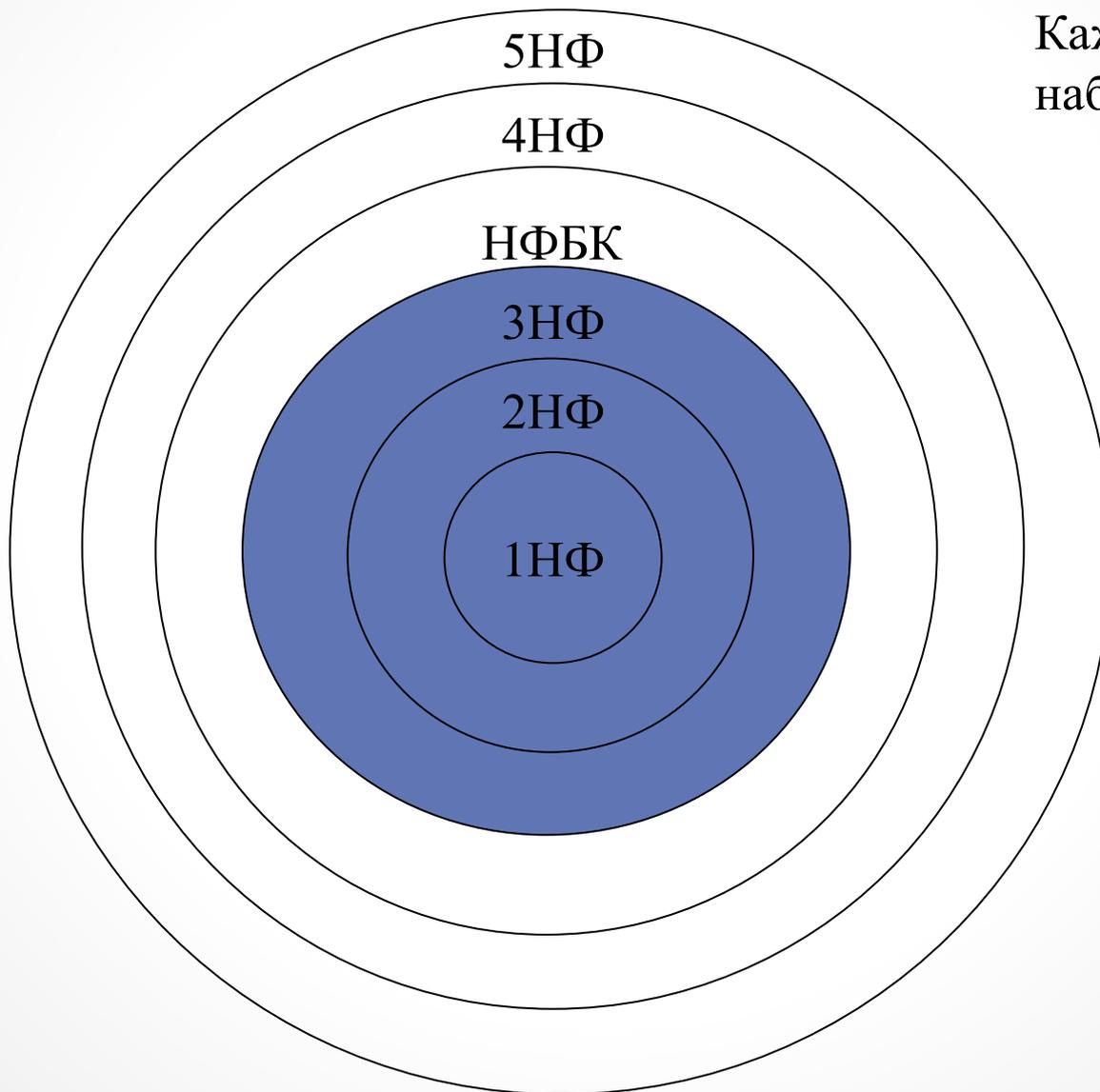


# Проектирование БД на основе принципов нормализации

- В основе процесса проектирования лежит метод *нормализации* или *декомпозиции* отношения, находящегося в предыдущей нормальной форме, в два или более отношения, удовлетворяющих требованиям следующей нормальной формы.
- Метод нормализации (а значит процесс проектирования) основан на понятии *функциональной зависимости* атрибутов отношения – фундаментальное понятие в теории реляционных баз данных.

