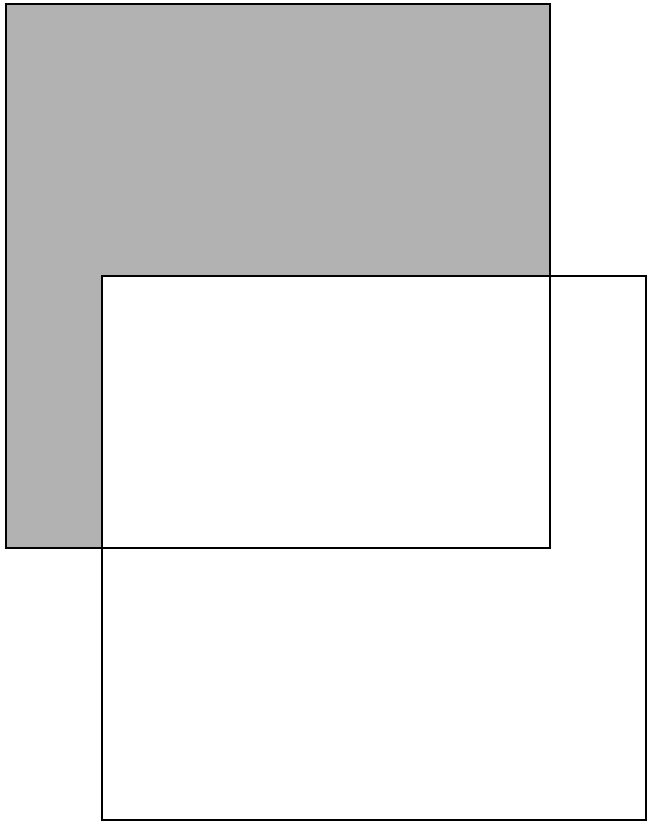
Пересечение



Пример 9:

```
SELECT * FROM A
  INTERSECT
SELECT * FROM B;
```

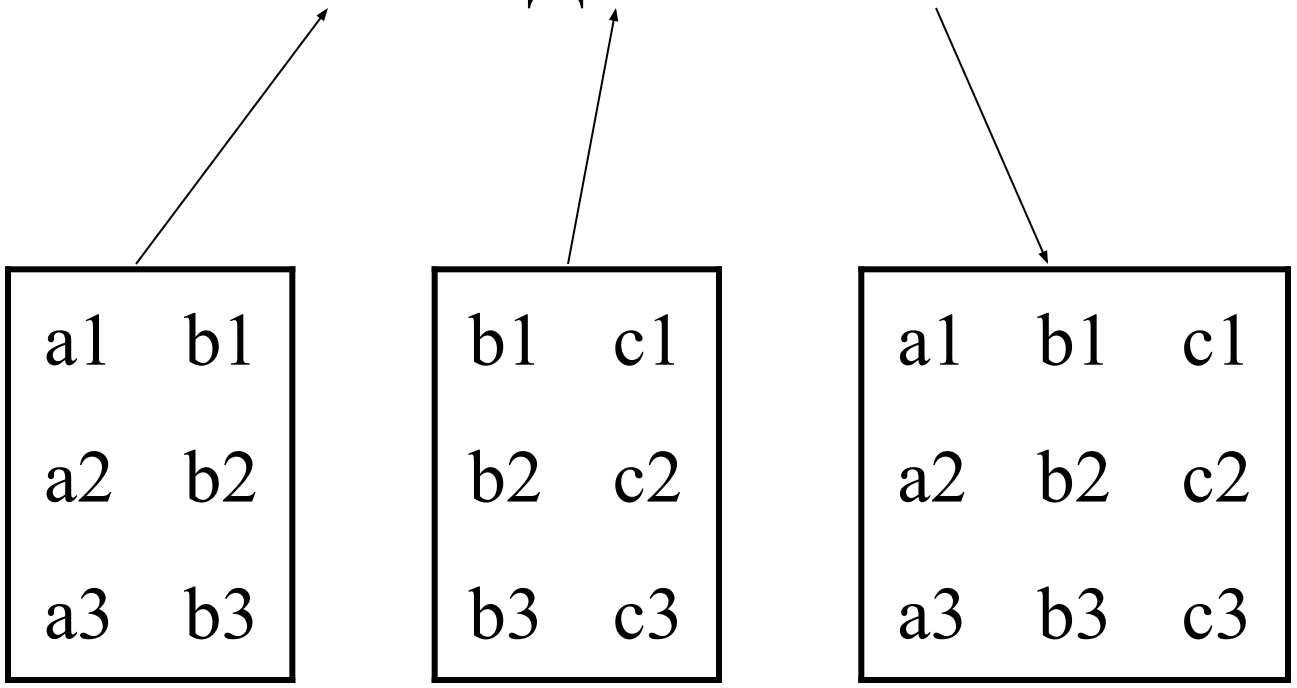
Разность



Пример 10:

```
SELECT * FROM A
  MINUS
SELECT * FROM B;
```

