

## Метод нормальных форм Зависимости между атрибутами

**Функциональная зависимость  $A \rightarrow B$ : каждому значению атрибута  $A$  соответствует единственное значение атрибута  $B$**

**№\_паспорта  $\rightarrow$  ФИО; Кафедра  $\rightarrow$  Факультет**

**Полная функциональная зависимость: атрибут  $B$  зависит от атрибута  $A$  и не зависит от части (подмножества) атрибута  $A$**

**$A = \{\text{№\_зач.книжки}\}$ ;  $B = \{\text{ФИО}\}$ : №\_зач.книжки  $\rightarrow$  ФИО – полная зависимость**

**$A = \{\text{№\_паспорта, №\_зач.книжки}\}$ ;  $B = \{\text{ФИО}\}$ :**

**№\_паспорта, №\_зач.книжки  $\rightarrow$  ФИО – неполная зависимость**

**Транзитивная зависимость: атрибут  $C$  транзитивно зависит от  $A$ , если атрибут  $B$  зависит от  $A$ , атрибут  $C$  зависит от  $B$ , а обратные зависимости отсутствуют**

**Группа  $\rightarrow$  Кафедра  $\rightarrow$  Факультет; ФИО  $\rightarrow$  Должность  $\rightarrow$  Оклад**

**Многозначная зависимость  $A \twoheadrightarrow B$ : данному значению атрибута  $A$  соответствует множество значений атрибута  $B$ , не зависящих от других атрибутов**

**А) Один преподаватель ведет несколько предметов: ФИО  $\twoheadrightarrow$  Предмет (1:M)**

**Б) Несколько преподавателей ведут один предмет: ФИО  $\twoheadleftarrow$  Предмет (M:1)**

**В) Несколько преподавателей ведут несколько предметов: ФИО  $\twoheadleftarrow$  Предмет (M:M)**

# **Метод нормальных форм**

## **Характеристики атрибутов**

**Возможный ключ отношения – набор атрибутов, однозначно определяющий единственный кортеж**

**Первичный ключ – один из возможных ключей**

**Ключевой атрибут – атрибут, входящий в состав первичного ключа**

**Неключевой атрибут – атрибут, не входящий в состав ни одного из возможных ключей**

**Детерминант отношения – атрибут, функционально определяющий другой атрибут**

**Взаимно-независимые атрибуты – атрибуты, функционально не зависящие друг от друга**

# Метод нормальных форм

## Свойства нормальных форм

### Последовательность нормальных форм

- 1) Первая нормальная форма 1 NF (Normal Form)
- 2) Вторая нормальная форма 2 NF
- 3) Третья нормальная форма 3 NF
- 4) Улучшенная третья нормальная форма, нормальная форма Бойса-Кодда BCNF
- 5) Четвертая нормальная форма 4 NF
- 6) Пятая нормальная форма, нормальная форма проекции-соединения 5 NF (PJNF)

