Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Кафедра "Компьютерные интеллектуальные технологии"

**ОТЧЕТ**

**ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

**Дисциплина: «**Математические основы баз данных»

**Тема:** «Нормализация отношений»

Выполнил студент группы № ПРГ.ИС.1.3 В.А. Ильин

Преподаватель О.Ю. Сабинин

Санкт-Петербург

2018

1. **Задание**

Требуется нормализовать отношение

R(Блюдо, Вид, Рецепт, Порции, Дата Р, Продукт, Калорийность, Вес (г), Поставщик, Город, Страна, Вес (кг), Цена ($),Дата П)

Предположим, что:

Каждое блюдо имеет уникальное название, относится к единственному виду и приготавливается по единственному рецепту.

Название организации поставщика уникально для того города, в котором он расположен, и названия городов уникальны для каждой из стран.

Поставщик может осуществлять в один и тот же день только одну поставку каждого продукта.

Количество порций каждого блюда может различаться в зависимости от даты реализации.

Калорийность продукта не зависит от поставщика и даты поставки.

Блюдо может быть реализовано неоднократно в разные дни.

В каждом блюде в один день реализации каждый продукт может быть взят только из одной поставки.

Поставки продукта могут использоваться в нескольких блюдах в разные дни.

Экземпляр таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Вид** | **Рецепт** | **Порций** | **Дата Р** | **Продукт** | **Калорийность** | **Вес (г)** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес (кг)** | **Цена ($)** | **Дата П** |
| Лобио | Закуска | Лом. | 158 | 1/9/94 | Фасоль | 3070 | 200 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
|  |  |  |  |  | Лук | 450 | 40 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
|  |  |  |  |  | Масло | 7420 | 30 | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
|  |  |  |  |  | Зелень | 180 | 10 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | Суп | ... | 144 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 80 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
|  |  |  |  |  | Лук | 450 | 30 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
|  |  |  |  |  | Томаты | 240 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
|  |  |  |  |  | Рис | 3340 | 50 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
|  |  |  |  |  | Масло | 7420 | 15 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
|  |  |  |  |  | Зелень | 180 | 15 | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | ... | 207 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 180 | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
|  |  |  |  |  | Лук | 450 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
|  |  |  |  |  | Томаты | 240 | 100 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
|  |  |  |  |  | Зелень | 180 | 20 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | Десерт | ... | 235 | 1/9/94 | Кофе | 2750 | 8 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

**Задача 2**

Предположим, что базе данных имеется отношение для контроля за рабочим графиком служащих. Каждый служащий отрабатывает в магазине одну или две смены в день. На каждую смену служащему назначается одно определенное место (например, конторский столик у входа в магазин или складское помещение). В течение смены на этом месте работает только один служащий.

Отношение для графика может выглядеть следующим образом:

График (Номер\_сотрудника, Дата, Смена, Рабочее\_место, Вышел\_на\_работу?)

1. **Решение**

**2.1 Задача 1**

**1) 1НФ**

Установим рецепты блюд: Лобио – рецепт1, Харчо – рецепт2, Шашлык – рецепт3, Кофе – рецепт4.

Нормализуем данный экземпляр таблицы, чтобы она являлась прямым и верным представлением отношения. Для этого рассматриваемая таблица должна удовлетворять следующим четырем условиям:

1. Порядок строк не несет в себе никакой информации.

2. Порядок столбцов не несет в себе никакой информации.

3. Нет повторяющихся строк.

4. Каждое пересечение строки и столбца содержит ровно одно значение из

соответствующего домена (и больше ничего).

Экземпляр таблицы после нормализации – отношение R1:

R1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Вид** | **Рецепт** | **Порций** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Калорийность** | **Вес\_(г)** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | Закуска | Рецепт1 | 158 | 1/9/94 | Фасоль | 3070 | 200 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | Закуска | Рецепт1 | 158 | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | Закуска | Рецепт1 | 158 | 1/9/94 | Масло | 7420 | 30 | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | Закуска | Рецепт1 | 158 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 10 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 80 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Лук | 450 | 30 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Томаты | 240 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Рис | 3340 | 50 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Масло | 7420 | 15 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 15 | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | Рецепт3 | 207 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 180 | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | Горячее | Рецепт3 | 207 | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | Рецепт3 | 207 | 1/9/94 | Томаты | 240 | 100 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | Рецепт3 | 207 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 20 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | Десерт | Рецепт4 | 235 | 1/9/94 | Кофе | 2750 | 8 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

Приведенное выше отношение R1 удовлетворяет требованиям **1НФ**.

