

Вторая нормальная форма

2025-03-11

Вспомним основные понятия

- **Суперключ (Super-Key, SK)** - это такое множество атрибутов отношения, что в отношении не может быть двух или более кортежей, в которых значения всех этих атрибутов совпадут.
- **Потенциальный ключ (Candidate Key, СК)** - это несократимый суперключ (то есть такой суперключ, что если убрать из него любой атрибут, то оставшееся множество атрибутов не будет являться суперключом).
- **Ключевой атрибут** - это атрибут отношения, который входит хотя бы в один потенциальный ключ этого отношения.
- **Неключевой атрибут** - это атрибут отношения, который не входит ни в один потенциальный ключ этого отношения.

Понятие функциональной зависимости

- **Функциональная зависимость** - это такая зависимость между значениями атрибутов отношения, что в кортежах с одинаковыми значениями одних атрибутов (называемых **детерминантом**) будут обязательно одинаковые значения других атрибутов (называемых **зависимыми атрибутами**).
- Иными словами, атрибут *B* **функционально зависит** от множества атрибутов *A*, если в отношении не может быть двух или более кортежей, в которых значения *A* будут совпадать, а значения *B* будут при этом различными.
- Функциональные зависимости (ФЗ) записываются в виде:

$$\{X, Y, \dots\} \rightarrow Z,$$

где $\{X, Y, \dots\}$ - это множество атрибутов, являющееся детерминантом ФЗ,
Z - зависимый атрибут.

Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Пароль комнаты	День недели
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	kuhfe6dokiје	Четверг
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	78iuhfe983	Четверг
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	78iuhfe983	Четверг
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	78iuhfe983	Четверг
2020-09-15	1	Миронов А.С.	zoom188	78iuhfe983	Вторник
2020-09-15	2	Миронов А.С.	zoom188	78iuhfe983	Вторник
2020-09-17	2	Блинова И.В.	zoom185	kuhfe6dokiје	Четверг
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	zoom187	los8763s	Четверг

Примеры функциональных зависимостей: {Дата} → День недели; {Комната} → Пароль комнаты

Примеры других ФЗ:

$\{\text{Дата, Номер пары}\} \rightarrow \text{День недели}$

$\{\text{День недели, Комната}\} \rightarrow \text{Пароль}$

- такие ФЗ называются «**приводимыми слева**»: их детерминант может быть сокращён, и зависимость при этом сохранится.

$\{\text{Дата, Номер пары}\} \rightarrow \text{Дата}$

$\{\text{День недели, Комната}\} \rightarrow \text{Комната}$

- такие ФЗ называются «**тривиальными**»: их детерминант содержит в себе зависимый атрибут.

$\{\text{Дата, Номер пары, Преподаватель}\} \rightarrow \text{Комната}$

$\{\text{Дата, Номер пары, Комната}\} \rightarrow \text{Преподаватель}$

- от потенциального ключа функционально зависят все атрибуты отношения.

ФЗ от потенциальных ключей и суперключей

Согласно определению ФЗ, атрибут B функционально зависит от множества атрибутов A , если в отношении не может быть двух или более кортежей, в которых значения A будут совпадать, а значения B будут при этом различными.

Согласно определению суперключа, множество атрибутов A является суперключом, если в отношении не может быть двух или более кортежей, в которых значения A будут совпадать.

Таким образом, если A является суперключом, то в отношении не может быть кортежей, которые могли бы нарушить ФЗ любого атрибута от A .

Потенциальный ключ является частным случаем суперключа, поэтому для него так же справедливо это утверждение.

Определение 2НФ

- Отношение находится во второй нормальной форме, если в нём нет неключевых атрибутов, функционально зависящих от неполных подмножеств потенциального ключа.
- Таблица находится в 2НФ, если она находится в 1НФ, и в ней нет неключевых столбцов, которые функционально зависят от неполного подмножества столбцов, составляющих потенциальный ключ.
- Очевидно, что 2НФ не может нарушиться, если в отношении нет неключевых атрибутов.
- Также 2НФ не может нарушиться, если в отношении нет потенциальных ключей, состоящих из нескольких атрибутов (кроме особого случая, который мы рассмотрим в конце лекции).

