



# ПРОЕКТИРОВАНИЕ И НОРМАЛИЗАЦИЯ БАЗ ДАННЫХ

*Норма – это то, что встречается лишь изредка.  
С. Мозм*

Технологии баз данных

## Содержание

2

- Понятие проектирования базы данных
- Понятие функциональной зависимости
- Нормальные формы
- Упражнения по проектированию баз данных

Технологии баз данных © М.Л. Цымбаер

## Проектирование базы данных

3

- *Логическое проектирование БД*
  - ▣ объекты модели предметной области ⇒ объекты модели данных (реляционные отношения)
- *Физическое проектирование БД*
  - ▣ объекты модели данных ⇒ объекты СУБД (параметры расположения реляционных отношений во внешней памяти, создание индексов и др.)

Технологии баз данных © М.Л. Цымбаер

## Функциональная зависимость

□ Пусть R – переменная отношения, X, Y – атрибуты R. Тогда

- Y *функционально зависит* от X, или
- X *функционально определяет* Y, или
- X является *детерминантом*, а Y является *зависимой* частью
- $X \rightarrow Y$

если не существует двух различных кортежей, которые в атрибуте X имеют совпадающие значения, а в атрибуте Y имеют разные значения.

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Функциональная зависимость

S				
A	B	C	D	E
a1	b1	c1	d1	e1
a2	b2	c2	d2	e2
a1	b1	c1	d1	e3
a2	b2	c2	d2	e4
...	...	...	...	...

$\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$

Кол. П.	Имя П.	Город П.	Рейтинг
S1	Бендер	Черноморск	15
S2	ИТ-монстр	Москва	29
S3	Разноэкспорт	Черноморск	15
S4	Макрокард	Москва	29
...	...	...	...

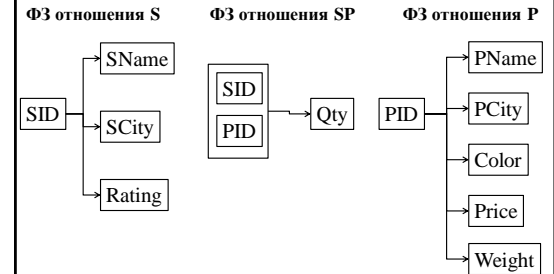
$\{\text{Город}\} \rightarrow \{\text{Рейтинг}\}$

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

□ ФЗ подразумевает *все возможные кортежи отношения*, а не только те, которые находятся в отношении в настоящий момент.

□ ФЗ *определяется только семантикой предметной области* и не может быть выведена из текущего состояния базы данных.

## Диаграммы ФЗ



Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Количество ФЗ

- 7 7
  - ФЗ – ограничение целостности, за соблюдением которого должна следить СУБД.
  - Меньше ФЗ – легче работа СУБД.
  - Как сократить множество ФЗ? (Как получить эквивалентное множество ФЗ меньшей мощности?)

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

## Тривиальная ФЗ

- 8 8
  - ФЗ  $X \rightarrow Y$  называется *тривиальной*, если  $Y \subseteq X$ .
  - Тривиальные ФЗ выполняются всегда.
  - $X \rightarrow X$  – частный случай тривиальной ФЗ.

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

## Замыкание множества ФЗ

- 9 9
  - *Замыкание множества ФЗ*  $S$  – множество ФЗ  $S^+$ , включающее все ФЗ, логически выводимые из ФЗ множества  $S$ .
  - Пример:
    - $SID \rightarrow \{SName, SCity, Rating\}, SCity \rightarrow Rating \Rightarrow SID \rightarrow Rating$

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

## Правила Армстронга

- 10
- В. Армстронг предложил набор правил вывода новых ФЗ из имеющихся ФЗ.
    - Система правил Армстронга полна и совершенна:
      - для данного множества ФЗ  $S$  любая ФЗ, потенциально выводимая из  $S$ , может быть выведена на основе этих правил, и
      - невозможен вывод лишней ФЗ.
  - Пусть  $A, B, C$  – (составные) атрибуты отношения  $R$ , причем  $A, B, C$  могут иметь непустое пересечение. Тогда
    1. если  $B \subseteq A$ , то  $A \rightarrow B$  (*рефлексивность*)
    2. если  $A \rightarrow B$ , то  $A \cup C \rightarrow B \cup C$  (*полноление*)
    3. если  $A \rightarrow B$  и  $B \rightarrow C$ , то  $A \rightarrow C$  (*транзитивность*)