**2) 2НФ**

Выделим **потенциальные ключи** полученного отношения:

{Блюдо, Дата\_Р, Продукт} – определим как **первичный** ключ;

{Рецепт, Дата\_Р, Продукт}.

Определим **неключевые** атрибуты:

Вид, Порций, Калорийность, Вес\_(г), Вес\_(кг), Поставщик, Город, Страна, Цена\_($), ДатаП

Выделим имеющиеся **функциональные зависимости**:

- зависимость атрибутов от ключа отношения:

{Блюдо, Дата\_Р, Продукт} → Рецепт, Вид, Порций, Калорийность, Вес\_(г), Вес\_(кг), Поставщик, Город, Страна, Цена\_($), ДатаП

{Рецепт, Дата\_Р, Продукт} → Блюдо, Вид, Порций, Калорийность, Вес\_(г), Вес\_(кг), Поставщик, Город, Страна, Цена\_($), ДатаП

- зависимости вида и рецепта от блюда:

Блюдо → Вид

Блюдо → Рецепт

- зависимость блюда от рецепта:

Рецепт → Блюдо

- зависимость количества порций от блюда и даты реализации:

(Блюдо, Дата\_Р) → Порций

- зависимость количества порций от рецепта и даты реализации:

(Рецепт, Дата\_Р) → Порций

- зависимость калорийности от продукта:

Продукт → Калорийность

- зависимость веса в граммах от продукта и блюда:

(Блюдо, Продукт) → Вес\_г

- зависимость веса в граммах от продукта и рецепта:

(Рецепт, Продукт) → Вес\_г

- зависимость цены и веса в килограммах от продукта, поставщика, города, страны и даты поставки:

(Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП) → Вес\_кг

(Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП) → Цена\_($)

Как видно из отношения R1, данные хранятся с большой избыточностью.

Во многих строках повторяются вид и рецепт блюда. Кроме того, в данном отношении хранятся вместе независимые друг от друга данные о блюдах, поставщиках, калорийности продуктов и т.д.

Другими словами, в таблице отношения R1 возникают **аномалии**. Рассмотрим примеры имеющихся в отношении R1 аномалий.

**Аномалии вставки**

В отношении R1 нельзя вставить данные о блюде, которое пока не реализовано. Так как при добавлении такого кортежа в атрибуте Дата\_Р будет значение null. Это сделать невозможно, т.к. атрибут Дата\_Р (дата реализации) входит в состав потенциального ключа, следовательно, не может содержать null-значений.

Причина аномалии - хранение в одном отношении разнородной информации.

**Аномалии обновления**

Вид, рецепт, количество порций, повторяются во многих кортежах отношения R1. Поэтому если эту информацию необходимо изменить, то это изменение необходимо одновременно выполнить во всех местах, где встречаются соответствующие вид, рецепт, количество порций, иначе отношение станет некорректным.

Причина аномалии - избыточность данных, также порожденная тем, что в одном отношении хранится разнородная информация.

**Аномалии удаления**

При удалении некоторых данных может произойти потеря другой информации. Например, если удалить из отношения R1 количество порций блюда «Кофе» и удалить все строки, в которых оно встречается, то будут потеряны все данные о продукте Кофе и поставке Кофе поставщиком «Хуанхэ». Если удалить калорийность Мяса, то будет потеряна информация о поставке мяса для блюда Шашлык и т.д.

Причина аномалии - хранение в одном отношении разнородной информации.

Отношение находится во **2НФ** тогда и только тогда, когда оно находится в 1НФ и нет неключевых атрибутов, зависящих от части сложного ключа.

Как видно из имеющихся функциональных зависимостей, отношение R1 не находится во **2НФ**, так как есть ФЗ, которые зависят от части сложного ключа:

Блюдо → Рецепт

Рецепт → Блюдо

Блюдо → Вид

Рецепт→ Вид

(Блюдо, Дата\_Р) → Порций

(Рецепт, Дата\_Р) → Порций

Продукт → Калорийность

(Блюдо, Продукт) → Вес\_г

(Рецепт, Продукт) → Вес\_г

Для того, чтобы устранить зависимость атрибутов от части сложного ключа, нужно произвести декомпозицию отношения на несколько отношений. При этом детерминант зависимости и те атрибуты, которые зависят от части сложного ключа, выносятся в отдельное отношение. Атрибуты, которые зависят от части сложного ключа, удаляются из исходного отношения.

