

# Базы данных

## Шехтман В. Е.

Лекция 5. Нормализация  
реляционных баз данных II

# Признаки наличия аномалий

- Если  $X$  – (супер)ключ то наличие  $X \rightarrow A$  – приемлемо
- Иначе наличие  $X \rightarrow A$  неприемлемо - требуется декомпозиция отношения

# Пример с аномалиями

Имя	Таб№	Тел	Предприятие
Иван	1001	530909	ЗСМК
Иван	1001	340087	ЗСМК
Анна	7318	743535	НКМК

Таб№ -> Имя, Предприятие - это не приемлемо т. к. Таб№ – не (супер)ключ

Таб№, Тел - ключ

# НФ Бойса-Кодда

Отношение в BCNF при условии:

если есть не тривиальная  $A_1, \dots, A_n \rightarrow B$ ,

то  $A_1, \dots, A_n$  – суперключ

(т. е. нет неприемлемых ФЗ)

Иными словами: отношение в БКНФ если

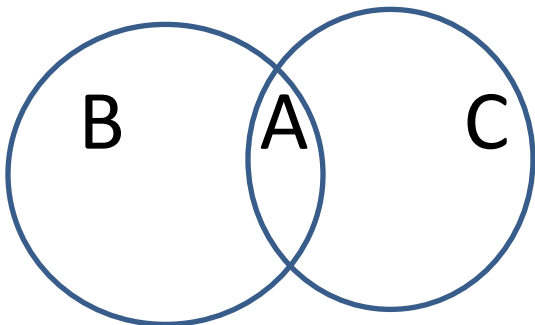
$\forall X: X^+ = \text{все атрибуты}$  или  $X^+ = X$

# Алгоритм декомпозиции в БКНФ

Найти ФЗ  $A \rightarrow B$ , нарушающую БКНФ (т.е. такую, в которой  $A$  – не суперключ)

Разбить  $R$  на  $R_1(A, B)$ ,  $R_2(A, C)$

Применить (рекурсивно) тот же прием к декомпозированным отношениям (пока не исчезнут нарушения БКНФ)



Все отношения из двух атрибутов – в БКНФ?

# Пример декомпозиции

Имя	ИНН	Тел	Предприятие
Иван	1001	530909	ЗСМК
Иван	1001	340087	ЗСМК
Анна	7318	743535	НКМК

ИНН -> Имя, Предприятие  
Отношение не в БКНФ!  
Ключ – ИНН, Тел!

ИНН –!-> Тел (Тел вне ИНН+)

Как декомпозировать?

# Пример декомпозиции

Имя	ИНН	Тел	Предприятие
Иван	1001	530909	ЗСМК
Иван	1001	340087	ЗСМК
Анна	7318	743535	НКМК

ИНН -> Имя, Предприятие  
Отношение не в БКНФ!  
Ключ – ИНН, Тел!

ИНН –!-> Тел (Тел вне ИНН+)

R1(**ИНН**, Имя, Предприятие)  
R2(**ИНН**, Тел)

# Задача 1 БКНФ

Заявл(№паспорта, ВУЗ, Город, Дата, Факультет)

Только одно Заявление в один ВУЗ

ВУЗ -> Город

№паспорта, ВУЗ -> Дата, Факультет

БКНФ???



# Задача 1 БКНФ

Заявл(№паспорта, ВУЗ, Город, Дата, Факультет)

Только одно Заявление в один ВУЗ

ВУЗ -> Город

№паспорта, ВУЗ -> Дата, Факультет

БКНФ???

НЕТ! №паспорта, ВУЗ – ключ => ВУЗ->Город – нарушает БКНФ

ВУЗЫ(ВУЗ, Город)

Заявл(ВУЗ, №паспорта, Дата, Факультет)

Какой минимальной нормальной форме противоречат данные в отношении?

<u>A</u>	B	C
1	Гвозди	Молоток
2	Гвозди	Молоток
3	Гвозди	Молоток
4	Шурупы	Отвертка
5	Шурупы	Отвертка
6	Доски	Рубанок
7	Доски	Рубанок

Какой минимальной нормальной форме противоречат данные в отношении?