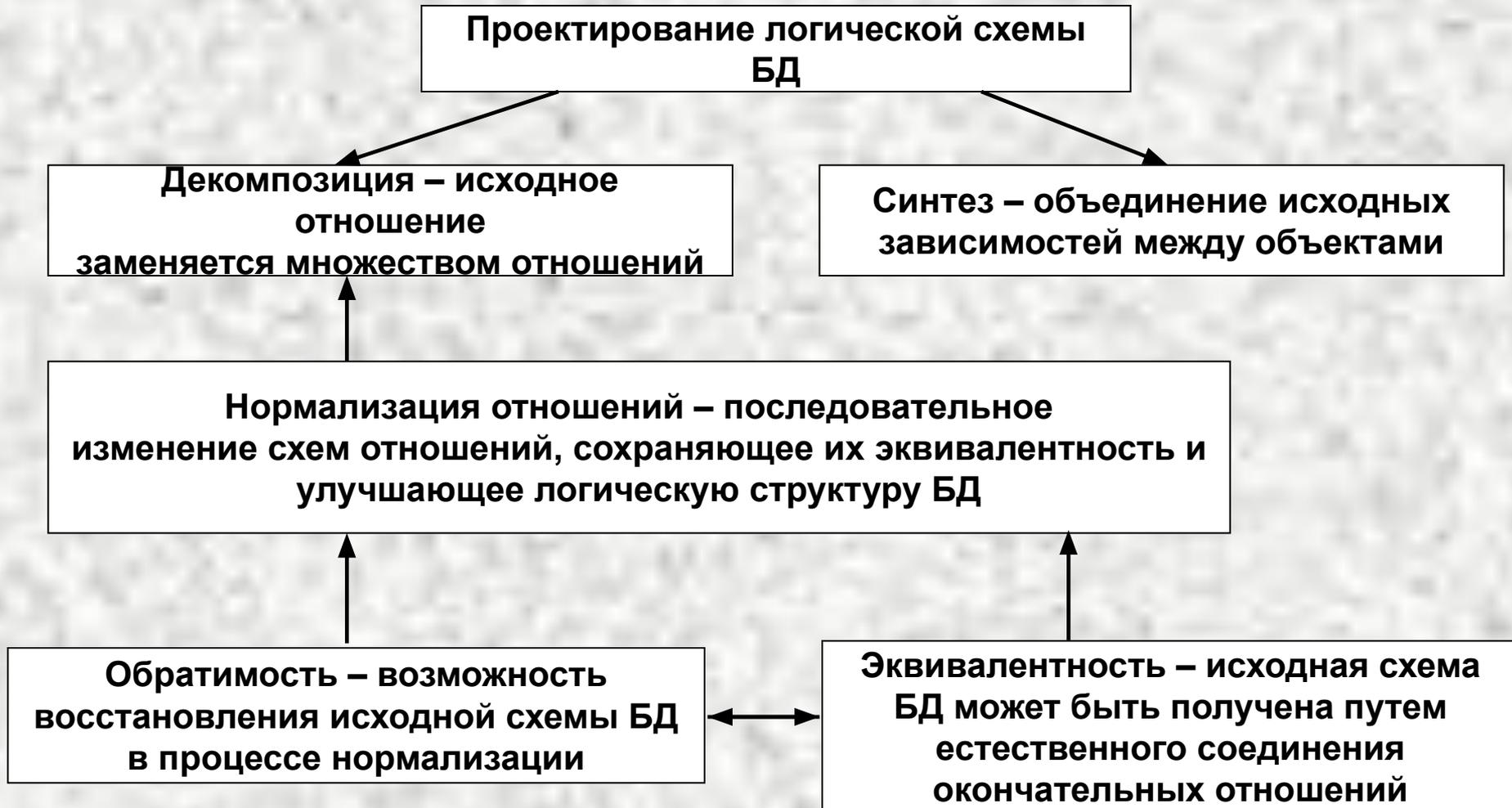
Свойства  
нормальных форм

Каждая следующая нормальная форма улучшает свойства предыдущей

При переходе к следующей нормальной форме свойства предыдущих форм сохраняются

# Метод нормальных форм

## Цель нормализации отношений



# Метод нормальных форм

## Первая нормальная форма

Отношение находится в первой нормальной форме, если в любом допустимом значении этого отношения каждый его кортеж содержит только одно значение для каждого атрибута

Исходное отношение

Преподаватель	Предмет	Группа
Петренко А.Л.	Линейная алгебра	12-01
	Аналитическая геометрия	11-02
Грушин К.К.	Общая физика	07-12
	Молекулярная динамика	12-03

Отношение в 1NF

Преподаватель	Предмет	Группа
Петренко А.Л.	Линейная алгебра	12-01
Петренко А.Л.	Аналитическая геометрия	11-02
Грушин К.К.	Общая физика	07-12
Грушин К.К.	Молекулярная динамика	12-03

# Метод нормальных форм

## Вторая нормальная форма

Отношение находится во второй нормальной форме, если оно находится в 1NF и все его атрибуты, не входящие в первичный ключ (неключевые), связаны полной функциональной зависимостью с атрибутами первичного ключа

Исходное отношение

№_зач.книжки	ФИО	Группа	Предмет	Оценка
--------------	-----	--------	---------	--------

Первичный ключ: №\_зач.книжки, Предмет

№\_зач.книжки, Предмет → ФИО; №\_зач.книжки, Предмет → Группа

№\_зач.книжки, Предмет → Оценка

Неполные зависимости: №\_зач.книжки → ФИО; №\_зач.книжки → Группа

№_зач.книжки	ФИО	Группа
--------------	-----	--------

№_зач.книжки	Предмет	Оценка
--------------	---------	--------

Отношения в 2NF

# Метод нормальных форм

## Третья нормальная форма

Отношение находится в третьей нормальной форме, если оно находится в 2NF не содержит транзитивных зависимостей

Исходное отношение

№_зач.книжки	ФИО	Группа	Кафедра	Факультет
--------------	-----	--------	---------	-----------

Первичный ключ: №\_зач.книжки

№\_зач.книжки → ФИО; №\_зач.книжки → Группа; №\_зач.книжки → Кафедра;

№\_зач.книжки → Факультет

Транзитивные зависимости: №\_зач.книжки → Группа → Кафедра → Факультет

№_зач.книжки	ФИО	Группа
--------------	-----	--------

Группа	Кафедра
--------	---------

Кафедра	Факультет
---------	-----------

Отношения в 3NF

# Метод нормальных форм

## Нормальная форма Бойса-Кодда

Отношение находится в нормальной форме Бойса-Кодда (НФБК), если оно находится в 3НФ и любая функциональная зависимость между ее атрибутами сводится к полной функциональной зависимости от возможного первичного ключа