# Нормальные формы

1. первая нормальная форма (1НФ);
2. вторая нормальная форма (2НФ);
3. третья нормальная форма (3НФ);
4. усиленная третья нормальная форма, или нормальная форма Бойса –Кодда (БКНФ);
5. четвертая нормальная форма (4НФ);
6. пятая нормальная форма или нормальная форма проекции-соединения (5НФ).



Каждая форма –  
набор требований

# Первая нормальная форма

1. Атомарность или неделимость.
2. Таблица не должна содержать повторяющихся колонок или групп данных.

# Пример 1

ФИО	Год рождения	Специальность	Шифр	Группа, кл. рук.
Иванов Ф.И.	1998	ИС	230401	35И, Потапенко Б.С.
Кириллова Е.И.	1998	ИС	230401	35И, Потапенко Б.С.
Потапов В.С.	1998	ИС	230401	35И, Потапенко Б.С.
Дудко О.В.	1997	ИС	230401	35И, Потапенко Б.С.
Таран О.С.	1998	А	150412	48А, Демина Е.Е.
Ильин Г.С.	1998	КС	230111	44К, Павлова Н.И.
Федорова Д.С.	1998	ИС	230401	35И, Потапенко Б.С.
Медведева Ж.А.	1997	КС	230111	44К, Павлова Н.И.
Пушкина А.А.	1998	КС	230111	44К, Павлова Н.И.

ФИО	Год рождения	Специальность	Шифр	Группа	Кл. рук.
Иванов Ф.И.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Кириллова Е.И.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Потапов В.С.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Дудко О.В.	1997	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Таран О.С.	1998	А	150412	48А	Демина Е.Е.
Ильин Г.С.	1998	КС	230111	44К	Павлова Н.И.
Федорова Д.С.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Медведева Ж.А.	1997	КС	230111	44К	Павлова Н.И.
Пушкина А.А.	1998	КС	230111	44К	Павлова Н.И.

# Пример 2

Сотрудник	Номер телефона
Иванов И.И.	283-56-82
	390-57-34
Петров С.С.	708-62-34
Коровина Л.А.	506-12-33
Смирнова О.С.	333-06-22
	340-27-44

Сотрудник	Номер телефона
Иванов И.И.	283-56-82
Иванов И.И.	390-57-34
Петров С.С.	708-62-34
Коровина Л.А.	506-12-33
Смирнова О.С.	333-06-22
Смирнова О.С.	340-27-44

Подписчик	Издание
Перфильев С.А.	Правда
	Известия
	Комерсант
Иванов О.И.	Российская газета

Подписчик	Издание
Перфильев С.А.	Правда
Перфильев С.А.	Известия
Перфильев С.А.	Комерсант
Иванов О.И.	Российская газета

# Алгоритм приведения к первой нормальной форме

1. Найти все поля, которые содержат многосоставные части информации.
2. Те данные, которые можно разбить на составные части, нужно выносить в отдельные поля.
3. Вынести повторяющиеся данные в отдельную таблицу.

# Пример 3

Таб. №	ФИО	Должность	№ кабинета	Телефон	Дети
1	Иванов	Директор	32	212	Саша(1996) Маша(1995)
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Петя(1992) Витя(1997) Лена(1999)
3	Волков	Менеджер	35	311	-

Дети не являются элементарными данными, следовательно, таблицу нельзя вводить таким образом, её необходимо преобразовать.

Таб. № РК	ФИО	Должность	№ кабинета	Телефон	Имя ребёнка	Год рождения	№ ребёнка РК
1	Иванов	Директор	32	212	Саша	1996	1
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Петя	1992	1
3	Волков	Менеджер	35	311	-	-	-
1	Иванов	Директор	32	212	Маша	1995	2
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Витя	1997	2
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Лена	1999	3

Теперь все ячейки таблицы являются элементарными неделимыми данными и таблица может быть помещена в БД.

# Пример 4

Наименование	Город	Адрес	Эл. почта	Вид	Конт. лица
Поршневой 3-д	Владимир	Ул. 2-я Кольцевая, 17	info@plu nger.ru	Поставщик	Иванов И.И., зам. дир., тел (3254)76-15-95 Петров П.П., нач. отд. сбыта, тел (3254)76-15- 35
ООО Вымпел	Курск	Ул. Гоголя, 25	rennon@ mail.ru	Клиент	Сидоров С.С., директор, тел. (7634)66-65-38
ИЧП Альфа	Владимир	Ул. Пушкинская, 37, оф. 565	alpha323 @list.ru	Клиент	Васильев В.В., директор, тел (3254)74-57-45