Отношение R1 декомпозируем на шесть отношений:

R2

|  |  |
| --- | --- |
| **Блюдо** | **Рецепт** |
| Лобио | Рецепт1 |
| Харчо | Рецепт2 |
| Шашлык | Рецепт3 |
| Кофе | Рецепт4 |

R3

|  |  |
| --- | --- |
| **Блюдо** | **Вид** |
| Лобио | Закуска |
| Харчо | Суп |
| Шашлык | Горячее |
| Кофе | Десерт |

R4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Дата\_Р** | **Порций** |
| Лобио | 1/9/94 | 158 |
| Харчо | 1/9/94 | 144 |
| Шашлык | 1/9/94 | 207 |
| Кофе | 1/9/94 | 235 |

R5

|  |  |
| --- | --- |
| **Продукт** | **Калорийность** |
| Фасоль | 3070 |
| Лук | 450 |
| Масло | 7420 |
| Зелень | 180 |
| Мясо | 1660 |
| Томаты | 240 |
| Рис | 3340 |
| Кофе | 2750 |

R6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Продукт** | **Вес\_(г)** |
| Лобио | Фасоль | 200 |
| Лобио | Лук | 40 |
| Лобио | Масло | 30 |
| Лобио | Зелень | 10 |
| Харчо | Мясо | 80 |
| Харчо | Лук | 30 |
| Харчо | Томаты | 40 |
| Харчо | Рис | 50 |
| Харчо | Масло | 15 |
| Харчо | Зелень | 15 |
| Шашлык | Мясо | 180 |
| Шашлык | Лук | 40 |
| Шашлык | Томаты | 100 |
| Шашлык | Зелень | 20 |
| Кофе | Кофе | 8 |

R7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | 1/9/94 | Фасоль | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Масло | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Мясо | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Рис | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Масло | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Зелень | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Мясо | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Лук | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | 1/9/94 | Кофе | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

Проведем **анализ декомпозированных отношений**.

Отношения, полученные в результате декомпозиции, находятся во **2НФ**. Действительно, отношения R2, R3, R5 имеют простые ключи, следовательно автоматически находятся во **2НФ**. Отношения R4, R6 имеют сложный ключ, но при этом единственный неключевой атрибут функционально зависит от всего ключа:

R4: {Блюдо, Дата\_Р} → Порций

R6: {Блюдо, Продукт} → Вес\_г

В отношении R7 в результате декомпозиции не осталось неключевых атрибутов, зависящих от части сложного ключа.

Часть **аномалий обновления** устранена. Так, данные о количестве порций, весе продукта в граммах и калорийности продуктов теперь хранятся в различных отношениях. Данные о виде блюда и рецепте теперь хранятся без избыточности. Если изменится вид блюда или номер рецепта, то такое обновление будет произведено в одном месте.

Тем не менее, часть аномалий разрешить не удалось.

Для **проверки правильности декомпозиции** соединим полученные отношения при помощи операции «естественное соединение». Соединять будем по очереди.

R8 = R7 ⋈ R6

Оба отношения имеют общие атрибуты Блюдо и Продукт.

R8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Вес\_(г)** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | 1/9/94 | Фасоль | 200 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Лук | 40 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Масло | 30 | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Зелень | 10 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Мясо | 80 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Лук | 30 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Томаты | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Рис | 50 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Масло | 15 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Зелень | 15 | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Мясо | 180 | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Лук | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Томаты | 100 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Зелень | 20 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | 1/9/94 | Кофе | 8 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

R9 = R8 ⋈ R5

Оба отношения имеют общий атрибут Продукт.

R9

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Калорийность** | **Вес\_(г)** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | 1/9/94 | Фасоль | 3070 | 200 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Масло | 7420 | 30 | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Зелень | 180 | 10 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 80 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Лук | 450 | 30 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Томаты | 240 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Рис | 3340 | 50 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Масло | 7420 | 15 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Зелень | 180 | 15 | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 180 | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Томаты | 240 | 100 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Зелень | 180 | 20 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | 1/9/94 | Кофе | 2750 | 8 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

R10 = R9 ⋈ R4

Оба отношения имеют общие атрибуты Блюдо и Дата\_Р.

