

Практическое занятие №3

Нормализация отношений: приведение ко второй, третьей и последующим нормальным формам



Понятие функциональной зависимости (повторение)

Это базовое понятие для нормализации.

Пусть X и Y – произвольные наборы атрибутов отношения.

Y **функционально зависит от** X ($X \rightarrow Y$), если в каждый момент времени каждой совокупности значений набора атрибутов X соответствует не более чем одна совокупность значений набора атрибутов Y .

Иначе, функциональная зависимость Y от X означает, что если в любой момент времени известно значение X , то можно однозначно получить и значение Y .

Если при этом Y не зависит функционально от любого подмножества X (не совпадающего с множеством X), функциональная зависимость называется **полной**.

Если Y является подмножеством атрибутов X , функциональная зависимость называется **тривиальной**. Вообще, тривиальная зависимость – такая зависимость, которая справедлива при любых условиях (обусловлена структурой зависимости).



Понятие функциональной зависимости (повторение)

X называется **детерминантом** (левая часть функциональной зависимости) функциональной зависимости, Y называется **зависимой частью**. Функциональная зависимость определяется исходя из смысла хранимых данных.

Если атрибуты X составляют потенциальный ключ некоторого отношения R, то *любой* атрибут отношения R функционально зависит от X.

Примеры функциональной зависимости:

Отношение СТУДЕНТ (ФИО, Номер_зачетной_книжки, Номер_группы)

Функциональные зависимости (при условии, что не совпадений по ФИО, каждый студент имеет единственный номер зачетной книжки и числится в одной группе):

Номер_зачетной_книжки -> ФИО

Номер_зачетной_книжки -> Номер_группы



Вторая нормальная форма

Отношение находится во **второй нормальной форме (2НФ)** тогда и только тогда, когда

- 1. Оно находится в первой нормальной форме.
- 2. Все неключевые атрибуты функционально зависят от ключа целиком, но не от его части.



Порядок приведения к 2НФ

Если отношение находится в 1НФ, все неключевые атрибуты функционально зависят от ключа. Если ключ составной, возможны варианты:

1. Неключевой атрибут зависит от всего ключа (полная зависимость).
2. Неключевой атрибут зависит от части ключа.

В случае 2 отношение не находится в 2НФ. Поэтому нужно:

1. Записать частичные зависимости неключевых атрибутов от частей составного ключа.
2. Из исходного отношения выделить (и удалить) атрибуты, зависящие от рассматриваемой части ключа, также выделить эту часть ключа - создать на основе выделенных неключевых атрибутов и части ключа новое отношение, первичным ключом в нем станет упомянутая часть ключа, повторяющиеся кортежи - удалить.
3. В исходном отношении упомянутую часть ключа выделить в качестве внешнего ключа: исходное отношение окажется подчиненным для нового.



Приведение к 2НФ

ПОЕЗДКА

Город отправления	Город прибытия	Номер поезда (ПК)	ДатаВремя (ПК)	Фамилия	Телефон (ПК)	Номер билета	Место
Москва	Воронеж	738	12.11.2023 21:00	Михайлов	435-23-21	123w1	12
Москва	Воронеж	738	12.11.2023 21:00	Алексеев	213-23-22	127w2	31
Нальчик	Москва	234	15.11.2023 22:15	Александрова	234-67-56	456q23	15
Нальчик	Москва	234	15.11.2023 22:15	Александров	234-57-56	456q24	16
Москва	Санкт-Петербург	678	10.11.2023 15-00	Седых	121-11-11	789w2	10
Москва	Санкт-Петербург	678	22.11.2023 15-00	Седых	121-11-11	221r3	10

В данном отношении имеется составной ПК, поэтому его надо привести к 2НФ (или проверить, находится ли оно в 2НФ).



Пример приведения к 2НФ

Запишем зависимости неключевых атрибутов от частей:

Номер поезда -> Город прибытия, Номер поезда -> Город отправления

Телефон -> Фамилия

Добавим отношение ПОЕЗД с атрибутами (Номер поезда (ПК), Город прибытия, Город отправления)

Из исходного отношения удалим атрибуты Город прибытия, Город отправления, а часть его первичного ключа - Номер поезда - станет внешним ключом, связанным с ПК из отношения ПОЕЗД.

