



Курс лекций «Базы
данных»



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
SAMARA UNIVERSITY

Лекция 7

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЛЯЦИОННЫХ БД

Часть 1.

Функциональные зависимости

Типы функциональных зависимостей

Функциональные зависимости (ФЗ) являются отражением семантики взаимосвязи данных в предметной области.

Пусть R – переменная отношения, A, B – произвольные подмножества множества всех атрибутов R .

$A \rightarrow B$, то есть B *функционально зависит* от A тогда и только тогда, когда для любого допустимого значения R каждое значение A связано только с одним значением B .

Левая часть выражения называется *детерминантом* (детерминантой) функциональной зависимости (ФЗ), **правая** – *зависимой частью* ФЗ.



Примеры функциональных зависимостей

Пусть в отношении

СТУДЕНТ (Номер зачетной книжки, Фамилия, Имя, Отчество, Адрес, Код группы)

существуют такие ФЗ:

- Номер зачетной книжки → Фамилия, Имя, Отчество
- Номер зачетной книжки → Адрес, Код группы
- Номер зачетной книжки, Фамилия, Имя, Отчество → Адрес, Код группы

Множество атрибутов отношения, которое содержит в качестве подмножества потенциальный ключ называется *суперключом* этого отношения.



Примеры функциональных взаимозависимостей

Если в то же отношение **СТУДЕНТ** добавить атрибут *Староста группы*, то появятся такие ФЗ:

- Код группы → Староста группы
- Староста группы → Код группы

(причем, ни атрибут Код группы, ни атрибут Староста группы не являются потенциальными ключами).



Если существует функциональная зависимость вида $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow A$, то между A и B имеется взаимно однозначное соответствие, или **функциональная взаимозависимость**.

Наличие функциональной взаимозависимости между атрибутами A и B обозначим, как $A \leftrightarrow B$ или $B \leftrightarrow A$.

Существуют такие ФЗ, которые учитываются только формально, т.к. они всегда существуют и подразумеваются самим определением ФЗ. Это *тривиальные ФЗ*.

Тривиальная функциональная зависимость – это такая ФЗ, зависимая часть которой является подмножеством детерминанта.



Пример тривиальной функциональной зависимости

- Номер зачетной книжки, Фамилия, Имя, Отчество → Фамилия, Имя, Отчество
- Код группы, Курс → Курс

Множество всех функциональных зависимостей, которые задаются конкретным множеством функциональных зависимостей S , т. е. могут быть выведены из этих зависимостей, называется *замыканием* множества зависимостей S и обозначается S^+ .

Частичная функциональная зависимость – это зависимость неключевого атрибута от части составного ключа.

Пример частичной функциональной зависимости

Для отношения **ПРЕПОДАВАТЕЛЬ–ДИСЦИПЛИНА** (Фамилия преподавателя, Должность, Дисциплина, Часы) первичным ключом является составной ключ – *{Фамилия преподавателя, Дисциплина}*.

Значение атрибута Часы зависит от атрибута Дисциплина, т.е. имеется частичная функциональная зависимость:
Дисциплина \rightarrow Часы.

Атрибут С зависит от атрибута А *транзитивно* (существует *транзитивная зависимость*), если для атрибутов А, В, С выполняются условия $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow C$, но обратная зависимость отсутствует.

Пример транзитивной функциональной зависимости

Пусть существует отношение

СОТРУДНИК (ФИО, Должность, Оклад).

В рамках одной организации для каждой должности установлен определенный оклад, поэтому можно сказать, что существует зависимость вида *Должность* → *Оклад*.

Также можно сказать, что существует зависимость *ФИО* → *Должность*.

В отношении СОТРУДНИК транзитивной зависимостью связаны атрибуты:

ФИО → *Должность* → *Оклад*

Аксиомы вывода функциональных зависимостей

Пусть имеется отношение r
со схемой отношения $R, X, Y, Z, W \subseteq R$.