Технологии баз данных © М.Л. Цымбалер

## Дополнительные аксиомы Дейта

- 11
- Пусть  $A, B, C$  – (составные) атрибуты отношения  $R$ , причем  $A, B, C$  могут иметь непустое пересечение. Тогда
    1. если  $B \subseteq A$ , то  $A \rightarrow B$  (*рефлексивность*)
    2. если  $A \rightarrow B$ , то  $A \cup C \rightarrow B \cup C$  (*полноление*)
    3. если  $A \rightarrow B$  и  $B \rightarrow C$ , то  $A \rightarrow C$  (*транзитивность*)
    4.  $A \rightarrow A$  (*самоопределение*)
    5. если  $A \rightarrow B \cup C$ , то  $A \rightarrow B$  и  $A \rightarrow C$  (*декомпозиция*)
    6. если  $A \rightarrow B$  и  $A \rightarrow C$ , то  $A \rightarrow B \cup C$  (*объединение*)
    7. если  $A \rightarrow B$  и  $C \rightarrow D$ , то  $A \cup C \rightarrow B \cup D$  (*композиция*)
    8. если  $A \rightarrow B \cup C$  и  $B \rightarrow D$ , то  $A \rightarrow B \cup C \cup D$  (*накопление*)

Технологии баз данных © М.Л. Цымбалер

## Пример применения правил Армстронга

- 12
- Дано множество ФЗ (символ  $\cup$  пропущен для удобства)
    - $A \rightarrow BC$
    - $B \rightarrow E$
    - $CD \rightarrow EF$
 Вывести ФЗ  $AD \rightarrow F$
  - Решение
    1.  $A \rightarrow BC$  (дано)
    2.  $A \rightarrow C$  (из 1. и правила декомпозиции)
    3.  $AD \rightarrow CD$  (из 2. и правила дополнения)
    4.  $CD \rightarrow EF$  (дано)
    5.  $AD \rightarrow EF$  (из 3. и 4. и правила транзитивности)
    6.  $AD \rightarrow F$  (из 5. и правила декомпозиции)

Технологии баз данных © М.Л. Цымбалер

### Замыкание множества атрибутов

13

- Пусть дано отношение R, множество Z атрибутов этого отношения и некоторое подмножество ФЗ S, выполняемых для R.
- Тогда замыканием Z над S называется наибольшее множество  $Z^+$  таких атрибутов Y из R, что ФЗ  $Z \rightarrow Y$  входит в  $S^+$ .

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

### Алгоритм вычисления замыкания множества атрибутов

14

```
i:=0;  
Z[0]:=Z;  
repeat  
  i:=i+1;  
  Z[i]:=Z[i-1];  
  for each A→B in S do  
    if A⊆Z[i] then  
      Z[i]:=Z[i]∪B;  
until Z[i]=Z[i-1];  
Z+:=Z[i];
```

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

### Пример вычисления замыкания множества атрибутов

15

- Дано
  - отношение {A, B, C, D, E, F}
  - множество ФЗ S
    - $A \rightarrow D$
    - $AB \rightarrow E$
    - $BF \rightarrow E$
    - $CD \rightarrow F$
    - $E \rightarrow C$
- Найти  $\{AE\}^+$  над S.