Наименование	Город	Адрес	Эл. почта	Вид
Поршневой 3-д	Владимир	Ул. 2-я Кольцевая, 17	info@plunger.ru	Поставщик
Поршневой 3-д	Владимир	Ул. 2-я Кольцевая, 17	info@plunger.ru	Поставщик
ООО Вымпел	Курск	Ул. Гоголя, 25	pennon@mail.ru	Клиент
ИЧП Альфа	Владимир	Ул. Пушкинская, 37, оф. 565	alpha323@list.ru	Клиент

Должность	Ф.И.О.	Код города	Тел.
зам. дир.	Иванов И.И.	3254	76-15-95
нач. отд. сбыта	Петров П.П.	3254	76-15-35
директор	Сидоров С.С.	7634	66-65-38
директор	Васильев В.В.	3254	74-57-45

# Пример 5

*R1* - Ненормализованное отношение

КодПоставщика	КодПродукта	Продукт
P <sub>1</sub>	1	Сахар
	2	Соль
	13	Мука
P <sub>2</sub>	26	Рис
	58	Гречка
	130	Крупа манная
	162	Пшено
P <sub>3</sub>	474	Молоко
	891	Кефир

*R2* - Нормализованное отношение

КодПоставщика	КодПродукта	Продукт
P <sub>1</sub>	1	Сахар
P <sub>1</sub>	2	Соль
P <sub>1</sub>	13	Мука
P <sub>2</sub>	26	Рис
P <sub>2</sub>	58	Гречка
P <sub>2</sub>	130	Крупа манная
P <sub>2</sub>	162	Пшено
P <sub>3</sub>	474	Молоко
P <sub>3</sub>	891	Кефир

# Пример 6

Преподаватель	День недели	Номер пары	Название дисциплины	Тип занятий	Группа
Петров В. И.	Понедельник	1	Теор. выч. проц.	Лекция	4906
	Вторник	1	Комп. графика	Лаб. раб.	4907
	Вторник	2	Комп. графика	Лаб. раб.	4906
Киров В. А.	Понедельник	2	Теория информ.	Лекция	4906
	Вторник	3	Пр-е на C++	Лаб. раб.	4907
	Вторник	4	Пр-е на C++	Лаб. раб.	4906
Серов А. А.	Понедельник	3	Защита инф.	Лекция	4944
	Среда	3	Базы данных	Лаб. раб.	4942
	Четверг	4	Базы данных	Лаб. раб.	4922

Преподаватель	День недели	Номер пары	Название дисциплины	Тип занятий	Группа
Петров В. И.	Понедельник	1	Теор. выч. проц.	Лекция	4906
Петров В. И.	Вторник	1	Комп. графика	Лаб. раб.	4907
Петров В. И.	Вторник	2	Комп. графика	Лаб. раб.	4906
Киров В. А.	Понедельник	2	Теория информ.	Лекция	4906
Киров В. А.	Вторник	3	Пр-е на С++	Лаб. раб.	4907
Киров В. А.	Вторник	4	Пр-е на С++	Лаб. раб.	4906
Серов А. А.	Понедельник	3	Защита инф.	Лекция	4944
Серов А. А.	Среда	3	Базы данных	Лаб. раб.	4942
Серов А. А.	Четверг	4	Базы данных	Лаб. раб.	4922

# Недостатки первой нормальной формы

- избыточность — многократное повторение информации в столбцах данных;
- различные аномалии.

Дублирование

```
graph TD; A[Дублирование] --> B[Избыточное]; A --> C[Неизбыточное];
```

Избыточное

Неизбыточное

# Неизбыточное дублирование

Номер студенческого билета	ФИО	Группа
101	Иванов Ф.И.	35
102	Кириллова Е.И.	35
103	Потапов В.С.	35
104	Дудко О.В.	35
105	Таран О.С.	44
106	Ильин Г.С.	44
107	Федорова Д.С.	35
108	Медведева Ж.А.	44
109	Пушкина А.А.	44

# Избыточное дублирование

Номер студенческого билета	ФИО	Группа	Классный руководитель
101	Иванов Ф.И.	35	Гришин С.А.
102	Кириллова Е.И.	35	Гришин С.А.
103	Потапов В.С.	35	Гришин С.А.
104	Дудко О.В.	35	Гришин С.А.
105	Таран О.С.	44	Коровина Л.А.
106	Ильин Г.С.	44	Коровина Л.А.
107	Федорова Д.С.	35	Гришин С.А.
108	Медведева Ж.А.	44	Коровина Л.А.
109	Пушкина А.А.	44	Коровина Л.А.