Добавим отношение ПАССАЖИР (Телефон (ПК), Фамилия). Из исходного отношения удалим атрибут Фамилия, а часть ПК - Телефон - станет внешним ключом, ссылающимся на родительское отношение ПАССАЖИР.



Отношение в 2НФ

ПОЕЗДКА

<u>Номер поезда</u> (ПК, FK)	<u>ДатаВремя</u> (PK)	<u>Телефон</u> (PK, FK)	Номер билета	Место
738	12.11.2023 21:00	435-23-21	123w1	12
738	12.11.2023 21:00	213-23-22	127w2	31
234	15.11.2023 22:15	234-67-56	456q23	15
234	15.11.2023 22:15	234-57-56	456q24	16
678	10.11.2023 15-00	121-11-11	789w2	10
678	22.11.2023 15-00	121-11-11	221r3	20

ПОЕЗД

Город отправления	Город прибытия	<u>Номер поезда</u> (PK)
Москва	Воронеж	738
Нальчик	Москва	234
Москва	Санкт-Петербург	678

ПАССАЖИР

Фамилия	<u>Телефон</u> (PK)
Михайлов	435-23-21
Алексеев	213-23-22
Александрова	234-67-56
Александров	234-57-56
Седых	121-11-11

Отношения находятся в 1НФ и 2НФ: ПОЕЗДКА - в 2НФ, ПОЕЗД и ПАССАЖИР - в 1НФ (значения атрибутов атомарны, в каждом есть ПК), в 2НФ - ни в одном из них нет составного ПК.



Третья нормальная форма

Пусть X, Y, Z - атрибуты некоторого отношения R .
Если имеются функциональные зависимости $X \rightarrow Y$ (обратное неверно), $Y \rightarrow Z$ (обратное неверно), то говорят, что атрибут Z транзитивно зависит от X .

Отношение находится в 3НФ, если

1. Оно находится в 2НФ.
2. В нем отсутствуют транзитивные зависимости неключевых атрибутов от ключа.

Транзитивные зависимости можно найти, если только в отношении, помимо ключа, есть больше 1 неключевого атрибута: т.е. если в отношении всего 1 неключевой атрибут, он функционально зависит от ключа, нет промежуточного неключевого атрибута, от которого он мог бы зависеть.



Приведение к 3НФ

Для каждого отношения:

1. Проверить и записать транзитивные зависимости.
2. Пусть выделена зависимость одного неключевого атрибута от другого: $X \rightarrow Y$, при этом X функционально зависит от ключа. Нужно создать отношение из атрибутов X и Y , X назначить его первичным ключом. Из исходного отношения следует удалить атрибут Y , а атрибут X пометить как внешний ключ, связанный с первичным ключом из нового отношения.



Пример приведения к 3НФ

СТУДЕНТ

<u>Номер (ПК)</u>	ФИО	Рейтинг	Стипендия
3454353	ФИО1	80	2500
45645655	ФИО2	90	3500
45646456	ФИО3	100	4000
46767577	ФИО4	75	2000
23434444	ФИО5	80	2500
47647676	ФИО6	90	3500



<u>Рейтинг (ПК)</u>	Стипендия
80	2500
100	4000
75	2000
90	3500

<u>Номер (ПК)</u>	ФИО	Рейтинг (ВК)
3454353	ФИО1	80
45645655	ФИО2	90
45646456	ФИО3	100
46767577	ФИО4	75
23434444	ФИО5	80
47647676	ФИО6	90

Рейтинг -> Стипендия - !!!
Номер -> Рейтинг



Усиленная 3НФ или нормальная форма Бойса-Кодда (БКНФ)

- Отношение находится в БКНФ, если оно находится в 3НФ и в нем отсутствуют зависимости ключей (атрибутов составного ключа) от неключевых атрибутов.