R10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Порций** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Калорийность** | **Вес\_(г)** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | 158 | 1/9/94 | Фасоль | 3070 | 200 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | 158 | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | 158 | 1/9/94 | Масло | 7420 | 30 | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | 158 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 10 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | 144 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 80 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | 144 | 1/9/94 | Лук | 450 | 30 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | 144 | 1/9/94 | Томаты | 240 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | 144 | 1/9/94 | Рис | 3340 | 50 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | 144 | 1/9/94 | Масло | 7420 | 15 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | 144 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 15 | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | 207 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 180 | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | 207 | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | 207 | 1/9/94 | Томаты | 240 | 100 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | 207 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 20 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | 235 | 1/9/94 | Кофе | 2750 | 8 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

R11 = R10 ⋈ R3

Оба отношения имеют общий атрибут Блюдо.

R11

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Вид** | **Порций** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Калорийность** | **Вес\_(г)** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | Закуска | 158 | 1/9/94 | Фасоль | 3070 | 200 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | Закуска | 158 | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | Закуска | 158 | 1/9/94 | Масло | 7420 | 30 | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | Закуска | 158 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 10 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | Суп | 144 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 80 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | 144 | 1/9/94 | Лук | 450 | 30 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | 144 | 1/9/94 | Томаты | 240 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | 144 | 1/9/94 | Рис | 3340 | 50 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | Суп | 144 | 1/9/94 | Масло | 7420 | 15 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | 144 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 15 | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | 207 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 180 | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | Горячее | 207 | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | 207 | 1/9/94 | Томаты | 240 | 100 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | 207 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 20 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | Десерт | 235 | 1/9/94 | Кофе | 2750 | 8 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

R12 = R11 ⋈ R2

Оба отношения имеют общий атрибут Блюдо.

R12

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Вид** | **Рецепт** | **Порций** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Калорийность** | **Вес\_(г)** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | Закуска | Рецепт1 | 158 | 1/9/94 | Фасоль | 3070 | 200 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | Закуска | Рецепт1 | 158 | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | Закуска | Рецепт1 | 158 | 1/9/94 | Масло | 7420 | 30 | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | Закуска | Рецепт1 | 158 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 10 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 80 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Лук | 450 | 30 | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Томаты | 240 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Рис | 3340 | 50 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Масло | 7420 | 15 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | Суп | Рецепт2 | 144 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 15 | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | Рецепт3 | 207 | 1/9/94 | Мясо | 1660 | 180 | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | Горячее | Рецепт3 | 207 | 1/9/94 | Лук | 450 | 40 | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | Рецепт3 | 207 | 1/9/94 | Томаты | 240 | 100 | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | Горячее | Рецепт3 | 207 | 1/9/94 | Зелень | 180 | 20 | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | Десерт | Рецепт4 | 235 | 1/9/94 | Кофе | 2750 | 8 | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

Получившееся отношение R12 полностью соответствует начальному отношению R1, не появилось лишних кортежей и не было потеряно информации, значит декомпозиция была проведена правильно – **декомпозиция без потерь**.

**3) 3НФ**

R7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | 1/9/94 | Фасоль | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Масло | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Мясо | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Рис | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Масло | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Зелень | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Мясо | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Лук | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | 1/9/94 | Кофе | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

Оставшиеся **аномалии вставки**.

В отношении R7 нельзя вставить данные о поставке продукта, который еще не относится к какому-либо блюду.

Так как при добавлении такого кортежа в атрибутах Блюдо и Дата\_Р будет значение null. Это сделать невозможно, т.к. данные атрибуты входят в состав потенциального ключа, следовательно, не могут содержать null-значений.

Причина аномалии - хранение в одном отношении разнородной информации.

Оставшиеся **аномалии обновления**.

Одни и те же данные по поставкам – Цена и Вес в килограммах повторяются в нескольких кортежах отношения R7. Поэтому если в поставке изменится вес или цена, то такие изменения необходимо одновременно выполнить во всех местах, где эта поставка встречается, иначе отношение станет некорректным.

Причина аномалии - избыточность данных, также порожденная тем, что в одном отношении хранится разнородная информация.

Оставшиеся **аномалии удаления**.