# Пример 7

Номер студенческого билета	ФИО	Группа	Классный руководитель
101	Иванов Ф.И.	35	Гришин С.А.
102	Кириллова Е.И.	35	
103	Потапов В.С.	35	
104	Дудко О.В.	35	
105	Таран О.С.	44	Коровина Л.А.
106	Ильин Г.С.	44	
107	Федорова Д.С.	35	
108	Медведева Ж.А.	44	
109	Пушкина А.А.	44	

*Декомпозиция таблицы* – процесс деления таблицы на несколько таблиц для поддержания целостности данных.

Номер студенческого билета	ФИО	Группа
101	Иванов Ф.И.	35
102	Кириллова Е.И.	35
103	Потапов В.С.	35
104	Дудко О.В.	35
105	Таран О.С.	44
106	Ильин Г.С.	44
107	Федорова Д.С.	35
108	Медведева Ж.А.	44
109	Пушкина А.А.	44

Группа	Классный руководитель
35	Гришин С.А.
44	Коровина Л.А.

# Виды аномалий

1. аномалия ввода;
2. аномалия обновления;
3. аномалия удаления.

# Аномалия вставки

Таб. № РК	ФИО	Должность	№ кабинета	Телефон	Имя ребёнка	Год рождения	№ ребёнка РК
1	Иванов	Директор	32	212	Саша	1996	1
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Петя	1992	1
3	Волков	Менеджер	35	311	-	-	-
1	Иванов	Директор	32	212	Маша	1995	2
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Витя	1997	2
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Лена	1999	3

Волков не может быть внесён в базу данных, т.к. у него нет детей, а эта информация входит в состав ключа.

# Аномалия модификации

Таб. № РК	ФИО	Должность	№ кабинета	Телефон	Имя ребёнка	Год рождения	№ ребёнка РК
1	Иванов	Директор	32	212	Саша	1996	1
2	Петрова	Бухгалтер	33	213	Петя	1992	1
1	Иванов	Директор	32	212	Маша	1995	2
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Витя	1997	2
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Лена	1999	3

Зайцева сменила фамилию. Если не принять специальных мер, изменение базы может быть произведено не полностью, и в базе данных окажется противоречивая информация.

# Аномалия удаления

Таб. № РК	ФИО	Должность	№ кабинета	Телефон	Имя ребёнка	Год рождения	№ ребёнка РК
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Витя	1997	2
2	Зайцева	Бухгалтер	33	213	Лена	1999	3

Дети, достигшие совершеннолетия, удаляются из БД. Вместе с удалением Саши, ребенка Иванова, мы удаляем и информацию о самом Иванове.

# Функциональная зависимость

Атрибут  $Y$  некоторого отношения функционально зависит от  $X$  (атрибуты могут быть составными), если в любой момент времени каждому значению  $X$  соответствует одно значение  $Y$ .

Функциональная зависимость обозначается:  $X \longrightarrow Y$

*Пример:* Номер зач.кн.  $\longrightarrow$  ФИО

# Полная функциональная зависимость

Неключевой атрибут функционально полно зависит от составного ключа, если он функционально зависит от всего ключа в целом, но не находится в функциональной зависимости от какого-либо из входящих в него атрибутов.

*Пример:*

Номер зач.кн., Дисциплина, Дата  $\longrightarrow$  Оценка

# Первая нормальная форма (1НФ)

Отношение находится в первой нормальной форме тогда и только тогда, когда оно не содержит повторяющихся полей и составных значений (на пересечении строк и столбцов ровно одно элементарное значение).

*Надо разделить составные значения и дополнить их дубликатами простых значений*

ФИО	Зач.кн	Группа	Дисц	Оценка
Иванов	2	ВТ100	БД	4
			ОС	5
			ТАУ	4
Петров	5	ВТ100	БД	5
			ОС	5

# Первая нормальная форма (1НФ)

## *Отношение в 1НФ*

ФИО	Зач.кн	Группа	Дисциплина	Оценка
Иванов	2	ВТ100	БД	4
Иванов	2	ВТ100	ОС	5
Иванов	2	ВТ100	ТАУ	4
Петров	5	ВТ100	БД	5
Петров	5	ВТ100	ОС	5

***Неключевой атрибут*** – это любой атрибут отношения, не входящий в состав любого ключа.

***Взаимно-независимые атрибуты*** – это атрибуты, которые не зависят функционально один от другого.

***Проекция*** – отношение, полученное из заданного путем удаления и (или) перестановки некоторых атрибутов.

# Вторая нормальная форма

**Определение.** Отношение  $R$  находится во второй нормальной форме (2NF) в том и только в том случае, когда находится в 1NF, и каждый неключевой атрибут полностью зависит от первичного ключа (т.е. от всех атрибутов в него входящих), если первичный ключ отношения является простым (т.е. ключ состоит из одного атрибута), то отношение автоматически находится в 2NF.

