

Лабораторная работа №3

Нормализация отношений в базе данных

Цель работы: изучить нормальные формы отношений, получить навыки последовательной нормализации отношений.

Основные теоретические сведения

Нормализация — процесс преобразования базы данных к виду, отвечающему нормальным формам.

В свою очередь, нормальная форма — совокупность требований, которым должно удовлетворять отношение. Нормальная форма предназначена для устранения из базы избыточных функциональных зависимостей между атрибутами (полями таблиц). Избыточность часто является причиной аномалий, возникших при добавлении, редактировании и удалении строк таблицы. Избыточность устраняется, как правило, за счёт декомпозиции отношений (таблиц), то есть разбиения одной таблицы на несколько.

Типы нормальных форм:

- 1) первая нормальная форма (1 NF);
- 2) вторая нормальная форма (2 NF);
- 3) третья нормальная форма (3 NF);
- 4) нормальная форма Бойса-Кодда (BCNF);
- 5) четвёртая нормальная форма (4 NF);
- 6) пятая нормальная форма (5 NF).

При решении практических задач в большинстве случаев третья нормальная форма является достаточной. Процесс проектирования реляционной базы данных, как правило, заканчивается приведением к 3 NF. 3NF устраняет достаточное количество аномалий, при этом производительность базы данных, а также удобство её использования не снижается, что нельзя сказать обо всех последующих формах.

Рассмотрим подробнее первые три нормальные формы.

Первая нормальная форма (1 NF). Отношение находится в 1 NF тогда и только тогда, когда все входящие в него атрибуты являются атомарными (неделимыми). В таблице такой базы данных не должно быть дублирующих строк, в ячейках должны храниться атомарные значения.

Вторая нормальная форма (2 NF). Отношение находится в 2 NF, если оно находится в 1 NF, а каждый неключевой атрибут функционально полно зависит от первичного ключа.

Таблица такой базы данных должна иметь правильный ключ, по которому можно идентифицировать каждую строку. Если ключ составной, то есть состоит из нескольких столбцов, то все остальные неключевые столбцы должны зависеть от всего ключа. Если какой-то атрибут (столбец) зависит только от части ключа, значит, база данных не находится во второй нормальной форме.

Третья нормальная форма (3 NF). Отношение находится в 3 NF в том и только в том случае, если оно находится в 2 NF, а каждый неключевой атрибут нетранзитивно зависит от первичного ключа.

Транзитивной зависимостью неключевых атрибутов от ключевых называется следующая: $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow C$, где A – набор ключевых атрибутов (ключ), B и C – различные множества неключевых атрибутов.

Чтобы нормализовать базу данных до третьей нормальной формы, необходимо сделать так, чтобы в таблицах отсутствовали неключевые столбцы, которые зависят от других неключевых столбцов.

Основные свойства нормальных форм:

- 1) каждая следующая нормальная форма в некотором смысле является более ограниченной, но лучшей, чем предыдущая;
- 2) при переходе к следующей нормальной форме положительные свойства предыдущих нормальных свойств сохраняются.

Задание к работе

1. Нормализовать структуру базы данных, разработанную в предыдущих лабораторных работах. Доказать соответствие 3 NF, выписав функциональные зависимости для каждой сущности.
2. Привести данное в задании отношение к 3 NF согласно номеру варианта.

Варианты заданий

Вариант 1

Код сотрудника	Номер отдела	Отдел	Телефон отдела	ФИО сотрудника	Должность	Адрес
3903	1	Бухгалтерия	101	Смирнов А. А.	Бухгалтер	Новая 1-13
3904	2	Технический отдел	102	Егунев Е. А.	Техник	Полевая 34-2