4 НФ

Отношение находится в 4НФ, если оно находится в НФБК и все нетривиальные многозначные зависимости фактически являются функциональными зависимостями от ее потенциальных ключей.

В отношении $R(A, B, C)$ существует **многозначная зависимость** $R.A \twoheadrightarrow R.B$ в том и только в том случае, если множество значений B , соответствующее паре значений A и C , зависит только от A и не зависит от C .



5 НФ

Отношения находятся в 5НФ, если оно находится в 4НФ и отсутствуют сложные зависимые соединения между атрибутами. Если «Атрибут_1» зависит от «Атрибута_2», а «Атрибут_2» в свою очередь зависит от «Атрибута_3», а «Атрибут_3» зависит от «Атрибута_1», то все три атрибута обязательно входят в один кортеж.

Это очень жесткое требование, которое можно выполнить лишь при дополнительных условиях. На практике трудно найти пример реализации этого требования в чистом виде.



Упражнение. Выполните нормализацию до 3НФ включительно.

Замечания:

1. Номер задания выбирается по формуле: Номер_по_журналу % 20 + 1, % - операция взятия остатка от деления.

2. Исходное отношение находится в 1НФ, в нем следует выделить составной первичный ключ.

Дополнительные атрибуты (суррогатные ключи) вводить нельзя!

3. В результирующем отчете

а) следует перечислить атрибуты, которые входят в составной первичный ключ, и объяснить такой выбор. Для этого нужно создать исходное отношение (таблицу) с гипотетическими записями, в которых данных повторяются (включить в отчет), и определить, какой набор атрибутов уникально идентифицирует кортеж;

б) при переходе к 2НФ указать функциональные зависимости и создать дополнительные отношения, заполнив их необходимыми данными, а исходное отношение модифицировать; все исходные и получившиеся таблицы с гипотетическими данными включить в отчет, в них также нужно выделить первичные и внешние ключи и объяснить, почему они выбраны в качестве таковых;

в) переход к 3НФ описать так же, как к 2НФ, за исключением того, что зависимости придется искать не между неключевыми атрибутами и частями первичного ключа, а непосредственно между неключевыми атрибутами (см. определение 2НФ, 3НФ).

Если есть желание, можно выполнить дальнейшую нормализацию.



Варианты заданий

1. Предметная область «Птицеферма». Требуется хранить информацию о продаже скупщикам птицы и о содержании птиц. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Птицеферма (Наименование_вида_птицы, Цена_мяса_данного_вида_птицы_за_кг, Номер_птичника, Наименование_птичника, Адрес_птичника, Вид_птичника, Вид_птиц_в_птичнике, Вместимость_птичника, ФИО_директора_птичника, Телефон_директора, Дата_продажи, Наименование_скупщика, Статус_скупщика, Количество_проданных_птиц_данного_вида, Общая_стоимость). Вид птичника выбрать из списка: брудергауз, батарейный цех, акклиматизатор, репродукторный, взрослый. Статус скупщика выбрать из списка: физическое лицо, юридическое лицо.
2. Предметная область «Организация выступлений». Требуется хранить информацию о выступлении коллективов с различными номерами на площадках. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1НФ. Выступления (Название_номера, Тип_номера, Название_коллектива, Дата_основания_коллектива, ФИО_руководителя_коллектива, Контактный_номер_руководителя, Количество_участников, Телефон_ответственного_за_площадку, Дата_время_выступления, Стоимость_входного_билета). Название типа номера выбрать из списка: танец, песня, юмор, оригинальный.
3. Предметная область «Прокат спортивного инвентаря». Требуется хранить информацию о прокате клиентам спортивного инвентаря. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Прокат (ФИО_клиента, Телефон_клиента, Паспорт_клиента, Инвентарный_номер, Вид_инвентаря, Цена_аренды_за_сутки, Остаточная_стоимость_инвентаря, Штраф_за_сутки_просрочки, 6 Дата_Время_выдачи_инвентаря, Длительность_проката_в_днях, Фактическая_дата_возврата_инвентаря). Название вида выбрать из списка: лыжи, коньки, велосипед и т.д.