Проверка отношения на соответствие 2НФ

- Если в отношении есть хотя бы один неключевой атрибут и хотя бы один составной потенциальный ключ, то для проверки соблюдения 2НФ необходимо проверить каждый неключевой атрибут, находится ли он в функциональной зависимости от любого возможного неполного подмножества потенциального ключа.
- Удобнее начинать с проверки зависимостей от наиболее крупных подмножеств, потому что если доказано, что атрибут не зависит от крупного подмножества, то тогда он не зависит и от более мелких подмножеств, входящих в это подмножество.

Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Иванов	Фотографические технологии	Диф.зачет	91	2022-01-24
Иванов	Системы ИИ	Экзамен	91	2022-01-24
Петров	Системы ИИ	Экзамен	90	2022-01-25
Петров	Личная эффективность	Зачет	69	2021-11-07

Candidate Key (СК): {Студент; Дисциплина}

Неключевые атрибуты: Вид контроля, Баллы, Дата утверждения

Нужно проверить возможные зависимости:

Студент → Вид контроля; Студент → Баллы; Студент → Дата утверждения;

Дисциплина → Вид контроля; Дисциплина → Баллы; Дисциплина → Дата утверждения

Доказательство отсутствия ФЗ

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Петров	Системы ИИ	Экзамен	90	2022-01-25
Петров	Личная эффективность	Зачет	69	2021-11-07

Следовательно, нет ФЗ: Студент ➡ Вид контроля, Баллы, Дата утверждения

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Иванов	Системы ИИ	Экзамен	91	2022-01-24
Петров	Системы ИИ	Экзамен	90	2022-01-25

Следовательно, нет ФЗ: Дисциплина ➡ Баллы, Дата утверждения

Но есть ФЗ Дисциплина → Вид контроля, т.к. согласно учебному плану в этом семестре есть только один вид контроля по каждой дисциплине. Значит, отношение не в 2НФ.

Другой пример: баллы за все семестры

Студент	Дисциплина	Семестр	Вид контроля	Баллы	Дата
Иванов	Базы данных	6	экзамен	88	2020-06-30
Иванов	Базы данных	6	КР	96	2020-07-01
Иванов	Базы данных	7	экзамен	75	2021-01-27
Петров	Базы данных	6	экзамен	96	2020-07-01
Петров	Веб-технологии	6	экзамен	84	2020-06-11
Сидоров	Веб-технологии	6	экзамен	84	2020-06-11

Candidate Key (СК): {Студент, Дисциплина, Семестр, Вид контроля}

Неключевые атрибуты: Баллы, Дата.

Проверка соблюдения 2НФ

СК: {Студент, Дисциплина, Семестр, Вид контроля}

Неключевые атрибуты: Баллы, Дата.

Проверим следующие возможные ФЗ:

- {Студент, Дисциплина, Семестр} → Баллы, Дата;
- {Студент, Дисциплина, Вид контроля} → Баллы, Дата;
- {Студент, Семестр, Вид контроля} → Баллы, Дата;
- {Дисциплина, Семестр, Вид контроля} → Баллы, Дата;

{Студент, Дисциплина, Семестр}

Студент	Дисциплина	Семестр	Вид контроля	Баллы	Дата
Иванов	Базы данных	6	экзамен	88	2020-06-30
Иванов	Базы данных	6	КР	96	2020-07-01
Иванов	Базы данных	7	экзамен	75	2021-01-27
Петров	Базы данных	6	экзамен	96	2020-07-01
Петров	Веб-технологии	6	экзамен	84	2020-06-11

Нет ФЗ неключевых атрибутов от этого подмножества СК.

{Студент, Дисциплина, Вид контроля}

Студент	Дисциплина	Семестр	Вид контроля	Баллы	Дата
Иванов	Базы данных	6	экзамен	88	2020-06-30
Иванов	Базы данных	6	КР	96	2020-07-01
Иванов	Базы данных	7	экзамен	75	2021-01-27
Петров	Базы данных	6	экзамен	96	2020-07-01
Петров	Веб-технологии	6	экзамен	84	2020-06-11

Нет ФЗ неключевых атрибутов от этого подмножества СК.

{Студент, Семестр, Вид контроля}

Студент	Дисциплина	Семестр	Вид контроля	Баллы	Дата
Иванов	Базы данных	6	экзамен	88	2020-06-30
Иванов	Базы данных	6	КР	96	2020-07-01
Иванов	Базы данных	7	экзамен	75	2021-01-27
Петров	Базы данных	6	экзамен	96	2020-07-01
Петров	Веб-технологии	6	экзамен	84	2020-06-11

Нет ФЗ неключевых атрибутов от этого подмножества СК.

