

Реляционная модель данных

Базы данных

Юдинцев В. В.

Кафедра математических методов в экономике

14 марта 2022 г.



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

Содержание

- 1 Реляционная модель данных
- 2 Реляционная алгебра

Модели данных

- Для адекватного **отображения** в БД **состояния объектов и их взаимосвязей** в рассматриваемой предметной области необходима модель данных – модель объектов и их взаимосвязей.
- Все модели данных делятся на три вида, используемые на трёх этапах проектирования:
 - Инфологическая
 - Даталогическая
 - Физическая

Инфологическая модель

- На первом этапе (после постановки задачи) исследуется предметная область, **выявляются объекты и процессы, которые нужно будет отобразить** в информационной системе при решении задач, для которых разрабатывается информационная система.
- На первом этапе строится **семантическая модель** предметной области. Такая модель создаётся без ориентации на какую-либо конкретную СУБД и модель данных.
- Наиболее распространённой инфологической моделью является **модель сущность-связь**.

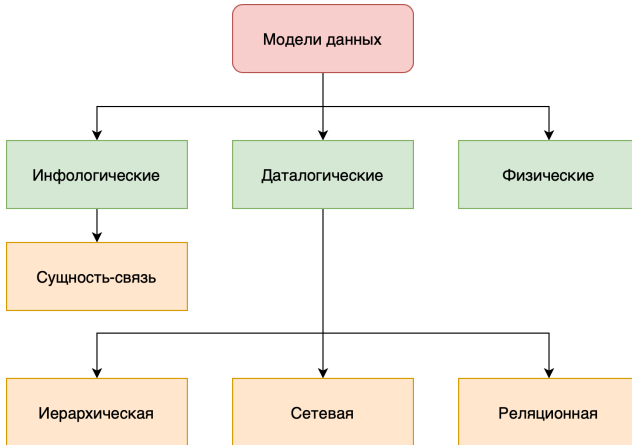
Даталогическое проектирование

- **Даталогическое проектирование** – создание схемы базы данных на основе конкретной модели данных, например, на основе реляционной модели данных.

Физическое проектирование

- **Физическое проектирование** – создание схемы базы данных для конкретной системы управления баз данных.
- Специфика конкретной СУБД может включать в себя ограничения на именование объектов базы данных, ограничения на поддерживаемые типы данных.

Модели данных



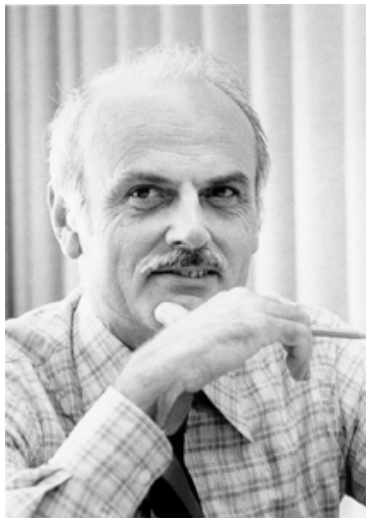
Даталогические модели

Логическую структуру хранимых в базе **данных** называют **моделью представления данных**. К основным моделям представления данных (моделям данных) относятся следующие:

- иерархическая
- сетевая
- реляционная
- постреляционная
- многомерная
- объектно-ориентированная

Реляционная модель данных

Автор реляционной модели



- Реляционная модель данных разработана математиком Эдгар Фрэнк Кодд (Edgar Frank Codd, 1923–2003), сотрудником IBM
- Codd E. F. A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks. CACM 13: 6. Статья вышла в июне 1970 года

Реляционная модель

- Реляционная модель – совокупность данных, состоящая из набора двумерных таблиц
- В теории множеств таблице соответствует термин отношение ([relation](#))
- Реляционная модель данных некоторой предметной области представляет собой набор отношении ([relations](#)), изменяющихся во времени

Элементы реляционной модели

| Элемент модели | Форма представления |
|-------------------|--|
| Отношение | Таблица |
| Схема отношения | Заголовок таблицы |
| Сущность | Описание свойств объекта |
| Кортеж | Строка таблицы |
| Атрибут | Заголовок столбца таблицы |
| Тип данных | Тип значений элементов таблицы |
| Домен | Множество допустимых значений атрибута |
| Значение атрибута | Значение поля в записи |
| Первичный ключ | Один или несколько атрибутов |