<u>А</u>	<u>В</u>	<u>С</u>
ОАО “Глобус”	Бананы	Южная Америка
ОАО “Глобус”	Фейхоа	Южная Америка
ОАО “Глобус”	Помела	Южная Америка
ООО “Океан”	Мандарины	Африка
ООО “Океан”	Апельсины	Африка
ООО “Океан”	Бананы	Южная Америка

# Нормализовать отношение ПРЕДПРИЯТИЯ(ГОРОД, УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ, ПРЕДПРИЯТИЕ, ТОВАР)

R1(ГОРОД, ТОВАР)

R2(УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ, ПРЕДПРИЯТИЕ)

R3(ПРЕДПРИЯТИЕ, ТОВАР)

R1(ГОРОД, ПРЕДПРИЯТИЕ)

R2(УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ, ГОРОД)

R3(ПРЕДПРИЯТИЕ, ТОВАР)

R1(ГОРОД, ПРЕДПРИЯТИЕ)

R2(УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ, ПРЕДПРИЯТИЕ)

R3(ПРЕДПРИЯТИЕ, ТОВАР)

R1(ГОРОД, ПРЕДПРИЯТИЕ)

R2(УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ, ТОВАР)

R3(ПРЕДПРИЯТИЕ, ТОВАР)

# Несколько вариантов ключей?

$R(A, B, C)$

$A \rightarrow B \quad A \rightarrow C \quad \Rightarrow \quad A^+ = A B C$

# Несколько вариантов ключей?

Да!

$R(A, B, C)$

$A \rightarrow B \quad A \rightarrow C \quad \Rightarrow \quad A^+ = A B C$

$A \rightarrow B C \quad C \rightarrow A B \quad \Rightarrow \quad A^+ = A B C$   
 $C^+ = A B C$

# Несколько вариантов ключей?

Да!

$R(A, B, C)$

$A \rightarrow B \quad A \rightarrow C \quad \Rightarrow \quad A^+ = A B C$

$A \rightarrow B C \quad C \rightarrow A B \quad \Rightarrow \quad A^+ = A B C$

$C^+ = A B C$

$A \rightarrow B \quad B \rightarrow C \quad C \rightarrow A \quad \Rightarrow \quad A^+ = A B C$

$B^+ = A B C$

$C^+ = A B C$

# Редкая проблема БКНФ

R(Цех, Завод, Продукт)

Продукт производится несколькими заводами, но в каждом из них только в одном цехе.

Цех  $\rightarrow$  Завод

Завод, Продукт  $\rightarrow$  Цех



# Редкая проблема БКНФ

R(Цех, Завод, Продукт)

Продукт производится несколькими заводами, но в каждом из них только в одном цехе.

Цех  $\rightarrow$  Завод

Завод, Продукт  $\rightarrow$  Цех

$\Rightarrow$  (на основе БКНФ):

R1(Цех, Завод)

R2(Цех, Продукт)

Однако теперь **исчезла ФЗ**:

Завод, Продукт  $\rightarrow$  Цех

# Редкая проблема БКНФ

$R(\text{Цех, Завод, Продукт})$

Продукт производится несколькими заводами, но в каждом из них только в одном цехе.

Цех  $\rightarrow$  Завод

Завод, Продукт  $\rightarrow$  Цех

$\Rightarrow$  (на основе БКНФ):

$R1(\text{Цех, Завод})$

$R2(\text{Цех, Продукт})$

Допустимо ли это?

Зависит от задачи.<sup>18</sup>

# ЗНФ

$R(A, B, C)$  в ЗНФ при условии, что выполняется следующее:

Если имеется  $A \rightarrow B$  и она не тривиальна, то  $A$  – суперключ ...

# ЗНФ

$R(A, B, C)$  в ЗНФ при условии, что выполняется следующее:

Если имеется  $A \rightarrow B$  и она не тривиальна, то  $A$  – суперключ (это БКНФ!)