3905	3	Отдел рекламы	103	Ганич И. И.	Менеджер	Майская 2-3
3906	3	Отдел рекламы	103	Авдеева Г. В.	Менеджер	Новая 1-18
3907	1	Бухгалтерия	101	Бобряк Д. Ю.	Главный бухгалтер	Садовая 3-78
3908	4	Отдел продаж	104	Саковец М. О.	Продавец	Лесная 24-2
3909	4	Отдел продаж	104	Ларин М. Р.	Продавец	Полевая 32-6
3910	2	Технический отдел	102	Иванов И. А.	Техник	Лесная 3-56
3911	2	Технический отдел	102	Ковалев Р. А.	Техник	Красная 4-12
3912	4	Отдел продаж	104	Шепелев С. А.	Менеджер	Новая 3-23
3913	4	Отдел продаж	104	Заяц А. А.	Менеджер	Новая 5-12

Вариант 2

ФИО студента	Адрес	Код курса	Название курса	Длительность	Стоимость
Смирнов А. А.	Новая 1-13	102	Web-дизайн	40	2600
Егунев Е. А.	Полевая 34-2	134	Компьютерная графика	56	3500
Ганич И. И.	Майская 2-3	102	Web-дизайн	40	2600
Авдеева Г. В.	Новая 1-18	156	HTML	36	1500
Бобряк Д. Ю.	Садовая 3-78	107	MS Access	24	2000
Саковец М. О.	Лесная 24-2	134	Компьютерная графика	56	3500
Ларин М. Р.	Полевая 32-6	104	ООП	56	5000
Иванов И. А.	Лесная 3-56	102	Web-дизайн	40	2600
Ковалев Р. А.	Красная 4-12	102	Web-дизайн	40	2600
Шепелев С. А.	Новая 3-23	107	MS Access	24	2000

Заяц А. А.	Новая 5-12	104	ООП	56	5000
Иванова Е. Е.	Красная 2-3	156	HTML	36	1500

Вариант 3

Инвентарный номер	Название книги	Автор	Категория	ФИО читателя	Телефон	Дата выдачи	Дата возврата
32	Кот в сапогах	Ш. Перро	Сказки	Шаров. Д. М.	12-12-02	02.05.13	16.05.13
33	Windows 95 изнутри	А. Кинг	Пользовательский курс	Шил И. А.	34-01-23	05.05.13	08.05.13
33	Windows 95 изнутри	А. Кинг	Пользовательский курс	Акимова А. А.	44-56-11	08.05.13	22.05.13
35	Русалочка	Х. Кристиан Андерсен	Сказки	Левин Н. А.	12-01-33	13.05.13	24.05.13
35	Русалочка	Х. Кристиан Андерсен	Сказки	Акимова А. А.	44-56-11	30.05.13	
36	Чистый код	К. Мартин Роберт	Программирование	Разуман Н. В.	71-09-23	14.05.13	28.06.13
37	Совершенный код	М. Стив	Программирование	Шаров Д. М.	12-12-02	28.05.13	01.07.13
38	3D Studio MAX в примерах	Э. Потс	Графика	Акимова А. А.	44-56-11	29.05.13	12.07.13
38	3D Studio MAX в примерах	Э. Потс	Графика	Черных Л. С.	34-22-34	30.08.13	
37	Совершенный код	М. Стив	Программирование	Шаров Д. М.	12-12-02	31.07.13	