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Пример вычисления замыкания множества атрибутов

- 16
- Дано
    - отношение {A, B, C, D, E, F}
    - множество ФЗ S
      - $A \rightarrow D$
      - $AB \rightarrow E$
      - $BF \rightarrow E$
      - $CD \rightarrow F$
      - $E \rightarrow C$
  - Найти  $\{AE\}^+$  над S.
- ```

i:=0;
Z[0]:=Z;
repeat
  i:=i+1;
  Z[i]:=Z[i-1];
  for each A→B in S do
    if A⊆Z[i] then
      Z[i]:=Z[i]∪B;
until Z[i]=Z[i-1];
Z*:=Z[i];
  
```
- 1-й проход цикла repeat
    - $Z[1]=AE$
    - Цикл for each
      - $A \rightarrow D, E \rightarrow C$
      - $Z[1]=ACDE$
  - 2-й проход цикла repeat
    - $Z[2]=ACDE$
    - Цикл for each
      - $CD \rightarrow F$
      - $Z[2]=ACDEF$
  - 3-й проход цикла repeat
    - $Z[3]=ACDEF$
    - остается без изменений
    - $\{AE\}^+(S)=ACDEF$

Технологии без данных © М.Л. Цымбар

## Суперключ отношения

- 17
- *Суперключ отношения* – любое подмножество заголовка отношения, включающее хотя бы один потенциальный ключ.
  - Подмножество K заголовка отношения является суперключом тогда и только тогда, когда для любого атрибута A (возможно, составного) выполняется ФЗ  $K \rightarrow A$ .
  - Подмножество K заголовка отношения является суперключом тогда и только тогда, когда  $K^+$  совпадает с заголовком отношения.

Технологии без данных © М.Л. Цымбар

## Покрытие множества ФЗ

- 18
- Множество ФЗ S2 является *покрытием* множества ФЗ S1, если любая ФЗ, выводимая из S1, выводится также и из S2.
  - S2 является покрытием S1 тогда и только тогда, когда  $S1^+ \subseteq S2^+$ .
  - Два множества ФЗ S1 и S2 являются *эквивалентными*, если  $S1^+ = S2^+$  (каждое из них является покрытием другого).

Технологии без данных © М.Л. Цымбар

### Минимальное множество ФЗ

19

- Множество ФЗ S является *минимальным*, если оно удовлетворяет следующим свойствам:
  - правая часть любой ФЗ из S является простым атрибутом;
  - левая часть любой ФЗ из S обладает свойством *минимальности* (удаление любого атрибута из левой части приведет к изменению замыкания  $S^+$ , т.е. порождению множества ФЗ, не эквивалентного S);
  - ни одна ФЗ не может быть удалена из множества без изменения замыкания  $S^+$ , т.е. без порождения множества ФЗ, не эквивалентного S.

Технологии без данных © М.Л. Цымбаер

### Минимальное множество ФЗ (примеры)

20

Отношение

| Номер | Имя     | Зарплата | Проект | Шеф    |
|-------|---------|----------|--------|--------|
| 123   | Иванов  | 1 000    | 1      | Иванов |
| 456   | Петров  | 2 000    | 1      | Иванов |
| 789   | Сидоров | 3 000    | 2      | Петров |

- Минимальное множество ФЗ
  - { Номер→Имя, Номер→Зарплата, Номер→Проект, Номер→Шеф }
- Не минимальные множества ФЗ
  - { Номер→{Имя, Зарплата}, Номер→Проект, Номер→Шеф, Проект→Шеф }
  - { Номер→Имя, {Номер, Имя}→Зарплата, Номер→Проект, Номер→Шеф, Проект→Шеф }
  - { Номер→Номер, Номер→Имя, Номер→Зарплата, Номер→Проект, Номер→Шеф, Проект→Шеф }

Технологии без данных © М.Л. Цымбаер

### Минимальное покрытие множества ФЗ

21

- Для любого множества ФЗ S может быть построено эквивалентное ему минимальное множество ФЗ  $S^-$ .
- Минимальное покрытие множества ФЗ S* – любое минимальное множество ФЗ  $S^+$ , эквивалентное S.
  - Поскольку для каждого множества ФЗ существует эквивалентное ему минимальное множество ФЗ, у каждого множества ФЗ имеется хотя бы одно минимальное покрытие, причем для его нахождения не обязательно находить замыкание исходного множества ФЗ.