4. Предметная область «Результаты соревнований по спортивному ориентированию». Требуется хранить информацию о результатах участия спортсменов в соревнованиях по спортивному ориентированию. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ.
Соревнования (ФИО_участника, Год_рождения, Номер_телефона_участника, Возрастная_группа_участника, Пол_участников_группы, Минимальный_возраст, Максимальный_возраст, Название_коллектива, ФИО_тренера, Телефон_тренера, Год_основания_коллектива, Дата_время_старта, Дата_время_финиша, Результат_прохождения_трассы). Результат прохождения трассы выбрать из списка: финишировал, сошел с дистанции, дисквалифицирован.
5. Требуется хранить информацию о выступлении спикеров на семинарах. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Семинар (ФИО_спикера, Год_рождения_спикера, Судейская_категория_спикера, Оплата_за_час_семинара, Тема_семинара, Дата_время_начала_семинара, Максимальное_количество_участников, Адрес_площадки, Вместимость_площадки, Телефон_ответственного_за_площадку).
Судейскую категорию выбрать из списка спортивный судья 3-ей категории (ССЗК), СС2К, СС1К, ССВК.
6. Предметная область «Приют для животных». Требуется хранить информацию о животных, сделанных им прививках и усыновлении животных. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ.
Приют (Кличка_животного, Вид_животного, Примерный_возраст, Пол, Дата_поступления_в_приют, Наименование_вида_прививки, Препарат, Регулярность_прививания, Дата_прививки, ФИО_усыновителя, Телефон_усыновителя, Адрес_усыновителя, Дата_усыновления).
7. Предметная область «Сотовая компания». Требуется хранить информацию о детализации звонков абонентов. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Сотовая компания (ФИО_абонента, Паспорт_абонента, Адрес_абонента, Телефон_абонента, Название_тарифа, Описание_тарифа, Стоимость_минуты_разговора, Количество_ГБ, Дата_время_заключения_договора, Дата_время_начала_разговора, Продолжительность_разговора_в_минутах).



8. Предметная область «Животноводческая ферма». Требуется хранить информацию о размещении скота на ферме и продаже скота покупателям. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Ферма (Наименование_вида_скота, Средний_вес_скота_данного_вида, Цена_мяса_данного_вида_скота_за_кг, Номер_помещения, Вид_помещения, Вместимость_помещения, Вид_скота_в_помещении, Ответственный_за_помещение, Наименование_покупателя, Телефон_покупателя, Адрес_покупателя, Статус_покупателя, Дата_продажи, Количество_проданных_голов_скота_данного_вида, Общая_стоимость). Вид помещения выбрать из списка: стойло, хлев, загон, конюшня. Статус выбрать из списка: физическое лицо, юридическое лицо.
9. Предметная область «Швейная мастерская». Требуется хранить информацию о продаже выполненных швеями изделий. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Мастерская (ФИО_швеи, Разряд, Адрес, Дата_рождения, Стаж, Название_изделия, Тип_изделия, Размер, Цвет, Трудочасы, Номинальная_цена, Название_материала, Стоимость_за_1_м2, Максим_допустимое_количество_оборотов_во_время_стирки, Максим_допустимая_температура_стирки, Процент_усадки, Дата_изготовления_изделия, Розничная_цена) Тип изделия выбрать из списка: плечевые изделия (платье, блузка, пиджак, плащ, куртка) и поясные изделия (юбка, брюки, шорты).
10. Предметная область «Туристическая фирма». Требуется хранить информацию о продажах менеджерами туров клиентам. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Фирма (ФИО_клиента, Паспорт, Загранпаспорт, Телефон, Адрес, ФИО_менеджера, Паспорт_менеджера, Телефон_менеджера, Дата_приема_на_работу, Страна_назначения, Город_назначения, Отель, Тип_номера, Стоимость_тура_для_одного_человека, Дата_продажи, Кол-во_человек, Дата_отъезда, Дата_приезда)
11. Предметная область «Доставка пиццы». Требуется хранить информацию о курьерской доставке пиццы клиентам. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Доставка (ФИО_клиента, Телефон_клиента, Почта, ФИО_курьера, Паспорт, Адрес_курьера, Телефон_курьера, Название_пиццы, Описание, Среднее_время_приготовления, Калорийность, Стоимость, Дата_время_заказа, Адрес_доставки, Кол-во_пицц)
12. Предметная область «Парикмахерская». Требуется хранить информацию об услугах, предоставляемых клиентам. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Парикмахерская (Дисконтная_карта, ФИО_клиента, Дата_рождения_клиента, Пол, Телефон, ФИО_мастера, Дата_рождения_мастера, Стаж, Специализация, Наименование_услуги, Цена, Продолжительность, Описание, Дата_время_записи)