Вариант 4

Шифр группы	Курс	Преподаватель	ФИО студента	Год рождения	Возраст	Адрес
35	Базовый курс	Дружкова Мария Владимировна	Уварова Мария Анатольевна	1996	17	Гаражная 16-1
35	Базовый курс	Дружкова Мария Владимировна	Щербако Сергей Викторович	2000	13	Заозерная 11
35	Базовый курс	Дружкова Мария Владимировна	Новицкая Любовь Валерьевна	1998	15	Заозерная 38
35	Базовый курс	Дружкова Мария Владимировна	Рахимов Андрей Ришатович	1997	16	Новая 1-29
35	Базовый курс	Дружкова Мария Владимировна	Гнатковский Александр Евгеньевич	1998	15	Первомайская 12-31
30	Программирование	Борисова Мария Леонидовна	Сарайкина Елена Николаевна	1998	15	Первомайская 16-1
30	Программирование	Борисова Мария Леонидовна	Сарайкина Елена Николаевна	1997	16	Авиационная 8-5
30	Программирование	Борисова Мария Леонидовна	Михайленко Артем Олегович	2000	13	Первомайская 16-4
34	Программирование	Борисова Мария Леонидовна	Зайцев Григорий Андреевич	1999	14	Первомайская 17-41
34	Программирование	Борисова Мария Леонидовна	Щенин Леонтий Александрович	1996	17	Первомайская 15-77
34	Программирование	Борисова Мария Леонидовна	Медведева Ирина Ивановна	2001	12	Первомайская 11-16
67	Базовый курс	Токарев Александр Валерьевич	Левин Михаил Андреевич	2000	13	Первомайская 15-40
67	Базовый курс	Токарев Александр Валерьевич	Соловьева Татьяна Александровна	1998	15	Первомайская 17-50
67	Базовый курс	Токарев Александр Валерьевич	Завгарова Юлия Ивановна	1998	15	Полевая 25-1
67	Базовый курс	Токарев Александр	Медведева Марина	1999	14	Первомайская

		Валерьевич	Александров на			15-86
67	Базовый курс	Токарев Александр Валерьевич	Тарабанько Артем Иванович	1998	15	Новая 1- 42
78	Подготов итель- ный курс	Дружкова Мария Владимировна	Макарова Татьяна Макаровна	2000	13	Заозерна я 8
78	Подготов итель- ный курс	Дружкова Мария Владимировна	Артамонова Алина Сергеевна	2001	12	Первома йская 17-43
78	Подготов итель- ный курс	Дружкова Мария Владимировна	Рогатин Александр Петрович	2001	12	Первома йская 15-64
78	Подготов итель- ный курс	Дружкова Мария Владимировна	Герцун Алексей Иванович	1999	14	Первома йская 10-18

Вариант 5

Менеджер	Теле- фон	Терри- тория	Город	Клиенты	Адрес клиента	Нали чие долга	Оклад
Иванов	111	Ленинский р-н	Астрахань	Клиент Л1 Клиент Л2	Адрес Л1 Адрес Л2	Нет Нет Нет	10
Литвинов	123	Ленинский р-н	Астрахань	Клиент Л3 Клиент Л4	Адрес Л3 Адрес Л4	Да Нет	10
Сидоров	101	Все районы	Ахтубинск	Клиент А1 Клиент А2	Адрес А1 Адрес А2	Да Да	15
Петров	321	Кировский р-н	Киров	Клиент К1 Клиент К4	Адрес К1 Адрес К4	Нет Нет	10
Иванова	110	Белго- родский р-н	Белгород	Клиент Б2 Клиент Б5	Адрес Б2 Адрес Б5	Да Да	10
Лесная	345	Все районы	Москва	Клиент М1 Клиент М2 Клиент М3	Адрес М1 Адрес М2 Адрес М3	Нет Нет Да	20
Большако в	908	Все районы	Москва	Клиент М4 Клиент М6 Клиент М12	Адрес М4 Адрес М6 Адрес М12	Да Нет Да	20

Пример выполнения задания

Пусть дано отношение «R0», имеющее атрибуты «№ сотрудника», «ФИО», «Оклад», «Офис», «Телефон офиса», «Дети», «Имя ребенка», «Возраст ребенка».

№ сотрудник а	ФИО	Оклад	Офис	Телефон офиса	Дети	
					Имя	Возраст
211	Иванов В. К.	20000	12	24-24-25	София Жанна Виктор	10 7 3
358	Петров С. А.	35000	12	24-24-25	Михаил	5
360	Кирова В. М.	30000	5	24-25-26	Анна Владимир	8 6

Табл. 2. Ненормализованное отношение «R0»

Легко заметить, что не все атрибуты отношения «R0» атомарны (неделимы). Очевидно, что у одного сотрудника может быть несколько детей. В отношении дети имеют имя и возраст. Значение этого атрибута для сотрудника под номером 211 содержит несколько кортежей — информацию о трёх детях. Отношение «R0» не находится в 1 NF.