{Дисциплина, Семестр, Вид контроля}

Студент	Дисциплина	Семестр	Вид контроля	Баллы	Дата
Иванов	Базы данных	6	экзамен	88	2020-06-30
Иванов	Базы данных	6	КР	96	2020-07-01
Иванов	Базы данных	7	экзамен	75	2021-01-27
Петров	Базы данных	6	экзамен	96	2020-07-01
Петров	Веб-технологии	6	экзамен	84	2020-06-11

Нет ФЗ неключевых атрибутов от этого подмножества СК.

Следовательно, в этом отношении соблюдаются требования 2НФ.

Приведение отношений к 2НФ

Если в отношении нарушается 2НФ, то нужно разделить его на несколько отдельных отношений, произведя декомпозицию.

Если в отношении имеется несколько ФЗ с одинаковым детерминантом, то рассматриваем их как одну ФЗ и делаем одну декомпозицию. Если же детерминанты разные, то для каждой такой ФЗ нужно отдельно делать декомпозицию.

Чтобы декомпозиция была декомпозицией без потерь, следует воспользоваться правилом Хита (или Хеза — **Heath's theorem**).

Правило Хеза (Heath's theorem)

Если в отношении R имеется ФЗ $X \rightarrow Y$, где
 X — это множество атрибутов, составляющих детерминант ФЗ,
 Y — это зависимые атрибуты,
 Z — все остальные атрибуты отношения,
то это отношение можно декомпозировать без потерь,
разбив на два отношения:

$R_1(X, Z)$

и

$R_2(X, Y)$.

Иными словами, мы выносим в новое отношение все атрибуты, входящие в ФЗ, а из исходного отношения убираем зависимые атрибуты.

Приведение к 2НФ по правилу Хеза

Любая декомпозиция, выполненная по правилу Хеза, является декомпозицией без потерь, но не любая такая декомпозиция является оптимальной.

Применять декомпозицию нужно только для тех ФЗ, которые нарушают нормальность отношения. Поэтому не следует выполнять декомпозицию по ФЗ, в которых атрибуты зависят от потенциального ключа - такие ФЗ не нарушают никаких нормальных форм. Так же очевидно, что нет никакого смысла выполнять декомпозицию по тривиальным ФЗ - они тоже ничего не нарушают.

Если ФЗ является приводимой слева, то перед декомпозицией нужно убрать из детерминанта лишние атрибуты.

Пример декомпозиции по правилу Хеза

<u>Дата</u>	<u>Номер пары</u>	<u>Преподаватель</u>	<u>Комната</u>	Пароль	День недели
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	kuhfe6dokiје	Четверг
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	78iuhfe983	Четверг
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	78iuhfe983	Четверг
2020-09-18	2	Попов А.И.	zoom185	kuhfe6dokiје	Пятница
2020-09-19	2	Милованович Е.И.	zoom187	los8763s	Суббота

Исходное отношение: *R* (*Дата*, *Номер пары*, *Преподаватель*, *Комната*, *Пароль*, *День недели*)

ФЗ, нарушающие 2НФ: {*Дата*} → *День недели*; {*Комната*} → *Пароль*

После декомпозиции получаем три отношения:

R1 (*Дата*, *Номер пары*, *Преподаватель*, *Комната*)

R2 (*Дата*, *День недели*)

R3 (*Комната*, *Пароль*)

Результат декомпозиции по правилу Хеза

R1:

<u>Дата</u>	<u>Пара</u>	<u>Преподаватель</u>	<u>Комната</u>
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188
2020-09-18	2	Попов А.И.	zoom185
2020-09-19	2	Милованович Е.И.	zoom187

R2:

<u>Дата</u>	<u>День недели</u>
2020-09-10	Четверг
2020-09-17	Четверг
2020-09-18	Пятница
2020-09-19	Суббота

R3:

<u>Комната</u>	<u>Пароль</u>
zoom185	kuhfe6dokiје
zoom188	78iuhfe983
zoom187	los8763s

В получившихся отношениях R2 и R3 детерминант ФЗ становится потенциальным ключом («Дата» в R2 и «Комната» в R3).

В отношении R1 атрибуты, которые были детерминантами ФЗ, теперь как бы ссылаются на кортежи в отношениях R2 и R3.