# Пример 8

## *Отношение в 1НФ*

ФИО	<u>Зач.кн</u>	Группа	<u>Дисц</u>	Оценка
Иванов	2	ВТ100	БД	4
Иванов	2	ВТ100	ОС	5
Иванов	2	ВТ100	ТАУ	4
Петров	5	ВТ200	БД	5
Петров	5	ВТ200	ОС	5

Не полная функциональная зависимость:

$\langle \text{Зач.кн, Дисц} \rangle \rightarrow \text{Оценка}$

т.к. имеются функциональные зависимости:

$\text{Зач.кн} \rightarrow \text{ФИО}$

$\text{Зач.кн} \rightarrow \text{Группа}$

## *Результат декомпозиции (оба отношения в 2НФ)*

ФИО	<u>Зач.кн</u>	Группа
Иванов	2	ВТ100
Петров	5	ВТ200

<u>Зач.кн</u>	<u>Дисц</u>	Оценка
2	БД	4
2	ОС	5
2	ТАУ	4
5	БД	5
5	ОС	5

Качество: перевод в другую группу, изменение фамилии – без аномалий обновления; можно хранить информацию о студентах, еще не сдававших и тех, кто не должен сдавать экзамены

# Пример 9

ФИО	Год рождения	Специальность	Шифр	Группа	Кл. рук.
Иванов Ф.И.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Кириллова Е.И.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Потапов В.С.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Дудко О.В.	1997	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Таран О.С.	1998	А	150412	48А	Демина Е.Е.
Ильин Г.С.	1998	КС	230111	44К	Павлова Н.И.
Федорова Д.С.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
Медведева Ж.А.	1997	КС	230111	44К	Павлова Н.И.
Пушкина А.А.	1998	КС	230111	44К	Павлова Н.И.

*Номер студ. билета	ФИО	Год рождения	Специальность	Шифр	Группа	Кл. рук.
101	Иванов Ф.И.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
102	Кириллова Е.И.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
103	Потапов В.С.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
104	Дудко О.В.	1997	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
105	Таран О.С.	1998	А	150412	48А	Демина Е.Е.
106	Ильин Г.С.	1998	КС	230111	44К	Павлова Н.И.
107	Федорова Д.С.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
108	Медведева Ж.А.	1997	КС	230111	44К	Павлова Н.И.
109	Пушкина А.А.	1998	КС	230111	44К	Павлова Н.И.

# Пример 10

*Таблица в 1 НФ*

ID	Автор	Название	Издательство	ДР автора	Тел. изд
1	Иван Иванов	Сборник рассказов	Книжный пресс	11.12.1981	111-111
2	Ольга Петрова	Сборник стихов	Очепятка	09.09.1997	222-222
3	Василий Сумкин	Новая новелла	Книжный пресс	12.03.1960	111-111
4	Мария Пупкина	Пьеса о главном	ТСА	24.05.1949	333-333
5	Иван Иванов	Романтичный роман	Омскэ	11.12.1981	444-444

*Таблицы во 2 НФ*

ID	Название	Автор	Издательство
1	Сборник рассказов	1	1
2	Сборник стихов	2	2
3	Новая новелла	3	1
4	Пьеса о главном	4	3
5	Романтичный роман	1	4

ID	Автор	Дата рождения
1	Иван Иванов	11.12.1981
2	Ольга Петрова	09.09.1997
3	Василий Сумкин	12.03.1960
4	Мария Пупкина	24.05.1949

ID	Издательство	Телефон
1	Книжный пресс	111-111
2	Очепятка	222-222
3	ТСА	333-333
4	Омскэ	444-444

# Пример 11

*Таблица в 1 НФ*

Категория	Дата	Скидка	Товар
Книги	10.10.2008	10%	PHP for dummies
Ноутбуки	11.10.2008	20%	Acer
Книги	10.10.2008	10%	Windows XP

*Таблицы во 2 НФ*

Категория	Дата	Скидка
Книги	10.10.2008	10%
Ноутбуки	11.10.2008	20%
Книги	10.10.2008	10%

Категория	Товар
Книги	PHP for dummies
Ноутбуки	Acer
Книги	Windows XP

# Пример 12

*Таблица в 1 НФ*

<u>Сотрудник</u>	<u>Должность</u>	Зарплата	Наличие компьютера
Гришин	кладовщик	20 000	нет
Васильев	программист	40 000	есть
Иванов	кладовщик	25 000	нет