Технологии без данных © М.Л. Цымбаер

## Теорема Хита (Heath)

22

- Пусть  $R$  – отношение с заголовком  $A, B, C$  (атрибуты, возможно, составные) и выполняется ФЗ  $A \rightarrow B$ . Тогда  $R = \pi_{A,B}(R) \bowtie \pi_{A,C}(R)$ .
- Теорема Хита дает возможность выполнить декомпозицию отношений без потерь информации:
  - исходное отношение с ФЗ преобразуется в другие отношения, в каждом из которых атрибуты минимально зависят от первичного ключа.
  - атрибут  $B$  минимально зависит от атрибута  $A$ , если выполняется минимальная слева ФЗ  $A \rightarrow B$ .

Технологии баз данных © М.Л. Цымбалер

## Теорема Хита (Heath)

23

- Пусть  $R$  – отношение с заголовком  $A, B, C$  (атрибуты, возможно, составные) и выполняется ФЗ  $A \rightarrow B$ . Тогда  $R = \pi_{A,B}(R) \bowtie \pi_{A,C}(R)$ .
- Доказательство
  1. Пусть кортеж  $\langle a, b, c \rangle \in R$ . Тогда по определению операции проекции  $\langle a, b \rangle \in \pi_{A,B}(R)$  и  $\langle a, c \rangle \in \pi_{A,C}(R)$ . Т.е.  $\langle a, b, c \rangle \in (\pi_{A,B}(R) \bowtie \pi_{A,C}(R))$ .
  2. Если  $\langle a, b, c \rangle \in (\pi_{A,B}(R) \bowtie \pi_{A,C}(R))$ , то  $\exists \langle a, b \rangle \in \pi_{A,B}(R)$  и  $\langle a, c \rangle \in \pi_{A,C}(R)$ , что выполнимо  $\Leftrightarrow \exists \langle a, b^*, c \rangle \in R$ . Т.к.  $A \rightarrow B$ , то  $b = b^*$ , т.е.  $\langle a, b, c \rangle = \langle a, b^*, c \rangle$  и  $\langle a, b, c \rangle \in R$ .

Технологии баз данных © М.Л. Цымбалер

## Зачем нужна нормализация

24

### BAD\_S\_P\_SP

| Код_П | Имя_П     | Город_П    | Рейтинг | Код_Д | Имя_Д  | Город_Д   | Вес | Цена | Количество |
|-------|-----------|------------|---------|-------|--------|-----------|-----|------|------------|
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      | P1    | Болт   | Париж     | 15  | 40   | 1000       |
| S34   | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P5    | Шуруп  | Москва    | 29  | 33   | 7600       |
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      | P2    | Гайка  | Челябинск | 20  | 24   | 1240       |
| S34   | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P4    | Гвоздь | Москва    | 10  | 42   | 2700       |

- Избыточность данных
  - одно и то же значение атрибутов Имя\_П, Город\_П, Рейтинг хранится для каждой поставки данного поставщика
- Аномалии работы с данными
  - Аномалии обновления:
    - обновление атрибута Рейтинг в одной поставке требует обновления этого атрибута во всех поставках данного поставщика.
  - Аномалии добавления:
    - не может быть добавлен поставщик, не поставляющий в данный момент деталей.
  - Аномалии удаления:
    - не может существовать поставщик, не поставляющий в данный момент деталей.

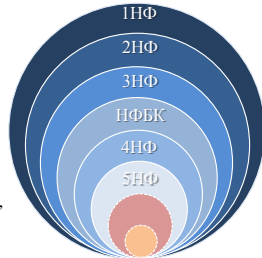
Технологии баз данных © М.Л. Цымбалер



## Нормальные формы

25

- *Нормальная форма* – совокупность ограничений, накладываемых на схему отношения. Ограничения исключают аномалии при работе с базой данных.
- *Нормализация* состоит в получении из исходного набора отношений *нормализованных отношений*, каждое из которых находится в НФ как можно более высокого порядка.



Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## 1НФ

26

- Любое реляционное отношение находится в 1НФ (по определению реляционного отношения).