Атрибуты «Дата» и «Комната» в отношении R1 называют **внешними** ключами, а в отношениях R2 и R3 они называются **первичными** ключами.

Первичные и внешние ключи

- Первичный ключ (Primary Key, PK) — это потенциальный ключ, выбранный в качестве основного (чтобы идентифицировать по нему строки в таблице).
- Альтернативный ключ (Alternate Key, AK) — это потенциальный ключ, не выбранный в качестве основного.
- Внешний ключ (Foreign Key, FK) — это множество атрибутов отношения, являющееся первичным ключом в другом отношении.

Атрибуты, входящие в первичный ключ, принято выделять подчёркиванием.
Атрибуты, входящие во внешние ключи, принято выделять *курсивом*.

Порядок действий при приведении отношения к 2НФ

- Как только найдена хотя бы одна ФЗ, нарушающая 2НФ, можно сразу выполнить декомпозицию, разделив отношение на два, и затем уже искать нарушения 2НФ в двух новых получившихся отношениях. На практике это может получиться быстрее, так как после декомпозиции в отношениях становится меньше атрибутов, поэтому они образуют меньше комбинаций.
- Но лучше сначала найти все ФЗ, нарушающие 2НФ, и только после этого выполнять декомпозицию, так как одни и те же неключевые атрибуты могут функционально зависеть от разных детерминантов, то есть могут быть разные варианты декомпозиции — в этом случае можно будет выбрать тот вариант декомпозиции, который покажется наиболее удобным и логичным.

Естественные и суррогатные ключи

- Если в качестве первичного и внешнего ключа берётся атрибут, значения которого существуют в реальной предметной области, то такой ключ называется **естественным**.
- Но вместо естественных ключей можно создавать искусственные ключи, которые называют **суррогатными**. Обычно такие ключи называют «идентификаторами», и в качестве их значений используют натуральные числа, которые автоматически назначаются системой управления базами данных (СУБД).
- Суррогатные ключи можно ввести при выполнении декомпозиции: в этом случае исходное отношение $R(X, Y, Z)$ будет делиться не на $R_2(X, Y)$ и $R_1(X, Z)$, а на $R_2(idX, X, Y)$ и $R_1(idX, Z)$. То есть в то отношение, куда попадают атрибуты ФЗ, добавляется суррогатный ключ idX (он становится первичным ключом), а в исходном отношении на место атрибутов ФЗ становится внешний ключ idX .

Пример декомпозиции с суррогатными ключами

R1:

<u>id_даты</u>	<u>Пара</u>	<u>Преподаватель</u>	<u>id_комнаты</u>
1	3	Лавров А.В.	1
1	4	Лавров А.В.	2
2	2	Миронов А.С.	2
3	2	Попов А.И.	1
4	2	Милованович Е.И.	3

Суррогатные ключи «id_комнаты» и «id_даты» являются первичными ключами в R2 и R3, и внешними ключами в R1.
Естественные ключи «Комната» и «Дата» являются альтернативными потенциальными ключами в R2 и R3.

R2:

<u>id_даты</u>	<u>Дата</u>	<u>День недели</u>
1	2020-09-10	Четверг
2	2020-09-17	Четверг
3	2020-09-18	Пятница
4	2020-09-19	Суббота

R3:

<u>id_комнаты</u>	<u>Комната</u>	<u>Пароль</u>
1	zoom185	kuhfe6dokiје
2	zoom188	78iuhfe983
3	zoom187	los8763s

Другой пример:

Дата	Номер пары	Преподаватель	Группа	Дисциплина
2019-03-11	3	Лисицына Л.С.	P3169	Дискретная математика
2019-03-11	5	Раков С.В.	P3169	Дискретная математика
2019-03-11	6	Раков С.В.	P3169	Дискретная математика
2019-03-11	3	Лисицына Л.С.	P3168	Дискретная математика
2019-03-25	3	Лисицына Л.С.	P3168	Дискретная математика
2019-03-12	4	Карпушина А.О.	P3370	Веб-дизайн
2019-03-12	4	Махлай Д.О.	P3370	Веб-дизайн

Потенциальный ключ: {Дата, Номер пары, Преподаватель, Группа}

Неключевые атрибуты: Дисциплина.