Исходное отношение

ID_студент	№_зач.книжки	Предмет	Дата	Оценка
------------	--------------	---------	------	--------

Возможные ключи: ID\_студент, Предмет, Дата; №\_зач.книжки, Предмет, Дата

Функциональные зависимости: ID\_студент, Предмет, Дата → Оценка;

№\_зач.книжки, Предмет, Дата → Оценка;

ID\_студент → №\_зач.книжки; №\_зач.книжки → ID\_студент – 2 детерминанта не являются возможными ключами

ID_студент	Предмет	Дата	Оценка
------------	---------	------	--------

ID_студент	№_зач.книжки
------------	--------------

или

№_зач.книжки	Предмет	Дата	Оценка
--------------	---------	------	--------

ID_студент	№_зач.книжки
------------	--------------

Отношения в BCNF

# Метод нормальных форм

## Пример проецирования без потерь

Исходное отношение R

ФИО	Группа	Предмет
Готов В.В.	12-01	Паскаль
Готов В.В.	12-01	С++
Михайлов Э.М.	14-02	Паскаль
Краснюк Б.К.	15-03	Паскаль
Краснюк Б.К.	15-03	С++
Краснюк Б.К.	15-03	Oracle

$$R = R1[R1.A = R2.A]R2$$

$$R2 = R[A, C]$$

R1=R[A,B]

ФИО	Группа
Готов В.В.	12-01
Михайлов Э.М.	14-02
Краснюк Б.К.	15-03

ФИО	Предмет
Готов В.В.	Паскаль
Готов В.В.	С++
Михайлов Э.М.	Паскаль
Краснюк Б.К.	Паскаль
Краснюк Б.К.	С++
Краснюк Б.К.	Oracle

# Метод нормальных форм

## Четвертая нормальная форма

**Теорема Фейджина. Отношение R с атрибутами A, B и C может быть без потерь спроецировано в отношения R1 с атрибутами A и B и R2 с атрибутами A и C только в том случае, когда в исходном отношении существуют две многозначные зависимости атрибутов B и C от атрибута A**

**Отношение находится в четвертой нормальной форме тогда и только тогда, когда в случае существования многозначной зависимости атрибута B от атрибута A все остальные атрибуты этого отношения функционально зависят от атрибута A**

Исходное отношение

№_зач.книжки	Группа	Предмет
--------------	--------	---------

**Многозначные зависимости: Группа-»Предмет; Группа-» №\_зач.книжки**



# Метод нормальных форм

## Пятая нормальная форма

Проекция-соединение: Отношение  $R$  с атрибутами  $X, Y, \dots, Z$  удовлетворяет зависимости соединения  $X, Y, \dots, Z$  тогда, когда оно может быть восстановлено без потерь путем соединения своих проекций на  $X, Y, \dots, Z$

Исходное отношение  $R_1$

Преподаватель	Кафедра	Предмет
Готов В.В.	Радиофизика	Общая физика
Козлов М.К.	Автоматика	Электротехника
Михеев С.В.	Уфология	Электротехника
Орлов М.У.	Автоматика	Колебания и волны
Соколов Б.Р.	Лазерная физика	Газовые лазеры
Соколов Б.Р.	Лазерная физика	Электротехника
Ткачук С.В.	Уфология	Маркетинг
Зотов Г.В.	Высшая математика	Мат. анализ
Белоус Ц.Д.	Высшая математика	Диф. уравнения
Шевченко П.П.	Химия	Мат. анализ

Первичный ключ: Преподаватель, Кафедра, Предмет

# Метод нормальных форм

## Пятая нормальная форма

$R2 = \{\text{Преподаватель, Кафедра}\}$

Преподаватель	Кафедра
Готов В.В.	Радиофизика
Козлов М.К.	Автоматика
Михеев С.В.	Уфология
Орлов М.У.	Автоматика
Соколов Б.Р.	Лазерная физика
Соколов Б.Р.	Лазерная физика
Ткачук С.В.	Уфология
Зотов Г.В.	Высшая математика
Белоус Ц.Д.	Высшая математика
Шевченко П.П.	Химия

$R3 = \{\text{Преподаватель, Предмет}\}$

Преподаватель	Кафедра
Готов В.В.	Радиофизика
Козлов М.К.	Автоматика
Михеев С.В.	Уфология
Орлов М.У.	Автоматика
Соколов Б.Р.	Лазерная физика
Соколов Б.Р.	Лазерная физика
Ткачук С.В.	Уфология
Зотов Г.В.	Высшая математика
Белоус Ц.Д.	Высшая математика
Шевченко П.П.	Химия