NON\_1NF\_S\_P\_SP

Приведение к 1НФ

| Код_П | Имя_П     | Город_П    | Рейтинг | Поставка |        |         |     |      |
|-------|-----------|------------|---------|----------|--------|---------|-----|------|
| S1    | Беллер    | Черноморск | 15      | Код_Д    | Имя_Д  | Город_Д | Вес | Цена |
|       |           |            |         | P1       | Болт   | Париж   | 15  | 40   |
|       |           |            |         | P5       | Шуруп  | Москва  | 29  | 33   |
| S3    | ИТ-монстр | Москва     | 29      | Код_Д    | Имя_Д  | Город_Д | Вес | Цена |
|       |           |            |         | P5       | Шуруп  | Москва  | 29  | 33   |
|       |           |            |         | P4       | Гвоздь | Москва  | 10  | 42   |

BAD\_S\_P\_SP

| Код_П | Имя_П     | Город_П    | Рейтинг | Код_Д | Имя_Д  | Город_Д   | Вес | Цена | Кол-во |
|-------|-----------|------------|---------|-------|--------|-----------|-----|------|--------|
| S1    | Беллер    | Черноморск | 15      | P1    | Болт   | Париж     | 15  | 40   | 1000   |
| S3    | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P5    | Шуруп  | Москва    | 29  | 33   | 7600   |
| S1    | Беллер    | Черноморск | 15      | P2    | Гайка  | Челябинск | 20  | 24   | 1240   |
| S3    | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P4    | Гвоздь | Москва    | 10  | 42   | 2700   |

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## 2НФ

27

- Отношение *находится в 2НФ* тогда и только тогда, когда
  - оно находится в 1НФ
  - каждый неключевой атрибут (не входящий в потенциальный ключ) минимально функционально зависит от первичного ключа.
- Отношение *не находится в 2НФ*, если в отношении существует неключевой атрибут (не входящий в потенциальный ключ), функционально зависящий от собственной части первичного ключа.

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Приведение к 2НФ

28

1. Применим теорему Хита к BAD\_S\_P\_SP:

- Т.к. Код\_П  $\rightarrow$  {Имя\_П, Город\_П, Рейтинг}, то BAD\_S\_P\_SP =

$$\pi_{\text{Код\_П, Имя\_П, Город\_П, Рейтинг}} \bowtie \pi_{\text{Код\_П, Код\_Д, Имя\_Д, Город\_Д, Цвет, Вес, Цена, Количество}}$$

- Т.е. BAD\_S\_P\_SP = S  $\bowtie$  BAD\_P\_SP.

2. Применим теорему Хита к BAD\_P\_SP:

- Т.к. Код\_Д  $\rightarrow$  {Имя\_Д, Город\_Д, Цвет, Вес, Цена}, то BAD\_P\_SP =

$$\pi_{\text{Код\_П, Код\_Д, Имя\_Д, Город\_Д, Цвет, Вес, Цена}} \bowtie \pi_{\text{Код\_П, Код\_Д, Количество}}$$

- Т.е. BAD\_P\_SP = P  $\bowtie$  SP.

3. В итоге BAD\_S\_P\_SP = S  $\bowtie$  P  $\bowtie$  SP.

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Приведение к 2НФ

29

BAD\_S\_P\_SP

| Код_П | Имя_П     | Город_П    | Рейтинг | Код_Д | Имя_Д  | Город_Д   | Вес | Цена | Количество |
|-------|-----------|------------|---------|-------|--------|-----------|-----|------|------------|
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      | P1    | Болт   | Париж     | 15  | 40   | 1000       |
| S34   | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P5    | Шрумп  | Москва    | 29  | 33   | 7600       |
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      | P2    | Гайка  | Челябинск | 20  | 24   | 1240       |
| S34   | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P4    | Гвоздь | Москва    | 10  | 42   | 2700       |



S

BAD\_P\_SP

| Код_П | Имя_П     | Город_П    | Рейтинг | Код_Д | Имя_Д  | Город_Д   | Вес | Цена | Количество |
|-------|-----------|------------|---------|-------|--------|-----------|-----|------|------------|
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      | P1    | Болт   | Париж     | 15  | 40   | 1000       |
| S34   | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P5    | Шрумп  | Москва    | 29  | 33   | 7600       |
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      | P2    | Гайка  | Челябинск | 20  | 24   | 1240       |
| S34   | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P4    | Гвоздь | Москва    | 10  | 42   | 2700       |