При удалении некоторых данных по-прежнему может произойти потеря другой информации. Например, если удалить из отношения R7 блюдо «Кофе», то будет потеряна информация о поставке продукта «Кофе» поставщиком «Хуанхэ».

Причина аномалии - хранение в одном отношении разнородной информации.

В отношении R7:

{Блюдо, Дата\_Р, Продукт} –**первичный** ключ.

Определим **неключевые** атрибуты:

Поставщик, Город, Страна, Вес\_(кг), Цена\_($), ДатаП

В отношении R7 имеются следующие имеющиеся **функциональные зависимости**:

- зависимость атрибутов от ключа отношения:

{Блюдо, Дата\_Р, Продукт} → Поставщик, Город, Страна, Вес\_(кг), Цена\_($), ДатаП

- зависимость цены и веса в килограммах от продукта, поставщика, города, страны и даты поставки:

(Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП) → Вес\_кг

(Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП) → Цена\_($)

Отношение находится в третьей нормальной форме **3НФ** тогда и только тогда, когда отношение находится во 2НФ и все неключевые атрибуты взаимно независимы.

Два или больше атрибутов называются взаимно независимыми, если ни один из них функционально не зависит от какой-либо комбинации остальных атрибутов.

Как видно из имеющихся функциональных зависимостей, отношение R7 не находится во **3НФ**, так как есть ФЗ неключевых атрибутов:

(Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП) → Вес\_кг

(Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП) → Цена\_($)

Для того, чтобы устранить зависимость неключевых атрибутов нужно произвести декомпозицию отношения на несколько отношений. При этом те неключевые атрибуты, которые являются зависимыми, выносятся в отдельное отношение.

Отношение R7 декомпозируем на два отношения R13 и R14:

R13

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Продукт** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Фасоль | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Масло | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Мясо | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Рис | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Масло | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Зелень | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Мясо | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Лук | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Кофе | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

R14

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **ДатаП** |
| Лобио | 1/9/94 | Фасоль | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 24/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 27/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Масло | "Лайма" | Рига | Латвия | 30/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 30/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Мясо | "Наталка" | Киев | Украина | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Рис | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 24/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Масло | "Полесье" | Киев | Украина | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Зелень | "Наталка" | Киев | Украина | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Мясо | "Юрмала" | Рига | Латвия | 30/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Лук | "Полесье" | Киев | Украина | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 30/8/94 |
| Кофе | 1/9/94 | Кофе | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 24/8/94 |

Проведем **анализ декомпозированных отношений**.

Отношения, полученные в результате декомпозиции, на текущем и прошлом шагах находятся в **3НФ**.

В полученных отношениях R13, R14 остались только зависимости неключевых атрибутов от ключа отношения:

R13: {Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП} → Вес\_кг , Цена\_($)

R14: {Блюдо, Дата\_Р, Продукт} → Поставщик, Город, Страна, ДатаП

В полученных на прошлом шаге отношениях R2, R3, R4, R5, R6 также остались только зависимости неключевых атрибутов от ключа отношения:

R2: {Блюдо} → Рецепт

R3: {Блюдо} → Вид

R4: {Блюдо, Дата\_Р} → Порций

R5: {Продукт} → Калорийность

R6: {Блюдо, Продукт} → Вес\_г

Все перечисленные аномалии были устранены.

Для **проверки правильности декомпозиции** соединим полученные отношения при помощи операции «естественное соединение».

R15 = R13 ⋈ R14

Оба отношения имеют общие атрибуты: Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП.

R15

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Блюдо** | **Дата\_Р** | **Продукт** | **Поставщик** | **Город** | **Страна** | **Вес\_(кг)** | **Цена\_($)** | **ДатаП** |
| Лобио | 1/9/94 | Фасоль | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 250 | 0.37 | 24/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Масло | "Лайма" | Рига | Латвия | 70 | 1.55 | 30/8/94 |
| Лобио | 1/9/94 | Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Мясо | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 2.18 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Лук | "Наталка" | Киев | Украина | 100 | 0.52 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Рис | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 75 | 0.44 | 24/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Масло | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 1.62 | 27/8/94 |
| Харчо | 1/9/94 | Зелень | "Наталка" | Киев | Украина | 10 | 0.88 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Мясо | "Юрмала" | Рига | Латвия | 200 | 2.05 | 30/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Лук | "Полесье" | Киев | Украина | 50 | 0.61 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Томаты | "Полесье" | Киев | Украина | 120 | 0.45 | 27/8/94 |
| Шашлык | 1/9/94 | Зелень | "Даугава" | Рига | Латвия | 15 | 0.99 | 30/8/94 |
| Кофе | 1/9/94 | Кофе | "Хуанхэ" | Пекин | Китай | 40 | 2.87 | 24/8/94 |

Получившееся отношение R15 полностью соответствует отношению R7, не появилось лишних кортежей и не было потеряно информации, значит декомпозиция была проведена правильно – **декомпозиция без потерь**.