13. Предметная область «Каршеринг». Требуется хранить информацию о поездке клиентов на автомобиле. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Каршеринг (Гос._номер, Марка_автомобиля, Модель_автомобиля, Год_выпуска, ФИО_клиента, Адрес, Телефон, Номер_водительского_удостоверения, Номер_банковской_карты, Название_тарифа, Тип_страховки, Цена_за_час, Дата_время_начала_поездки, Дата_время_окончания_поездки) Тип страховки выбрать из списка: ОСАГО, КАСКО, без страховки.
14. Предметная область «Театр». Требуется хранить информацию о расписании спектаклей и участвующих в них актерах. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Театр (Название_спектакля, Жанр, Возрастная_категория, Автор_пьесы, Режиссер, Дата_премьеры, ФИО_актера, Дата_рождения, Адрес, Стаж, Звание, Оклад, Роль, Дата_время_представления, Стоимость_билета)
15. Предметная область «Медицинский центр». Требуется хранить информацию о посещениях врачей пациентами. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Медцентр (ФИО_врача, Специализация, Категория, Стаж, Дата_последнего_повышения_квалификации, ФИО_пациента, Дата_рождения_пациента, Адрес, Телефон, Номер_страхового_полиса, Название_услуги, Описание, Предварительная_подготовка, Стоимость, Дата_время_посещения, Кабинет)
16. Предметная область «Выставка кошек». Требуется хранить информацию о процессе проведения выставки кошек. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Выставка (Кличка, Возраст, Порода, ФИО_хозяина, Телефон_хозяина, Адрес_площадки, ФИО_ответственного, Цена_входного_билета, Вместимость, Максимальное_количество_животных, Дата_начала_выставки, Дата_окончания_выставки, ФИО_куратора, Стоимость_участия, Номер_места_расположения_кошки)
17. Предметная область «Рок-фестиваль». Требуется хранить информацию о расписании выступлений музыкальных групп на фестивале. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Фестиваль (Название, Жанр, Количество_участников, ФИО_менеджера, Номер_менеджера, Название_сцены, Площадь_сцены, ФИО_ответственного_за_сцену, ФИО_работника_сцены, Телефон, Должность, Оклад, Дата_время_начала_выступления, Длительность, Гонорар)
18. Предметная область «Фитнес клуб». Требуется хранить информацию о продаже абонементов на занятия фитнесом. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Фитнес клуб (ФИО_клиента, Дата_рождения, Адрес, Телефон, Тип_абонемента, Описание, Стоимость, Срок_действия, Дата_время_покупки_абонемента, Дата_время_персональной_тренировки, Стоимость_тренировки, ФИО_тренера)
19. Предметная область «Клуб ролевиков». Требуется хранить информацию об участии ролевиков в играх клуба. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Клуб ролевиков (ФИО, Ник, Дата_рождения, Номер_телефона, Дата_время_начала_игры, Длительность, Куратор, Стоимость_участия, Имя_героя_ролевика_в_игре, Раса, Описание_расы)
20. Предметная область «Сбор грибов». Требуется хранить информацию о продажах грибов грибниками в пункты приема. Задано следующее исходное отношение, которое находится в 1 НФ. Сбор грибов (Адрес_пункта_приема, Контактный_телефон, ФИО_ответственного, ФИО_грибника, Телефон_грибника, Название_грибов, Род, Стоимость_за_кг, Дата_время_продажи, Масса_грибов)