Пример отношения “Сотрудник”

СХЕМА ОТНОШЕНИЯ
(СТРОКА ЗАГЛОВОКА)

АТРИБУТ "ДОЛЖНОСТЬ"
(ЗАГОЛОВОК СТОЛБЦА)

КОРТЕЖ
(СТРОКА)

| ID | ФИО | Должность | Дата рождения |
|---------|---------|------------------|---------------|
| 1000125 | Иванов | Инженер | 27.03.1995 |
| 1000126 | Сергеев | Инженер | 10.12.1990 |
| 1000127 | Петров | Начальник отдела | 11.07.1996 |

ЗНАЧЕНИЕ АТТРИБУТА
(ЗНАЧЕНИЕ ПОЛЯ В ЗАПИСИ)

The diagram illustrates a database relation named "Сотрудник" (Employee). It is represented as a table with four columns: ID, ФИО (Full Name), Должность (Position), and Дата рождения (Date of Birth). The first row is the header row, and the following three rows are data rows. Annotations point to the header row, the 'Должность' column header, the second data row, and the 'Начальник отдела' value in the third data row.

Определения

- **Степень** отношения определяется количеством атрибутов, которое оно содержит.
- **Кардинальность** – это количество кортежей, которое содержит отношение.
- **Реляционная база данных** – это набор нормализованных отношений.

Домен представляет собой множество всех возможных значений определенного атрибута отношения.

Сотрудник включает 4 домена:

- 1 фамилии всех сотрудников
- 2 номера всех отделов
- 3 названия всех должностей
- 4 даты рождения всех сотрудников

Первичный ключ (ПК, Primary Key)

Ключ отношения, ключевой атрибут:

- атрибут отношения, однозначно идентифицирующий каждый из его кортежей
- ключ может быть составным (сложным) – состоять из нескольких атрибутов

Первичный ключ (ПК, Primary Key)

Ключ отношения, ключевой атрибут:

- каждое отношение обязательно имеет комбинацию атрибутов, которая может служить ключом.
- существование ключа гарантируется тем, что отношение — это множество, которое не содержит одинаковых элементов
- в отношении может быть несколько ключей – **ВОЗМОЖНЫЕ КЛЮЧИ**.

Внешний ключ

- отношение R_1 может содержать не ключевой атрибут, значение которого является ключом другого отношения R_2
- атрибут в отношении R_1 – это **внешний ключ**

| ФИО | Отдел | Отдел | Наименование |
|-----------------|-------|-------|--------------------|
| Иванов И. И. | 1 | 1 | Отдел маркетинга |
| Горбунков С. С. | 2 | 2 | IT-отдел |
| Петров В. Е. | 2 | 3 | Бухгалтерия |
| ... | | 4 | Отдел планирования |

Атрибут **Отдел** является внешним ключом в таблице **Сотрудники**, и первичным ключом таблицы **Отделы**.

Для чего нужны ключи

- исключения дублирования значений в ключевых атрибутах
- организации связывания таблиц
- упорядочения кортежей
- ускорения работы к кортежами отношения

Таблица и Отношение

Условия того, что таблица является **отношением**

- 1 все строки таблицы должны быть уникальны, то есть не может быть строк с одинаковыми первичными ключами
- 2 имена столбцов таблицы должны быть различны, а значения их простыми, то есть недопустима группа значений в одном столбце одной строки
- 3 все строки одной таблицы должны иметь одну структуру, соответствующую именам и типам столбцов
- 4 Порядок размещения строк в таблице может быть произвольным

Реляционная алгебра

Реляционная алгебра

- Отношения являются множествами, поэтому средства манипулирования отношениями базируются на операциях теории множеств с дополнительными специальными операциями, специфичными для баз данных
- Операции реляционной алгебры позволяют на основе одного или нескольких отношений создавать другое отношение без изменения самих исходных отношений.