Проверка 2НФ:

<u>Дата</u>	<u>Номер пары</u>	<u>Преподаватель</u>	<u>Группа</u>	Дисциплина
2019-03-11	3	Лисицына Л.С.	P3169	Дискретная математика
2019-03-11	5	Раков С.В.	P3169	Дискретная математика
2019-03-11	6	Раков С.В.	P3169	Дискретная математика
2019-03-11	3	Лисицына Л.С.	P3168	Дискретная математика
2019-03-25	3	Лисицына Л.С.	P3168	Дискретная математика
2019-03-12	4	Карпушина А.О.	P3370	Веб-дизайн
2019-03-12	4	Махлай Д.О.	P3370	Веб-дизайн

ФЗ, нарушающая 2НФ: {Дата, Номер пары, Преподаватель} → Дисциплина
т.к. преподаватель не должен вести две разных дисциплины на одной и той же паре.

Декомпозиция без суррогатного ключа

R1:

<u>Дата</u>	<u>Номер пары</u>	<u>Преподаватель</u>	<u>Группа</u>
2019-03-11	3	Лисицына Л.С.	P3169
2019-03-11	3	Лисицына Л.С.	P3168
2019-03-12	4	Карпушина А.О.	P3370
2019-03-12	4	Махлай Д.О.	P3370

R2:

<u>Дата</u>	<u>Номер пары</u>	<u>Преподаватель</u>	<u>Дисциплина</u>
2019-03-11	3	Лисицына Л.С.	Дискретная математика
2019-03-12	4	Карпушина А.О.	Веб-дизайн
2019-03-12	4	Махлай Д.О.	Веб-дизайн

{Дата, Номер пары, Преподаватель} является первичным ключом в R2 и внешним ключом в R1.

Декомпозиция с суррогатным ключом

R1:

<u>id занятия</u>	Группа
1	P3169
1	P3168
2	P3370
3	P3370

id занятия является первичным ключом в R2 и внешним ключом в R1.

{Дата, Номер пары, Преподаватель} теперь хранится только в R2 и является там альтернативным ключом.

R2:

<u>id занятия</u>	Дата	Номер пары	Преподаватель	Дисциплина
1	2019-03-11	3	Лисицына Л.С.	Дискретная математика
2	2019-03-12	4	Карпушина А.О.	Веб-дизайн
3	2019-03-12	4	Махлай Д.О.	Веб-дизайн

Достоинства суррогатных ключей

- Плюсом суррогатных ключей является компактность (обычно для их значений используют 4-байтовые целые числа). Благодаря этому добавление суррогатных ключей позволяет уменьшить количество хранимой информации, даже если количество столбцов в таблицах увеличивается. Но это происходит только в тех случаях, когда для хранения значений естественных ключей требуется больше памяти, чем для суррогатных.
- Ещё одним плюсом суррогатных ключей является то, что их значения не требуется менять, когда происходит переименование реальных значений предметной области. Например, если использовать номер студенческой группы в качестве внешнего ключа, то каждый год придётся менять значения этих внешних ключей, когда студенты переходят на курс старше. Если же вместо номера группы используется суррогатный ключ *id_группы*, то достаточно будет поменять номер группы только в одной строке в одной таблице в БД, т.к. во всех остальных местах будет храниться *id_группы*.

Недостатки суррогатных ключей

- Основным же минусом суррогатного ключа является то, что он неудобен для восприятия человеком. Это может приводить к проблемам как на этапе проектирования БД (по значениям суррогатных ключей сложнее понять, какие ФЗ могут быть в отношениях), так и на этапах реализации БД (усложняется ручное тестирование и отладка SQL-запросов).
- В связи с этим не рекомендуется использовать суррогатные ключи в тех случаях, когда они не дают преимуществ, то есть когда значения естественных ключей сами по себе занимают мало памяти и не могут изменяться (или очень редко меняются) в реальной жизни.
- Например, нет смысла использовать *id_даты* вместо обычной даты в формате ГГГГ-ММ-ДД, так как дата в MySQL занимает те же 4 байта. Так же сомнительно использовать *id_комнаты* вместо названия комнаты вида «zoom177», т.к. оно занимает мало памяти и не должно меняться.

Пример: БД, хранящая структуру ИТМО

Мегафакультет	Директор мегафакультета	Ректор
КТиУ	Бобцов А.А.	Васильев В.Н.
ТИнТ	Бухановский А.В.	Васильев В.Н.
НоЖ	Скорб Е.В.	Васильев В.Н.
ФТ	Белов П.А.	Васильев В.Н.