# Метод нормальных форм

## Пятая нормальная форма

$R4 = \{\text{Кафедра, Предмет}\}$

Кафедра	Предмет
Автоматика	Электротехника
Автоматика	Колебания и волны
Высшая математика	Мат. анализ
Высшая математика	Диф. уравнения
Лазерная физика	Газовые лазеры
Лазерная физика	Электротехника
Радиофизика	Общая физика
Уфология	Электротехника
Уфология	Маркетинг
Химия	Мат. анализ

Получим все попарные соединения (R2, R3), (R2,R4) и (R3,R4)

# Метод нормальных форм

## Пятая нормальная форма

(R2, R3)

(R2, R4)

Преподаватель	Кафедра	Предмет
Глотов В.В.	Радиофизика	Общая физика
Козлов М.К.	Автоматика	Электротехника
Михеев С.В.	Уфология	Электротехника
Орлов М.У.	Автоматика	Кол. и волны
Соколов Б.Р.	Лаз. физ.	Газ. лазеры
Соколов Б.Р.	Лаз. физ.	Электротехника
Ткачук С.В.	Уфология	Маркетинг
Зотов Г.В.	Высш.матем.	Мат. анализ
Белоус Ц.Д.	Высш.матем.	Диф. уравнения
Шевченко П.П.	Химия	Мат. анализ

Преподаватель	Кафедра	Предмет
Глотов В.В.	Радиофизика	Общая физика
Козлов М.К.	Автоматика	Электротехника
Козлов М.К.	Автоматика	Кол. и волны
Михеев С.В.	Уфология	Электротехника
Михеев С.В.	Уфология	Маркетинг
Орлов М.У.	Автоматика	Электротехника
Орлов М.У.	Автоматика	Кол. и волны
Соколов Б.Р.	Лаз. физ.	Газ. лазеры
Соколов Б.Р.	Лаз. физ.	Электротехника
Ткачук С.В.	Уфология	Электротехника
Ткачук С.В.	Уфология	Маркетинг
Зотов Г.В.	Высш.матем.	Мат. анализ
Зотов Г.В.	Высш.матем.	Электротехника
Белоус Ц.Д.	Высш.матем.	Мат. анализ
Белоус Ц.Д.	Высш.матем.	Электротехника
Шевченко П.П.	Химия	Мат. анализ

# Метод нормальных форм

## Пятая нормальная форма

**(R3, R4)**

**Продолжение**

Преподаватель	Кафедра	Предмет
Готов В.В.	Радиофизика	Общая физика
Козлов М.К.	Автоматика	Электротехника
Козлов М.К.	Лаз. физ.	Электротехника
Козлов М.К.	Уфология	Электротехника
Михеев С.В.	Автоматика	Электротехника
Михеев С.В.	Лаз. физ.	Электротехника
Михеев С.В.	Уфология	Электротехника
Орлов М.У.	Автоматика	Кол. и волны
Соколов Б.Р.	Лаз. физ.	Газ. лазеры
Соколов Б.Р.	Автоматика	Электротехника

Преподаватель	Кафедра	Предмет
Соколов Б.Р.	Лаз. физ.	Электротехника
Соколов Б.Р.	Уфология	Электротехника
Ткачук С.В.	Уфология	Электротехника
Ткачук С.В.	Уфология	Маркетинг
Зотов Г.В.	Высш.матем.	Мат. анализ
Зотов Г.В.	Высш.матем.	Электротехника
Белоус Ц.Д.	Высш.матем.	Мат. анализ
Белоус Ц.Д.	Высш.матем.	Электротехника
Шевченко П.П.	Химия	Мат. анализ

**Отношение R находится в пятой нормальной форме (нормальной форме проекции-соединения PJ/NF) тогда и только тогда, когда любая зависимость соединения в этом отношении следует из существования в нем некоторого возможного ключа**

# Метод нормальных форм

## Алгоритм нормализации отношений

**Шаг 1. Удаление неполных зависимостей неключевых атрибутов от атрибутов первичного ключа**

**Вторая нормальная форма**

**Шаг 2. Удаление транзитивных зависимостей**

**Третья нормальная форма**

**Шаг 3. Удаление детерминантов, не являющихся возможными ключами**

**Нормальная форма Бойса-Кодда**

**Шаг 4. Выявление более чем двух многозначных зависимостей в отношении с последующей декомпозицией**

**Четвертая нормальная форма**

**Шаг 5. Выявление зависимостей проекции-соединения с последующей декомпозицией**

**Нормальная форма проекции-соединения**