Атрибут «Дети» можно разделить на два более простых атрибута: «Имя ребенка» и «Возраст ребенка». Таким образом, приведем отношение «R0» к 1 NF, вследствие чего получим отношение «R1»:

№ сотрудник а	ФИО	Оклад	Офис	Телефон офиса	Имя ребенка	Возраст ребенка
211	Иванов В. К.	20000	12	24-24-25	София	10
211	Иванов В. К.	20000	12	24-24-25	Жанна	7
211	Иванов В. К.	20000	12	24-24-25	Виктор	3
358	Петров С. А.	35000	12	24-24-25	Михаил	5
360	Кирова В. М.	30000	5	24-25-26	Анна	8

360	Кирова В. М.	30000	5	24-25-26	Владимир	6
-----	-----------------	-------	---	----------	----------	---

Табл. 3. Отношение «R1»

Ясно, что отношение, находящееся в 1НФ, также может обладать избыточностью. Для её устранения предназначена вторая нормальная форма. Отношение «R1» описывает сразу две сущности — сотрудника и детей сотрудника при первичном ключе «№ сотрудника». Для приведения отношения «R1» ко 2 NF необходимо его разбить на отношения «R2» и «R3»:

№ сотрудника	ФИО	Оклад	Офис	Телефон офиса
211	Иванов В. К.	20000	12	24-24-25
211	Иванов В. К.	20000	12	24-24-25
211	Иванов В. К.	20000	12	24-24-25
358	Петров С. А.	35000	12	24-24-25
360	Кирова В. М.	30000	5	24-25-26
360	Кирова В. М.	30000	5	24-25-26

Табл. 4. Отношение «R3»

№ сотрудника	Имя ребенка	Возраст ребенка
211	София	10
211	Жанна	7
211	Виктор	3
358	Михаил	5
360	Анна	8
360	Владимир	6

Табл. 5. Отношение «R4»

Если при определении первой нормальной формы внимание было нацелено на соблюдение реляционных принципов, а при определении второй нормальной формой в центре внимания был первичный ключ, то для определения третьей нормальной формы внимание должно быть уделено атрибутам, которые не являются первичным ключом, то есть неключевым атрибутам. Чтобы нормализовать базу данных до третьей нормальной формы, необходимо сделать так, чтобы в таблицах отсутствовали неключевые атрибуты, которые зависят от других неключевых атрибутов.

Для этого необходимо проверить все неключевые атрибуты. Каждый из них должен зависеть только от первичного ключа.

Посмотрим еще раз на отношение «R3». Можно увидеть, что атрибут «Телефон офиса» не зависит напрямую от первичного ключа. Мы это выяснили, когда задали себе вопрос: «Каким образом телефон офиса связан с сотрудником?» Ответ: «Телефон офиса имеется у того офиса, в котором работает сотрудник».

Отсюда следует, что атрибут «Телефон офиса» не связан напрямую с сотрудником, он связан напрямую со с атрибутом «Офис», который напрямую связан с сотрудником, ведь сотрудник работает в каком-то конкретном офисе. Это и есть транзитивная зависимость, когда один неключевой атрибут связан с первичным ключом через другой неключевой атрибут.

Для приведения отношения к 3 NF нужно отношение «R3» разбить на отношения «R4» и «R5»:

№ сотрудника	ФИО	Оклад	Офис
211	Иванов В. К.	20000	12
358	Петров С. А.	35000	12
360	Кирова В. М.	30000	5

Табл. 5. Отношение «R4»

Офис	Телефон офиса
12	24-24-25
5	24-25-26

Табл. 6. Отношение «R5»

В процессе выполнения лабораторной работы были изучены нормальные формы отношений и их особенности, а также получены навыки последовательной нормализации отношений (первая, вторая и третья нормальные формы).