**4)НФБК**

Отношение находится в **нормальной форме Бойса-Кодда (НФБК)** в том и только в том случае, когда отношение находится в 3НФ и любая выполняемая для этого отношения нетривиальная и минимальная функциональная зависимость имеет в качестве детерминанта некоторый возможный ключ данного отношения.

В имеющихся в результате декомпозиций отношений имеются следующие функциональные зависимости:

R2: {Блюдо} → Рецепт

R3: {Блюдо} → Вид

R4: {Блюдо, Дата\_Р} → Порций

R5: {Продукт} → Калорийность

R6: {Блюдо, Продукт} → Вес\_г

R13: {Продукт, Поставщик, Город, Страна, ДатаП} → Вес\_кг , Цена\_($)

R14: {Блюдо, Дата\_Р, Продукт} → Поставщик, Город, Страна, ДатаП

Во всех зависимостях детерминантом является первичный ключ отношения, значит отношения R2, R3, R4, R5, R6, R13, R14 находятся в **нормальной форме Бойса-Кодда (НФБК)**.

**5) 4НФ**

Отношение находится в **четвертой нормальной форме (4НФ)** тогда и только тогда, когда отношение находится в НФБК и не содержит нетривиальных многозначных зависимостей.

Определение - Пусть R - отношение, и X, Y, Z - некоторые из его атрибутов (или непересекающиеся множества атрибутов).Тогда атрибуты (множества атрибутов) Y и Z многозначно зависят от X, тогда и только тогда, когда из того, что в отношении R содержатся кортежи r1 = (x, y, z1) и r2 = (x, y1, z) следует, что в отношении содержится также и кортеж r3 = (x, y, z).

Многозначная зависимость возникает только тогда, когда все атрибуты входят в потенциальный ключ.

Все имеющиеся отношения R2, R3, R4, R5, R6, R13, R14 находятся в **4НФ**, так как они находятся в НФБК и не содержат многозначных зависимостей. В каждом отношении кроме атрибутов первичного ключа имеются также и неключевые атрибуты, которые зависят от ключевых атрибутов.

**6) 5НФ**

Отношение находится в **пятой нормальной форме (5НФ)** тогда и только тогда, когда отношение находится в 4НФ и не содержит зависимостей соединения.

Определение - Пусть R - отношение, и X, Y, Z - некоторые из его атрибутов (или непересекающиеся множества атрибутов).Зависимость отношения имеет место, тогда и только тогда, когда из того, что в отношении R содержатся кортежи r1 = (x1, y, z), r2 = (x, y1, z) и r3 = (x, y, z1) следует, что в отношении содержится также и кортеж r4 = (x, y, z).

Зависимость соединения возникает только тогда, когда все атрибуты входят в потенциальный ключ.

Все имеющиеся отношения R2, R3, R4, R5, R6, R13, R14 находятся в **5НФ**, так как они находятся в 4НФ и не содержат зависимостей соединения.

**2.2 Задача 2**

Заполним экземпляры отношения График:

График

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер\_сотрудника | Дата | Смена | Рабочее\_место | Вышел\_на\_работу? |
| 1 | 01.12.18 | 1 | Склад | Да |
| 2 | 01.12.18 | 2 | Вход | Да |
| 3 | 01.12.18 | 1 | Касса | Да |
| 1 | 02.12.18 | 1 | Склад | Да |
| 2 | 02.12.18 | 1 | Вход | Да |
| 2 | 02.12.18 | 2 | Касса | Нет |
| 3 | 02.12.18 | 1 | Касса | Да |
| 1 | 03.12.18 | 1 | Склад | Нет |
| 2 | 03.12.18 | 2 | Вход | Да |
| 3 | 03.12.18 | 2 | Касса | Да |

**1) 1НФ**

Отношение всегда находится в **первой нормальной форме** по определению понятия отношение.