# 3NF

$R(A, B, C)$  в 3NF при условии, что выполняется следующее:

Если имеется  $A \rightarrow B$  и она не тривиальна, то  $A$  – суперключ (это БКНФ!)

**или  $B$  – часть некоторого ключа**

(могут быть аномалии, но не теряются ФЗ)

# 3NF

$R(A, B, C)$  в 3NF при условии, что выполняется следующее:

Если имеется  $A \rightarrow B$  и она не тривиальна, то  $A$  – суперключ (это БКНФ!)

**или  $B$  – часть некоторого ключа**

(могут быть аномалии, но не теряются ФЗ)

*Еще раз другими словами:*

$R$  в 3NF если  $R$  в 2NF и каждый неключевой атрибут нетранзитивно зависит от потенциального ключа (их ведь возможно несколько!).

# Пример ЗНФ

R(Цех, **Завод**, **Продукт**)

Цех  $\rightarrow$  Завод

Завод, Продукт  $\rightarrow$  Цех

Наличие Цех  $\rightarrow$  **Завод** оправдывается тем, что **Завод** – часть ключа {**Завод**, **Продукт**} и поэтому дальнейшей декомпозиции можно не производить (ЗНФ)

# Особенности декомпозиции.

## Восстановление исходных данных

R(Товар, Цена, Категория, Печка, Покупатель, Адр)

Товар -> Цена, Категория

Покупатель -> Адр



# Особенности декомпозиции.


## Восстановление исходных данных

$R(\text{Товар, Цена, Категория, Ночка, Покупатель, Адр})$

### 1 вариант:

$\text{Proj}_{\text{Товар, Цена, Категория}} R$

$\text{Proj}_{\text{Товар, Ночка, Покупатель, Адр}} R$



### 2 вариант:

$\text{Proj}_{\text{Товар, Цена, Категория}} R$

$\text{Proj}_{\text{Цена, Категория, Ночка, Покупатель, Адр}} R$



# Особенности декомпозиции.

## Восстановление исходных данных

$R(\text{Товар, Цена, Категория, Но́чка, Покупатель, Адр})$

**без потерь:**

$\text{Proj}_{\text{Товар, Цена, Категория}} R$

$\text{Proj}_{\text{Товар, Но́чка, Покупатель, Адр}} R$



**с потерей:**

$\text{Proj}_{\text{Товар, Цена, Категория}} R$

$\text{Proj}_{\text{Цена, Категория, Но́чка, Покупатель, Адр}} R$



Декомпозиция на основе БКНФ всегда без потерь

# Особенности декомпозиции.

## Восстановление исходных данных

$R(\text{Товар, Цена, Категория, Но́чка, Покупатель, Адр})$

без потерь:

$\text{Proj}_{\text{Товар, Цена, Категория}} R$

$\text{Proj}_{\text{Товар, Но́чка, Покупатель, Адр}} R$

Декомпозиция на основе БКНФ всегда без потерь

# Особенности декомпозиции.

## Восстановление исходных данных

$R(\text{Товар, Цена, Категория, Ночка, Покупатель, Адр})$

без потерь:

$\text{Proj}_{\text{Товар, Цена, Категория}} R$

$\text{Proj}_{\text{Товар, Ночка, Покупатель, Адр}} R$

$\text{Proj}_{\text{Товар, Цена, Категория}} R$

$\text{Proj}_{\text{Покупатель, Адр}} R$

$\text{Proj}_{\text{Товар, Ночка, Покупатель}} R$

Декомпозиция на основе БКНФ всегда без потерь

# Следствие нормализации в РСУБД

Много join-операций ( ⋈ ) т. к. данные  
нормализованы

Join должна быть реализована эффективно,  
её надо применять осмотрительно

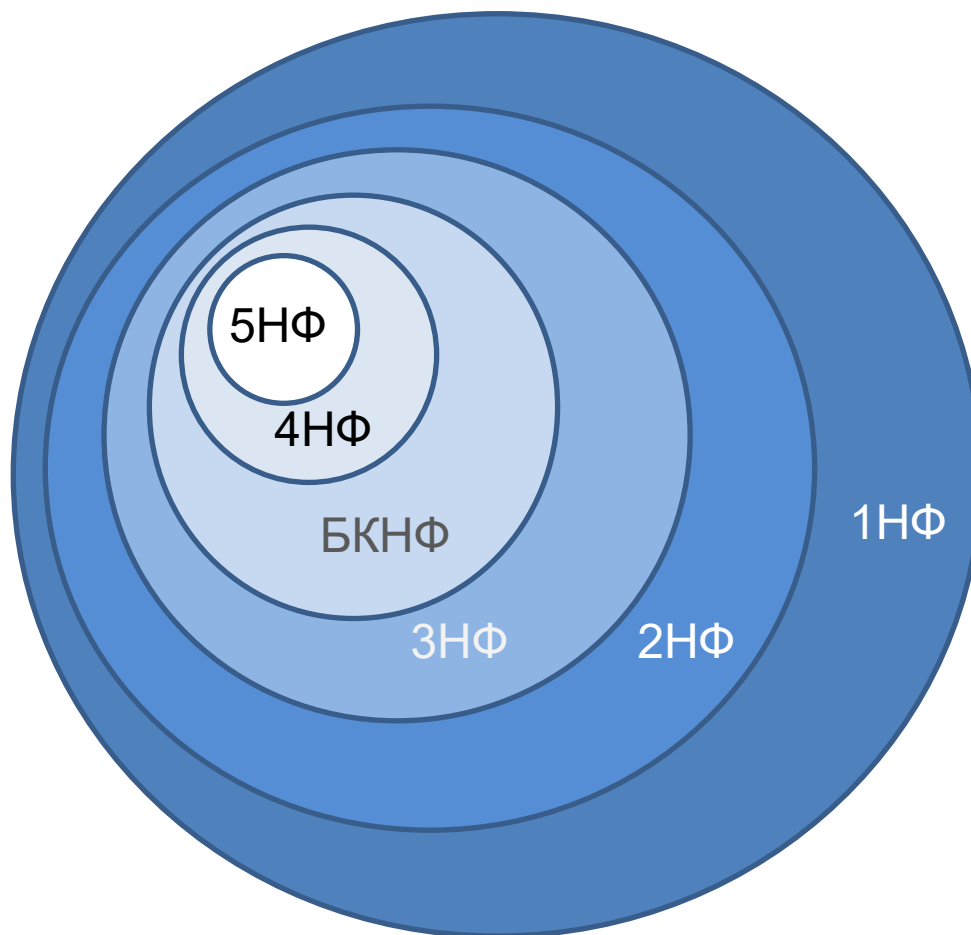
# Следствие нормализации в РСУБД

Много join-операций (⋈) т. к. данные  
нормализованы

Join должна быть реализована эффективно,  
её надо применять осмотрительно

# OLTP и OLAP

# Иерархия нормальных форм



# Многозначная зависимость

ПОКУПАТЕЛЬ(ИМЯ, АДРЕС, ЛЮБИМЫЙ ТОВАР,  
ДИСКОНТНАЯ КАРТА)

Любимый товар <-/-> Дисконтная карта

Имя	Адрес	Любимый товар	Дисконтная карта
Иван	Металлургов, 99	Колбаса	Аккорд
Иван	Металлургов, 99	Книги	Сократ
Иван	Металлургов, 99	Колбаса	Сократ
Иван	Металлургов, 99	Книги	Аккорд
Петр	Курако, 23	Бананы	Солнышко
...			



# Многозначная зависимость

Ключ (единственный) – Имя, Любимый товар,  
Дисконтная карта => Отношение в БКНФ, но...

если появляется запись о новом покупателе, то  
надо добавить для каждого его любимого товара  
столько дисконтных карт, сколько у него есть!

Имя	Любимый товар	Дисконтная карта
Иван	Колбаса	Аккорд
Иван	Книги	Сократ
Иван	Колбаса	Сократ
Иван	Книги	Аккорд
Петр	Бананы	Солнышко
...		