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Приведение к 2НФ

30

BAD\_P\_SP

| Код_П | Код_Д | Имя_Д  | Город_Д   | Вес | Цена | Кол-во |
|-------|-------|--------|-----------|-----|------|--------|
| S1    | P1    | Болт   | Париж     | 15  | 40   | 1000   |
| S3    | P5    | Шуруп  | Москва    | 29  | 33   | 7600   |
| S1    | P2    | Гайка  | Челябинск | 20  | 24   | 1240   |
| S3    | P4    | Гвоздь | Москва    | 10  | 42   | 2700   |



P

SP

| Код_Д | Имя_Д  | Город_Д   | Вес | Цена | Код_П | Код_Д | Количество |
|-------|--------|-----------|-----|------|-------|-------|------------|
| P1    | Болт   | Париж     | 15  | 40   | S1    | P1    | 1000       |
| P5    | Шрумп  | Москва    | 29  | 33   | S3    | P5    | 7600       |
| P2    | Гайка  | Челябинск | 20  | 24   | S1    | P2    | 1240       |
| P4    | Гвоздь | Москва    | 10  | 42   | S3    | P4    | 2700       |

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Приведение к 2НФ

31

**BAD\_S\_P\_SP**

| Код_П | Имя_П     | Город_П    | Рейтинг | Код_Д | Имя_Д  | Город_Д   | Вес | Цена | Вол%. |
|-------|-----------|------------|---------|-------|--------|-----------|-----|------|-------|
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      | P1    | Болт   | Париж     | 15  | 40   | 1000  |
| S3    | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P5    | Шрупи  | Москва    | 29  | 33   | 7600  |
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      | P2    | Гайка  | Челябинск | 20  | 24   | 1240  |
| S3    | ИТ-монстр | Москва     | 29      | P4    | Гвоздь | Москва    | 10  | 42   | 2700  |

↓

**S**

| Код_П | Имя       | Город      | Рейтинг |
|-------|-----------|------------|---------|
| S1    | Бендер    | Черноморск | 15      |
| S3    | ИТ-монстр | Москва     | 29      |

**P**

| Код_Д | Имя_Д  | Город_Д   | Вес | Цена |
|-------|--------|-----------|-----|------|
| P1    | Болт   | Париж     | 15  | 40   |
| P5    | Шрупи  | Москва    | 29  | 33   |
| P2    | Гайка  | Челябинск | 20  | 24   |
| P4    | Гвоздь | Москва    | 10  | 42   |

**SP**

| Код_П | Код_Д | Кол-во |
|-------|-------|--------|
| S1    | P1    | 1000   |
| S3    | P5    | 7600   |
| S1    | P2    | 1240   |
| S3    | P4    | 2700   |

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## 3НФ

- 32
- Отношение *находится в 3НФ* тогда и только тогда, когда
    - оно находится в 2НФ и
    - каждый неключевой атрибут нетранзитивно зависит от первичного ключа.
  - Отношение *не находится в 3НФ*, если в отношении существуют неключевые атрибуты, транзитивно зависящие от ключа.

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Приведение к 3НФ

33

**S**

| Код_П | Имя_П       | Город_П    | Рейтинг |
|-------|-------------|------------|---------|
| S1    | Бендер      | Черноморск | 15      |
| S2    | ИТ-монстр   | Москва     | 29      |
| S3    | Разножспорт | Черноморск | 15      |
| S4    | Макрокард   | Москва     | 29      |

→

**S'**

| Код_П | Имя_П       | Город_П    |
|-------|-------------|------------|
| S1    | Бендер      | Черноморск |
| S2    | ИТ-монстр   | Москва     |
| S3    | Разножспорт | Черноморск |
| S4    | Макрокард   | Москва     |

**CityRating**

| Город_П    | Рейтинг |
|------------|---------|
| Черноморск | 15      |
| Москва     | 29      |