Операции реляционной алгебры

- выборка
- проекция
- декартово произведение
- объединение
- вычитание
- пересечение
- деление
- соединение

Выборка

Из таблицы (R) выбирается строки (и формируется новая таблица – отношение R), удовлетворяющие некоторому условию (C).

$$R' = F_C(R)$$

R₁

| ID | Фамилия | Группа | Дата рождения |
|-----|---------------|--------|---------------|
| 101 | Воронин А. М. | 10215 | 2000 |
| 102 | Кацман И. С. | 10216 | 2001 |
| 103 | Давыдов Ю. И. | 20217 | 1999 |
| 103 | Скляров Р. Е. | 20217 | 2000 |

R₂

$$R_2 = F_{\text{Дата рождения} > 1999}(R_1)$$

| ID | Фамилия | Группа | Дата рождения |
|-----|---------------|--------|---------------|
| 101 | Воронин А. М. | 10215 | 2000 |
| 102 | Кацман И. С. | 10216 | 2001 |
| 103 | Скляров Р. Е. | 20217 | 2000 |

Проекция

В таблице (R) выбирается только заданные столбцы, при этом из результата исключаются повторяющиеся строки.

R₁

| ID | Фамилия | Группа | Дата рождения |
|-----|---------------|--------|---------------|
| 101 | Воронин А. М. | 10215 | 2000 |
| 102 | Кацман И. С. | 10216 | 2001 |
| 103 | Давыдов Ю. И. | 20217 | 1999 |
| 103 | Скляров Р. Е. | 20215 | 2000 |

R₂

| Группа | Дата рождения |
|--------|---------------|
| 10215 | 2000 |
| 10216 | 2001 |
| 20217 | 1999 |

Сцепление строк из одного отношения со строками из другого отношения (каждая строка первой таблицы сцепляется с каждой строкой второй таблицы).

Произведение

R₁

| ID | Дисциплина |
|-------|-------------|
| 22001 | История |
| 22002 | Математика |
| 22003 | Физика |
| 22004 | Информатика |

R₂

| ID | Фамилия | Группа | Дата рождения |
|-----|---------------|--------|---------------|
| 101 | Воронин А. М. | 10215 | 2000 |
| 102 | Кацман И. С. | 10216 | 2001 |
| 103 | Давыдов Ю. И. | 20217 | 1999 |
| 103 | Скляров Р. Е. | 20217 | 2000 |

R

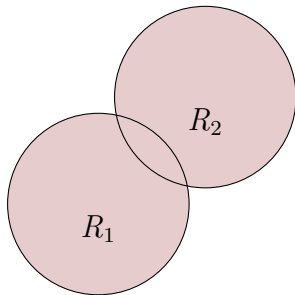
| ID | Фамилия | Группа | Дата рождения | ID | Дисциплина |
|-----|---------------|--------|---------------|-------|-------------|
| 101 | Воронин А. М. | 10215 | 2000 | 22001 | История |
| 101 | Воронин А. М. | 10215 | 2000 | 22002 | Математика |
| 101 | Воронин А. М. | 10215 | 2000 | 22003 | Физика |
| 101 | Воронин А. М. | 10215 | 2000 | 22004 | Информатика |
| 102 | Кацман И. С. | 10216 | 2001 | 22001 | История |
| 102 | Кацман И. С. | 10216 | 2001 | 22002 | Математика |
| 103 | Скляров Р. Е. | 20217 | 2000 | 22003 | Физика |
| 103 | Скляров Р. Е. | 20217 | 2000 | 22004 | Информатика |

Объединение

- Итоговая таблица содержит строки из первой и второй таблицы

$$R = R_1 \cup R_2$$

- Операция объединения может быть выполнена только тогда, когда два отношения обладают одинаковым числом и названиями атрибутов (столбцов), т.е. **совместимы по объединению**.

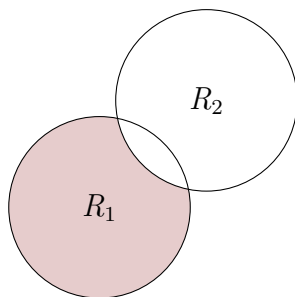


Разность

- Отношение с тем же заголовком, что и у совместимых по типу отношений R_1 и R_2 , и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих отношению R_1 и не принадлежащих отношению R_2

$$R = R_1 \setminus R_2$$

- Операция разности может быть выполнена только тогда, когда два отношения обладают одинаковым числом и названиями атрибутов (столбцов), т.е. **совместимы по объединению**.