**2) 2НФ**

**Аномалий** в отношении График не выявлено.

Выделим **потенциальные ключи** полученного отношения:

{Номер\_сотрудника, Дата, Смена} – определим как **первичный** ключ;

{Дата, Смена, Рабочее\_место}.

Определим **неключевые** атрибуты:

Вышел\_на\_работу?

Выделим имеющиеся **функциональные зависимости**:

- зависимость атрибутов от ключа отношения:

{Номер\_сотрудника, Дата, Смена} → Рабочее\_место, Вышел\_на\_работу?

{Дата, Смена, Рабочее\_место} → Номер\_сотрудника, Вышел\_на\_работу?

Отношение находится во **2НФ** тогда и только тогда, когда оно находится в 1НФ и нет неключевых атрибутов, зависящих от части сложного ключа.

Отношение График находится во 2НФ так, как оно находится в 1НФ и не имеет неключевых атрибутов, зависящих от части сложного ключа.

**3) 3НФ**

Отношение находится в третьей нормальной форме **3НФ** тогда и только тогда, когда отношение находится во 2НФ и все неключевые атрибуты взаимно независимы.

Два или больше атрибутов называются взаимно независимыми, если ни один из них функционально не зависит от какой-либо комбинации остальных атрибутов.

В отношении График имеется **только один** неключевой атрибут Вышел\_на\_работу?, который зависит от ключей отношений:

{Номер\_сотрудника, Дата, Смена} → Вышел\_на\_работу?

{Дата, Смена, Рабочее\_место} → Вышел\_на\_работу?

Отношение График находится в 3НФ так, как оно находится во 2НФ и все неключевые атрибуты взаимно независимы.

**4)НФБК**

Отношение находится в **нормальной форме Бойса-Кодда (НФБК)** в том и только в том случае, когда отношение находится в 3НФ и любая выполняемая для этого отношения нетривиальная и минимальная функциональная зависимость имеет в качестве детерминанта некоторый возможный ключ данного отношения.

В отношении График имеются следующие функциональные зависимости:

{Номер\_сотрудника, Дата, Смена} → Рабочее\_место, Вышел\_на\_работу?

{Дата, Смена, Рабочее\_место} → Номер\_сотрудника, Вышел\_на\_работу?

Во всех зависимостях детерминантом является потенциальный ключ отношения, значит отношение График находится в **нормальной форме Бойса-Кодда (НФБК)**.

**5) 4НФ**

Отношение находится в **четвертой нормальной форме (4НФ)** тогда и только тогда, когда отношение находится в НФБК и не содержит нетривиальных многозначных зависимостей.

Определение - Пусть R - отношение, и X, Y, Z - некоторые из его атрибутов (или непересекающиеся множества атрибутов).Тогда атрибуты (множества атрибутов) Y и Z многозначно зависят от X, тогда и только тогда, когда из того, что в отношении R содержатся кортежи r1 = (x, y, z1) и r2 = (x, y1, z) следует, что в отношении содержится также и кортеж r3 = (x, y, z).

Многозначная зависимость возникает только тогда, когда все атрибуты входят в потенциальный ключ.

Отношение График находится в **4НФ**, так как оно находятся в НФБК и не содержит многозначных зависимостей. В отношении кроме ключевых атрибутов имеется неключевой атрибут Вышел\_на\_работу?, который зависит от ключевых атрибутов.

**6) 5НФ**

Отношение находится в **пятой нормальной форме (5НФ)** тогда и только тогда, когда отношение находится в 4НФ и не содержит зависимостей соединения.

Определение - Пусть R - отношение, и X, Y, Z - некоторые из его атрибутов (или непересекающиеся множества атрибутов).Зависимость отношения имеет место, тогда и только тогда, когда из того, что в отношении R содержатся кортежи r1 = (x1, y, z), r2 = (x, y1, z) и r3 = (x, y, z1) следует, что в отношении содержится также и кортеж r4 = (x, y, z).

Зависимость соединения возникает только тогда, когда все атрибуты входят в потенциальный ключ.

В отношении График кроме ключевых атрибутов имеется неключевой атрибут Вышел\_на\_работу?.

Отношение График находится в **5НФ**, так как оно находится в 4НФ и не содержит зависимостей соединения.