## *Таблицы во 2 НФ*

<u>Должность</u>	Наличие компьютера
кладовщик	нет
программист	есть
кладовщик	нет

<u>Сотрудник</u>	<u>Должность</u>	Зарплата
Гришин	кладовщик	20 000
Васильев	программист	40 000
Иванов	кладовщик	25 000

# Алгоритм приведения ко второй нормальной форме

Если в некоторых отношениях обнаружена зависимость атрибутов от части сложного ключа, то проводят декомпозицию этих отношений на несколько отношений следующим образом: те атрибуты, которые зависят от части сложного ключа выносятся в отдельное отношение вместе с этой частью ключа.

# Пример 13

*Таблица в 1 НФ*

<u>Филиал</u> <u>компании</u>	<u>Должность</u>	Зарплата	Наличие компьютера
Филиал в Томске	уборщик	20 105	нет
Филиал в Москве	программист	43 500	есть
Филиал в Томске	программист	25 000	есть

## *Таблицы во 2 НФ*

<u>Филиал компании</u>	<u>Должность</u>	Зарплата
Филиал в Томске	уборщик	20 105
Филиал в Москве	программист	43 500
Филиал в Томске	программист	25 000

<u>Должность</u>	Зарплата	Наличие компьютера
уборщик	20 105	нет
программист	43 500	есть
программист	25 000	есть

# Пример 14

Код сотрудника	ФИО	Должность	Проекты
1	Иванов Иван Иванович	программист	ID: 123; Название: Система управления паровым котлом; Дата сдачи: 30.09.2011 ID: 231; Название: ПС для контроля и оповещения о превышениях ПДК различных газов в помещении; Дата сдачи: 30.11.2011 ID: 321; Название: Модуль распознавания лиц для защитной системы; Дата сдачи: 01.12.2011

*Таблица в 1 НФ*

Код сотрудника	ФИО	Должность	Код проекта	Название	Дата сдачи
1	Иванов Иван Иванович	программист	123	Система управления паровым котлом	30.09.11
1	Иванов Иван Иванович	программист	231	ПС для контроля и оповещения о превышениях ПДК различных газов в помещении	30.11.11
1	Иванов Иван Иванович	программист	321	Модуль распознавания лиц для защитной системы	01.12.17

# Пример 15

*Таблица в 1 НФ*

<u>Код поставщика</u>	Город	Статус города	<u>Код товара</u>	Количество
1	Москва	20	1	300
1	Москва	20	2	400
1	Москва	20	3	100
2	Ярославль	10	4	200
3	Ставрополь	30	5	300
3	Ставрополь	30	6	400
4	Псков	15	7	100

Код поставщика	Код товара	Количество
1	1	300
1	2	400
1	3	100
2	4	200
3	5	300
3	6	400
4	7	100

Код поставщика	Город	Статус города
1	Москва	20
1	Москва	20
1	Москва	20
2	Ярославль	10
3	Ставрополь	30
3	Ставрополь	30
4	Псков	15

# Методы приведения ко второй нормальной форме

1. Создание отдельных таблиц для наборов значений, относящихся к нескольким записям.
2. Связка таблиц с помощью внешнего ключа.

# Третья нормальная форма

1. Таблица должна удовлетворять требованиям 2НФ.
2. Неключевые поля не зависят друг от друга.