□ Применение теоремы Хита:  
Город→Рейтинг  
 $S = \pi_{\text{Код\_П, Имя\_П, Город\_П}} \bowtie \pi_{\text{Город\_П, Рейтинг}}$

Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## НФБК

- Отношение *находится в НФБК* тогда и только тогда, когда
- оно находится в 3НФ и
  - любая выполняемая для этого отношения нетривиальная и минимальная ФЗ имеет в качестве детерминанта потенциальный ключ.
- Отношение *не находится в нормальной форме Бойса-Кодда*, если существует нетривиальная функциональная зависимость некоторого атрибута, входящего в первичный ключ, от атрибутов, не являющихся потенциальным ключом.

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

## Приведение к НФБК

| Address    |                                 |        | PostCode   |        |
|------------|---------------------------------|--------|------------|--------|
| Город      | Адрес                           | Индекс | Город      | Индекс |
| Челябинск  | пр. Ленина, д. 76, к. 700       | 454080 | Челябинск  | 454080 |
| Челябинск  | пр. Ленина, д. 81, к. 336       | 454080 | Челябинск  | 454006 |
| Челябинск  | ул. Российская, д. 52, к. 12    | 454006 | Москва     | 128000 |
| Челябинск  | ул. Российская, д. 52, к. 43    | 454006 | Черноморск | 123456 |
| Москва     | ул. Тверская-Ямская, д. 3, к. 8 | 128000 |            |        |
| Черноморск | ул. Деточкина, д. 1, к. 13      | 123456 |            |        |

➔

| Address*                        |        |
|---------------------------------|--------|
| Адрес                           | Индекс |
| пр. Ленина, д. 76, к. 700       | 454080 |
| пр. Ленина, д. 81, к. 336       | 454080 |
| ул. Российская, д. 52, к. 12    | 454006 |
| ул. Российская, д. 52, к. 43    | 454006 |
| ул. Тверская-Ямская, д. 3, к. 8 | 128000 |
| ул. Деточкина, д. 1, к. 13      | 123456 |

- Потенциальные ключи:
- { Город, Адрес }
  - { Индекс, Адрес }
- ФЗ: Индекс→Город

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

## Повышение порядка НФ – не самоцель

| CityRating |                      |            |            |         |
|------------|----------------------|------------|------------|---------|
| Код_П      | Имя_П                | Город_П    | Город_П    | Рейтинг |
| S1         | Бендер               | Черноморск | Черноморск | 15      |
| S2         | ИТ-монстр            | Москва     | Москва     | 29      |
| S3         | Разножелезнодорожник | Черноморск |            |         |
| S4         | Макрокард            | Москва     |            |         |

□ Запросы на обновление рейтинга городов редки, не требуется хранение рейтинга городов, в которых нет поставщиков.

□ Запросы на выборку города и рейтинга вместе с другими данными поставщиков часты.

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

## Повышение порядка НФ – не самоцель

37

| Адрес                           | Индекс |
|---------------------------------|--------|
| пр. Ленина, д. 76, к. 700       | 454080 |
| пр. Ленина, д. 81, к. 336       | 454080 |
| ул. Российская, д. 52, к. 12    | 454006 |
| ул. Российская, д. 52, к. 43    | 454006 |
| ул. Тверская-Ямская, д. 3, к. 8 | 128000 |

| Город     | Индекс |
|-----------|--------|
| Челябинск | 454080 |
| Челябинск | 454006 |
| Москва    | 128000 |

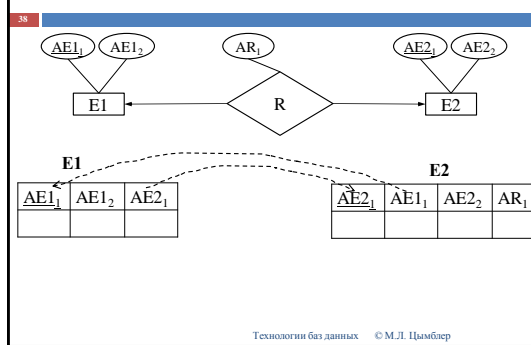
□ Запросы на обновление индекса городов редки, не требуется хранение индекса городов, в которых нет адресатов.