- 1. Рефлексивность:** $X \rightarrow X$.
- 2. Пополнение:** если r удовлетворяет функциональной зависимости $X \rightarrow Y$, то оно удовлетворяет и функциональной зависимости $XZ \rightarrow Y$.
- 3. Аддитивность:** если в отношении r заданы функциональные зависимости $X \rightarrow Y$ и $X \rightarrow Z$, то существует функциональная зависимость $X \rightarrow YZ$.

Аксиомы вывода функциональных зависимостей

- 4. Проективность:** если в отношении r задана функциональная зависимость $X \rightarrow YZ$, то существует и функциональная зависимость $X \rightarrow Y$.
- 5. Транзитивность:** если в отношении r заданы функциональные зависимости $X \rightarrow Y$ и $Y \rightarrow Z$, то существует и функциональная зависимость $X \rightarrow Z$.
- 6. Псевдотранзитивность:** если в отношении r заданы функциональные зависимости $X \rightarrow Y$ и $YZ \rightarrow W$, то существует и функциональная зависимость $XZ \rightarrow W$.

Данная система аксиом является полной и избыточной.



В отношении R атрибут B *многозначно зависит* от атрибута A , если каждому значению A соответствует множество значений B , не связанных с другими атрибутами из R .

Многозначные зависимости (МЗ) могут быть

«один ко многим» (1:M),

«многие к одному» (M:1)

«многие ко многим» (M:M), обозначаемые

соответственно:

$$A \twoheadrightarrow B, A \ll B \text{ и } A \longleftrightarrow B.$$

Например, пусть преподаватель ведет несколько предметов, а каждый предмет может вестись несколькими преподавателями, тогда имеет место зависимость $\text{ФИО} \longleftrightarrow \text{Предмет}$.



АКСИОМЫ ВЫВОДА МНОГОЗНАЧНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

Пусть имеется отношение r со схемой отношения R , $X, Y, Z, W \subseteq R$.

- 1. Рефлексивность:** $X \twoheadrightarrow X$.
- 2. Пополнение:** если r удовлетворяет многозначной зависимости $X \twoheadrightarrow Y$, то оно удовлетворяет и многозначной зависимости $XZ \twoheadrightarrow Y$.
- 3. Аддитивность:** если в отношении r заданы многозначные зависимости $X \twoheadrightarrow Y$ и $X \twoheadrightarrow Z$, то существует и многозначная зависимость $X \twoheadrightarrow YZ$.

АКСИОМЫ ВЫВОДА МНОГОЗНАЧНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

4. **Проективность:** если в отношении r задана многозначная зависимость $(X \twoheadrightarrow Y) \& (X \twoheadrightarrow Z)$, то существует и многозначная зависимость $X \twoheadrightarrow (Y \cap Z)$ или $X \twoheadrightarrow (Y - Z)$.
5. **Транзитивность:** если в отношении r заданы многозначные зависимости $X \twoheadrightarrow Y$ и $Y \twoheadrightarrow Z$, то существует и многозначная зависимость $X \twoheadrightarrow Z - Y$.
4. **Псевдотранзитивность:** если в отношении r заданы многозначные зависимости $X \twoheadrightarrow Y$ и $YW \twoheadrightarrow Z$, то существует и многозначная зависимость $XW \twoheadrightarrow Z - (YW)$.
5. **Дополнение:** если в отношении r заданы многозначные зависимости $X \twoheadrightarrow Y$ и $Z = R - XY$, то существует и многозначная зависимость $X \twoheadrightarrow Z$.

Два или более атрибута называются **взаимно независимыми**, если ни один из этих атрибутов не является функционально зависимым от других атрибутов.

В случае двух атрибутов отсутствие зависимости атрибута A от атрибута B можно обозначить так:
 $A \not\rightarrow B$.

Случай, когда $A \not\rightarrow B$ и $B \not\rightarrow A$, можно обозначить

$A \not\leftrightarrow B$.

Пример диаграммы зависимостей



Возможны и другие варианты **диаграмм зависимостей**, но как бы не выглядела такая диаграмма, она облегчает процесс анализа отношения и выделения всевозможных зависимостей между атрибутами, а в последствии и процесс нормализации.