# Пример 16

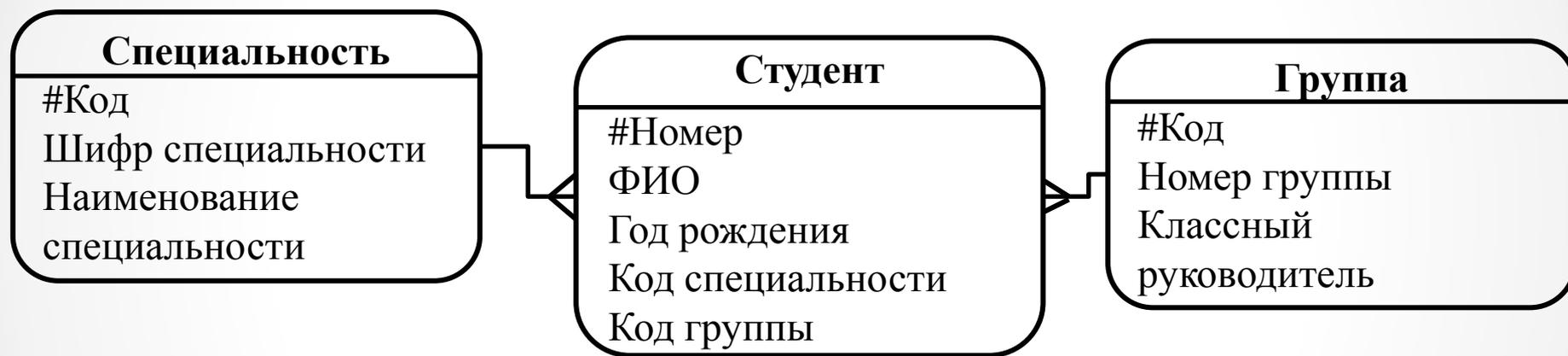
*Номер студ. билета	ФИО	Год рождения	Специальность	Шифр	Группа	Кл. рук.
101	Иванов Ф.И.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
102	Кириллова Е.И.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
103	Потапов В.С.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
104	Дудко О.В.	1997	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
105	Таран О.С.	1998	А	150412	48А	Демина Е.Е.
106	Ильин Г.С.	1998	КС	230111	44К	Павлова Н.И.
107	Федорова Д.С.	1998	ИС	230401	35И	Потапенко Б.С.
108	Медведева Ж.А.	1997	КС	230111	44К	Павлова Н.И.
109	Пушкина А.А.	1998	КС	230111	44К	Павлова Н.И.

Номер	ФИО	Год рождения	Код специальности	Код группы
101	Иванов Ф.И.	1998	10	13
102	Кириллова Е.И.	1998	10	13
103	Потапов В.С.	1998	10	13
104	Дудко О.В.	1997	10	13
105	Таран О.С.	1998	30	15
106	Ильин Г.С.	1998	20	14
107	Федорова Д.С.	1998	10	13
108	Медведева Ж.А.	1997	20	14
109	Пушкина А.А.	1998	20	14

Код специальности	Специальность	Шифр
10	ИС	230401
20	КС	230111
30	А	150412

Код группы	Специальность	Кл.рук
13	35И	Потапенко Б.С.
14	44К	Демина Е.Е.
15	48А	Павлова Н.И.

# Структура БД после приведения к 3НФ



# Транзитивная зависимость

Пусть  $X, Y, Z$  – атрибуты некоторого отношения.

При этом  $X \rightarrow Y$  и  $Y \rightarrow Z$ , но обратное соответствие отсутствует, т.е.  $Z$  не зависит от  $Y$  или  $Y$  не зависит от  $X$ . Тогда говорят, что  $Z$  транзитивно зависит от  $X$  ( $X \twoheadrightarrow Z$ ).

# Приведение к третьей нормальной форме

Если в некоторых отношениях обнаружена зависимость некоторых неключевых атрибутов от других неключевых атрибутов, то проводят декомпозицию этих отношений следующим образом: те неключевые атрибуты, которые зависят от других неключевых атрибутов выносятся в отдельное отношение. В новом отношении ключом становится детерминант функциональной зависимости.

# Пример 17

ФИО	<u>Зач.кн</u>	Группа	Отделение	Специальность	Кафедра
Иванов И.И.	123	14ИС	Техническое	Информационные системы	ИВТ
Петров С.А.	456	17ЭЖ	Финансово-правовое	Экономисты	Экономики и бух. учета
Сидоров К.А.	231	17ИС	Техническое	Информационные системы	ИВТ

## **Отношение в 2НФ**

**Первичный ключ: <Зач.кн>**

Зач.кн → ФИО

Зач.кн → Группа

Группа → Спец

Группа → Кафедра

Группа → Отделение

Спец → Кафедра

Кафедра → Отделение

### **Транзитивные:**

Зач.кн → Спец

Зач.кн → Кафедра

Зач.кн → Отделение

### **Транзитивные зависимости с промежуточными:**

Зач.кн → Группа → Спец

Зач.кн → Группа → Кафедра

Зач.кн → Группа → Спец → Кафедра → Отделение

и др.