Потенциальные ключи: {Мегафакультет}, {Директор мегафакультета}

Неключевой атрибут: Ректор

Очевидно, что есть ФЗ: {Мегафакультет} → Ректор, {Директор мегафакультета} → Ректор

Но также можно сказать, что есть ФЗ {} → Ректор, т.е. ФЗ от пустого множества атрибутов

Декомпозиция по ФЗ от пустого множества

Поскольку пустое множество является подмножеством атрибутов, входящих в СК, но само по себе не является СК, то ФЗ $\{\} \rightarrow \text{Ректор}$ нарушает 2НФ.

По правилу Хеза декомпозируем отношение по ФЗ $\{\} \rightarrow \text{Ректор}$, вынеся в отдельное отношение все атрибуты, входящие в ФЗ (то есть атрибут Ректор), и убрав в исходном отношении зависимые атрибуты.

Мегафакультет	Директор мегафакультета
КТиУ	Бобцов А.А.
ТИНТ	Бухановский А.В.
НоЖ	Скорб Е.В.
ФТ	Белов П.А.

Ректор
Васильев В.Н.

Повторение основных моментов. Виды ключей

- **Суперключ (Super-Key)** — любое подмножество атрибутов отношения, совокупное значение которого не может встретиться в отношении несколько раз.
- **Потенциальный ключ (Candidate Key, СК)** — это несократимый суперключ, то есть суперключ, который перестаёт им быть, если убрать из него любой атрибут.
- **Первичный ключ (Primary Key, PK)** — это потенциальный ключ, выбранный в качестве основного (чтобы идентифицировать по нему строки в таблице).
- **Внешний ключ (Foreign Key, FK)** — это множество атрибутов отношения, являющееся первичным ключом в другом отношении.
- **Естественный ключ (Natural Key)** — это первичный или внешний ключ, значения которого существуют в реальной предметной области.
- **Суррогатный ключ (Surrogate Key)** — это искусственно добавленный атрибут, который используется в качестве первичного и внешнего ключа вместо естественного значения из реальной предметной области.

Повторение основных моментов. ФЗ

- Атрибут B функционально зависит от множества атрибутов A , если в отношении не может быть двух или более кортежей, в которых значения A будут совпадать, а значения B будут при этом различными.
- Детерминант - это то множество атрибутов, от которого функционально зависит зависимый атрибут.
- ФЗ называется «приводимой слева», если её детерминант может быть сокращён (то есть какой-либо атрибут может быть убран из детерминанта), и зависимость при этом сохранится.
- ФЗ называется «тривиальной», если её детерминант содержит в себе зависимый атрибут.
- От потенциального ключа функционально зависят все атрибуты отношения.

Повторение основных моментов. 2НФ

- Отношение находится в 2НФ, если в нём нет неключевых атрибутов, функционально зависящих от неполного подмножества потенциального ключа.
- Если имеется ФЗ, нарушающая 2НФ, то необходимо выполнить декомпозицию по правилу Хеза. После декомпозиции нужно определить, какие потенциальные ключи и неключевые атрибуты имеются в новых отношениях, и, при обнаружении новых нарушений 2НФ выполнить дальнейшие декомпозиции, а при отсутствии нарушений доказать, что потенциальные ключи определены верно и что нет нарушений 2НФ.
- Чтобы доказать, что отношение не нарушает 2НФ, нужно для каждого неключевого атрибута показать отсутствие ФЗ от всех возможных комбинаций, состоящих из всех атрибутов потенциального ключа, кроме одного. Чтобы доказать отсутствие ФЗ, нужно привести пример двух кортежей, в которых детерминант совпадает, а значения каждого неключевого атрибута различаются.

Домашнее задание

Проверить своё универсальное отношение на соответствие 2НФ и выполнить приведение к 2НФ при обнаружении нарушений:

1. Найти функциональные зависимости, нарушающие 2НФ, и выполнить по ним декомпозицию (вводя или не вводя суррогатные ключи, на своё усмотрение).
2. Для каждого получившегося в итоге отношения доказать, что оно не нарушает 2НФ, приведя примеры кортежей, доказывающих отсутствие ФЗ неключевых атрибутов от частей потенциальных ключей (либо доказать отсутствие неключевых атрибутов, или отсутствие составных потенциальных ключей).