□ Запросы на выборку города и индекса вместе с адресом часты.

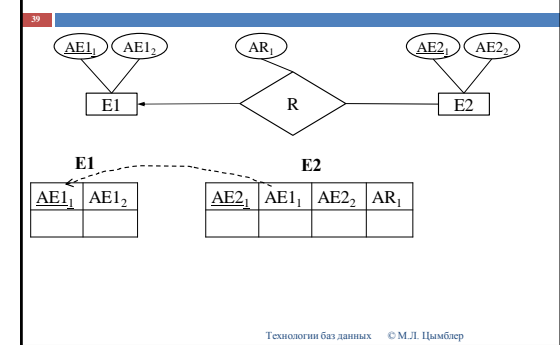
| Город     | Адрес                           | Индекс |
|-----------|---------------------------------|--------|
| Челябинск | пр. Ленина, д. 76, к. 700       | 454080 |
| Челябинск | пр. Ленина, д. 81, к. 336       | 454080 |
| Челябинск | ул. Российская, д. 52, к. 12    | 454006 |
| Челябинск | ул. Российская, д. 52, к. 43    | 454006 |
| Москва    | ул. Тверская-Ямская, д. 3, к. 8 | 128000 |

Технологии баз данных © М.Л. Цамбаер

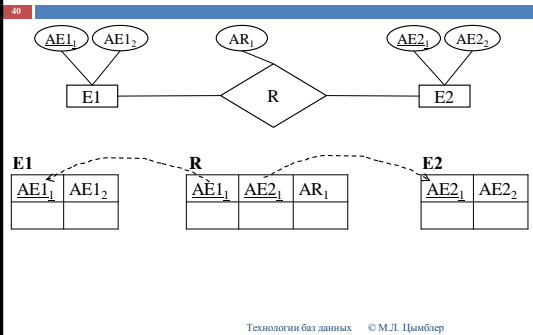
## Нормализация и E/R-модель



## Нормализация и E/R-модель



## Нормализация и E/R-модель



## Задача

- 41
- Сущности
    - Шахматисты играют партии в рамках турниров, проводимых организаторами.
    - Шахматист – ФИО, пол, возраст.
    - Партия – игравший белыми, игравший черными, результат игры.
    - Турнир – название, сроки.
    - Организатор – название, адрес.
  - Связи
    - В турнире участвуют несколько шахматистов. Шахматист может участвовать в нескольких турнирах.
    - У турнира может быть много организаторов. Организатор может организовать много турниров.
- Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Задача

- 42
- Сущности
    - Футболисты играют в клубах, участвуя в матчах чемпионатов.
    - У клуба есть президент, фан-клубы и спонсоры.
    - Спонсоры делают пожертвования в пользу клуба.
    - Фан-клуб состоит из фанатов.
    - Во время чемпионата клубы могут производить трансфер футболистов в другой клуб.
  - Связи
    - В клубе играет несколько футболистов. Футболист играет в точности за один клуб.
    - В чемпионате принимает участие несколько команд. Команда может принимать участие в нескольких чемпионатах.
    - У клуба может быть несколько фан-клубов. Фан-клуб болеет в точности за один футбольный клуб.
    - Фан-клуб включает в себя несколько фанатов. Фанат может состоять в нескольких фан-клубах.
    - У клуба может быть несколько спонсоров. Спонсор может делать пожертвования для нескольких клубов.
    - У клуба не более одного президента. Один и тот же человек может являться президентом нескольких клубов.
- Технологии баз данных © М.Л. Цымбар

## Заключение

43

- Логическое проектирование базы данных – отображение сущностей предметной области в набор реляционных отношений.
- Нормальная форма – совокупность ограничений, накладываемых на схему отношения. Ограничения исключают аномалии при работе с базой данных.
- Нормализация состоит в получении из исходного набора отношений нормализованных отношений, каждое из которых находится в НФ как можно более высокого порядка.

Технологии баз данных © М.Л. Цымбаер

---

---

---

---

---

---

---