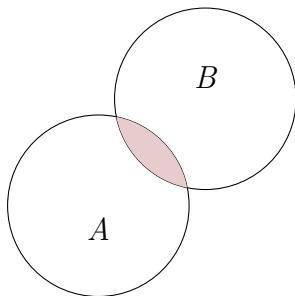


Пересечение

- Отношение с тем же заголовком, что и у отношений R_1 и R_1 , и телом, состоящим из кортежей, принадлежащих одновременно обоим отношениям R_1 и R_1

$$R = R_1 \cap R_2$$

- Операция объединения может быть выполнена только тогда, когда два отношения обладают одинаковым числом и названиями атрибутов (столбцов), т.е. **совместимы по объединению**.



Деление

- **Делимое**: таблица (отношение) A содержит атрибуты $A_1, A_2, A_3, \dots A_n$
- **Делитель**: таблица (отношение) B содержит атрибуты из подмножества $A_1, A_2, A_3, \dots A_k, k < n$

$$C = A/B$$

- C содержит только атрибуты (столбцы), входящие в A , но не входящие в B
- C содержит только те кортежи (строки), декартово произведения которых с B содержится в A

Деление

A

| Учитель | Предмет |
|----------|------------|
| Воронин | Физика |
| Воронин | Астрономия |
| Андреев | Математика |
| Андреев | Геометрия |
| Андреев | Физика |
| Васильев | Физика |
| Васильев | Химия |
| Васильев | Биология |
| Романов | Химия |

B

| Предмет |
|---------|
| Физика |
| Химия |

C = A / B

| Учитель |
|----------|
| Васильев |



C x B

C

| |
|----------|
| Васильев |
|----------|

B

| |
|--------|
| Физика |
| Химия |

Существует несколько способов соединения отношений (таблиц)

- естественное
- внешнее
- тета-соединение
- ...

Все способы основаны на декартовом произведении, с применением к результату дополнительных ограничений.

Естественное соединения

Изображение: Осипов Д. Л. Технологии проектирования баз данных. – М.: ДМК Пресс, 2019.

R – «Преподаватели»

| SURNAME | CHAIR_ID |
|----------|----------|
| Орлов | 1 |
| Володина | 1 |
| Шуверов | 3 |
| Калюжный | 2 |
| Аскеров | 2 |



S – «Кафедры»

| CHAIR_ID | CHAIR |
|----------|-------------------|
| 1 | Высшая математика |
| 2 | Физика |
| 3 | Информатика |
| 4 | Химия |



P – Естественное соединение

| SURNAME | CHAIR_ID | CHAIR |
|----------|----------|-------------------|
| Орлов | 1 | Высшая математика |
| Володина | 1 | Высшая математика |
| Шуверов | 3 | Информатика |
| Калюжный | 2 | Физика |
| Аскеров | 2 | Физика |

Правое внешнее соединение

Изображение: Осипов Д. Л. Технологии проектирования баз данных. – М.: Диалекс, 2019.

R – «Преподаватели»

| SURNAME | CHAIR_ID |
|----------|----------|
| Орлов | 1 |
| Володина | 1 |
| Шуверов | 3 |
| Калюжный | 2 |
| Аскеров | 2 |

\supseteq

S – «Кафедры»

| CHAIR_ID | CHAIR |
|----------|-------------------|
| 1 | Высшая математика |
| 2 | Физика |
| 3 | Информатика |
| 4 | Химия |



P – Правое внешнее соединение

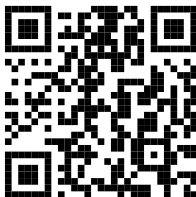
| SURNAME | CHAIR_ID | CHAIR |
|----------|----------|-------------------|
| Орлов | 1 | Высшая математика |
| Володина | 1 | Высшая математика |
| Калюжный | 2 | Физика |
| Аскеров | 2 | Физика |
| Шуверов | 3 | Информатика |
| NULL | 4 | Химия |

Тета соединение

- Тета-соединение определяет отношение, содержащее строки из декартового произведения отношений R и S , удовлетворяющие предикату
- Предикат может использовать не только оператор равенства (естественное соединение), но и любой другой оператор сравнения

Список использованных источников

- Осипов Д. Л. Технологии проектирования баз данных. – М.: ДМК Пресс, 2019.



<https://classmech.ru/pages/databases/main>