# Многозначная зависимость

$X \twoheadrightarrow Y$ : если два кортежа совпадают в части  $X$ , то можно обменивать значения компонентов из  $Y$  между собой (при этом оставив нетронутыми оставшиеся атрибуты  $Z$ ) и получить кортежи из того же отношения

Имя	Любимый товар	Дисконтная карта
Иван	Книги	Аккорд
Иван	Колбаса	Сократ
Иван	Книги	Сократ
Иван	Колбаса	Аккорд
Петр	Бананы	Солнышко
...		

# Многозначная зависимость

$X \twoheadrightarrow Y: R(X, Y, Z)$  существует многозначная зависимость  $R.X \twoheadrightarrow R.Y$  в том и только в том случае, если множество значений  $Y$ , соответствующее паре значений  $X$  и  $Z$ , зависит только от  $X$  и не зависит от  $Z$ .

Имя	Любимый товар	Дисконтная карта
Иван	Книги	Аккорд
Иван	Колбаса	Сократ
Иван	Книги	Сократ
Иван	Колбаса	Аккорд
Петр	Бананы	Солнышко
...		

# Задача 1 4НФ

$R(A, B, C) \quad A \twoheadrightarrow B$

Имеется 3 разных значения  $A$ , каждое из  $A$  связано с 4 разными значениями  $B$  и 5 разными значениями  $C$

Сколько записей в  $R$ ?

# Задача 1 4НФ

$R(A, B, C) \quad A \twoheadrightarrow B$

Имеется 3 разных значения  $A$ , каждое из  $A$  связано с 4 разными значениями  $B$  и 5 разными значениями  $C$

Сколько записей в  $R$ ?

$A \twoheadrightarrow B$  означает, что для каждого значения  $A$  имеются все комбинации  $B$  и  $C$  (следовательно и  $A \twoheadrightarrow C$ ).

Ответ: 60

# Многозначная зависимость

$X \twoheadrightarrow Y$ : если два кортежа совпадают в части  $X$ , то можно обменивать значения компонентов из  $Y$  между собой (при этом оставив нетронутыми оставшиеся атрибуты  $Z$ ) и получить кортежи из того же отношения

- ИМЯ  $\rightarrow$  АДРЕС
- ИМЯ  $\twoheadrightarrow$  ЛЮБИМЫЙ ТОВАР
- ИМЯ  $\twoheadrightarrow$  ДИСКОНТНАЯ КАРТА

# 4НФ

*Отношение находится в 4НФ, если для любой  $X \rightarrow Y$ ,  $X$  – суперключ*

Пример

ПОКУПАТЕЛЬ1 (ИМЯ, АДРЕС)

*ПОКУПАТЕЛЬ2 (ИМЯ, ЛЮБИМЫЙ ТОВАР,  
ДИСКОНТНАЯ КАРТА)*

ПОКУПАТЕЛЬ21 (ИМЯ, ЛЮБИМЫЙ ТОВАР)

ПОКУПАТЕЛЬ22 (ИМЯ, ДИСКОНТНАЯ КАРТА)

# Окончательно к виду:

ПОКУПАТЕЛЬ1(КОДПОКУПАТЕЛЯ, ИМЯ, АДРЕС)

ДИСКОНТ(КОДКАРТЫ, КАРТА)

ЛЮБИМЫЙТОВАР(КОДТОВАРА, НАЗВАНИЕ)

ПОКУПАТЕЛЬ21(КОДПОКУПАТЕЛЯ, КОДТОВАРА)

ПОКУПАТЕЛЬ22(КОДПОКУПАТЕЛЯ, КОДКАРТЫ)



## Задача 2 4НФ

Заявл(№паспорта, ВУЗ, дата, факультет)

№паспорта, ВУЗ → дата

Если имеет место №паспорта → → ВУЗ, дата,  
то что это означает?

# Задача 2 4НФ

Заявл(№паспорта, ВУЗ, дата, факультет)

№паспорта, ВУЗ → дата

Если имеет место №паспорта →-→ ВУЗ, дата,  
то что это означает?

№паспорта ->-> факультет

# Иерархия нормальных форм.

“...и да поможет нам Кодд...” 😊