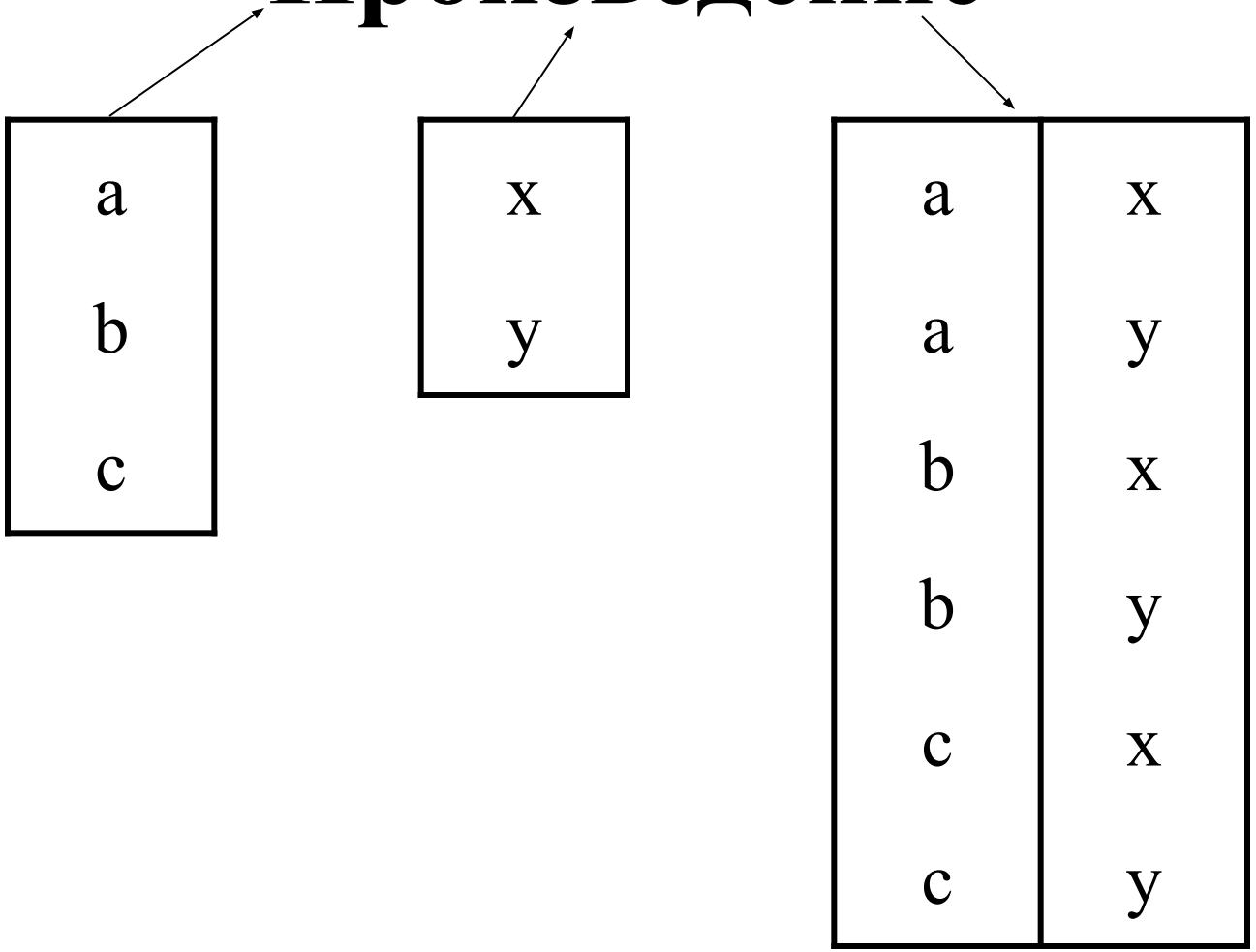
Соединение



Пример 11:

```
SELECT A.a, A.b, B.c
  FROM A, B
  WHERE A.b = B.b;
```

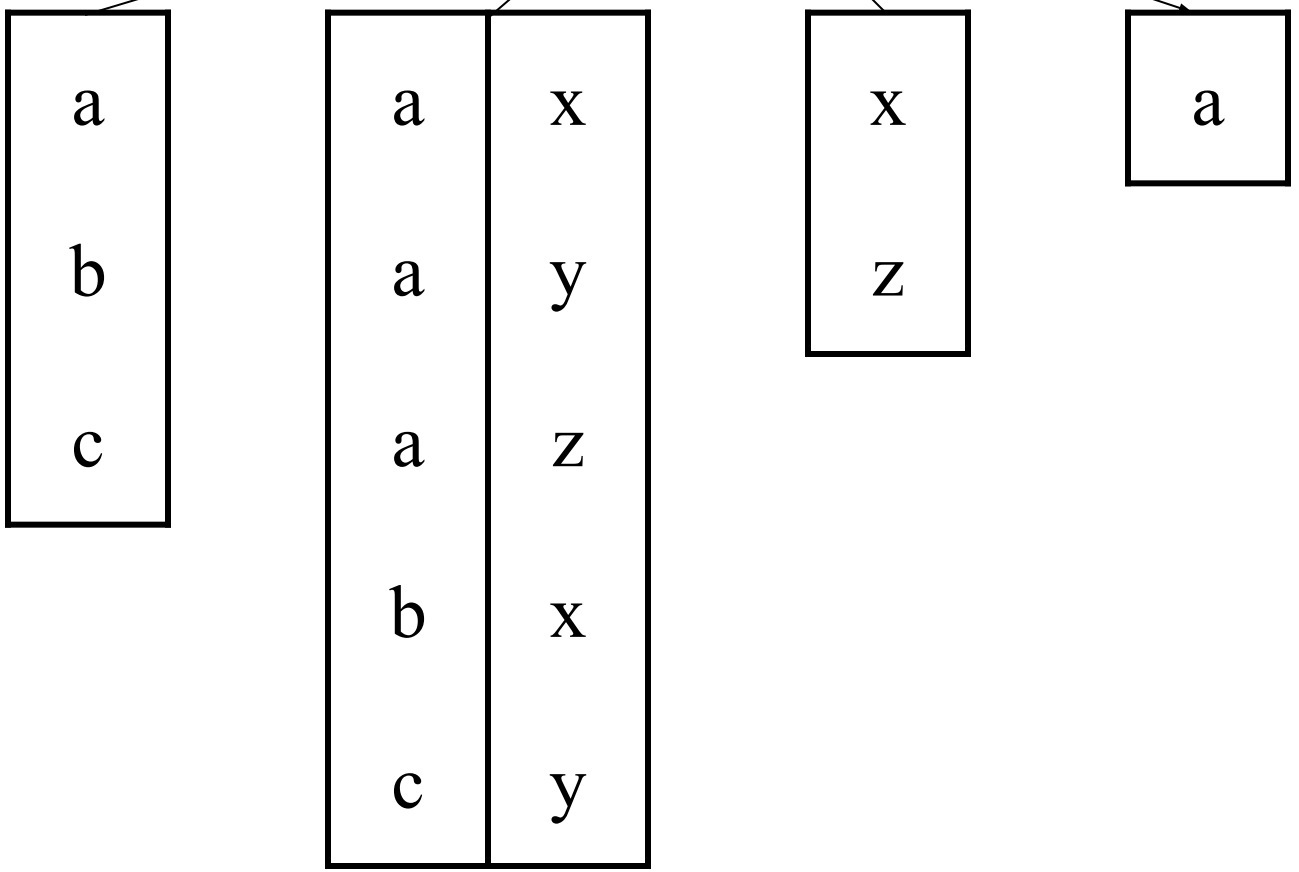
Произведение



Пример 12:

```
SELECT A.*, B.* FROM A, B;
```

Деление



Пример 13:

```
SELECT DISTINCT A.a
  FROM A
  WHERE NOT EXISTS
    (SELECT X.x
       FROM X
       WHERE NOT EXISTS
         (SELECT AX.*
            FROM AX
            WHERE
              AX.a=A.a AND
              AX.x=X.x));
```

Жизненный цикл Базы Данных