Результат нормализации (все отношения в 3НФ)

<u>Группа</u>	<u>Специальность</u>
14ИС	Информационные системы
17ЭК	Экономика
17ИС	Информационные системы

<u>ФИО</u>	<u>Зач.кн</u>	<u>Группа</u>
Иванов И.И.	123	14ИС
Петров С.А.	456	17ЭК
Сидоров К.А.	231	17ИС

<u>Специальность</u>	<u>Кафедра</u>
Информационные системы	ИВТ
Экономика	Экономики и бух. учета

<u>Кафедра</u>	<u>Отделение</u>
ИВТ	Техническое
Экономики и бух. учета	Финансово-правовое

# Пример 18

Отношение во 2 НФ

<u>Сотрудник</u>	Отдел	Телефон
Гришин С.А.	Бухгалтерия	11-22-33
Васильев К.Л.	Бухгалтерия	11-22-33
Петров С.А.	Снабжение	44-55-66

Отношения во 3 НФ

<u>Отдел</u>	Телефон	<u>Сотрудник</u>	Отдел
Бухгалтерия	11-22-33	Гришин С.А.	Бухгалтерия
Бухгалтерия	11-22-33	Васильев К.Л.	Бухгалтерия
Снабжение	44-55-66	Петров С.А.	Снабжение

# Пример 19

*Сотрудники* (ID, ФИО, дата рождения, паспорт, дата найма, дата увольнения, должность, группа, супервайзер)

***Результат декомпозиции:***

*Сотрудники* (ID, ФИО, дата рождения, паспорт, дата найма, дата увольнения, должность, группа)

*Группы* (ID, ФИО, супервайзер)

# Пример 20

Хранение (фирма, склад, объем)

фирма → склад

склад → объем

***Результат декомпозиции:***

Хранение (фирма, склад)

Объем склада (склад, объем)

# Пример 21

*Сотрудники* (№ табельный, Фамилия, Имя, Отчество, Код должности, Оклад);

Primary key (№ табельный);

{Код должности} → {Оклад};

*Должности* (Код должности, Оклад);

Primary key (Код должности);

*Сотрудники* (№ табельный, Фамилия, Имя, Отчество, Код должности);

Primary key (Код должности);

Foreign key (Код должности) references *Должности* (Код должности);

# Пример 22

Отношение «Успеваемость»

№ зач. кн	ФИО	Место рождения	Дата рождения	Курс	Средний балл
111	Карасев А.А	г. Чита	27.08.87	1	4,5
111	Карасев А.А	г. Чита	27.08.87	2	4,1
111	Карасев А.А	г. Чита	27.08.87	3	5
111	Карасев А.А	г. Чита	27.08.87	4	4,8
123	Данилов О.В.	г. Алма-Ата	27.08.87	1	4,6
123	Данилов О.В.	г. Алма-Ата	27.08.87	2	4,4
123	Данилов О.В.	г. Алма-Ата	27.08.87	3	4,2
123	Данилов О.В.	г. Алма-Ата	27.08.87	4	4,3
213	Раевский А.И.	г. Бишкек	20.05.75	1	3,8

# Пример 22

## ***Схема отношения:***

Успеваемость (№ зачетной книжки, ФИО студента, место рождения, дата рождения, курс, средний балл).

## ***Функциональные зависимости:***

№ Зачетной книжки → ФИО студента;

№ Зачетной книжки → место рождения;

№ Зачетной книжки → дата рождения;

№ Зачетной книжки, курс → средний балл.

## ***Результат декомпозиции:***

Студенты (№ зачетной книжки, фио студента, место рождения, дата рождения)

Успеваемость студентов(№ зачетной книжки, курс, средний балл)

# Пример 22

Студенты (№ зачетной книжки, ФИО студента, место рождения, дата рождения, № группы, ФИО куратора)

**Функциональные зависимости:**

№ зачётной книжки → № группы

№ группы → ФИО куратора

**Результат декомпозиции:**

*Справочник студентов* (№ зачетной книжки, ФИО студента, место рождения, дата рождения, № группы)

**Функциональные зависимости:**

№ Зачетной книжки → ФИО студента;

№ Зачетной книжки → Дата рождения;

№ Зачетной книжки → Место рождения;

№ Зачетной книжки → № группы.

*Группы* (№ группы, ФИО куратора)

**Функциональная зависимость:**

№ группы → ФИО куратора.

# Нормальная форма Бойса-Кодда

Отношение находится в нормальной форме Бойса-Кодда тогда, и только тогда, когда оно находится в третьей нормальной форме, и каждый детерминант отношения является потенциальным ключом отношения

Электронный номер

Зач.кн	ID	Дисц	Оценка
BT100-4	3	БД	5
BT100-4	3	ОС	4
BT200-3	5	БД	4

Потенциальные ключи:

<Зач.кн, Дисц>

<ID, Дисц>

Функциональные зависимости  
(все функционально полные, нет транзитивных зависимостей):

<Зач.кн, Дисц> → Оценка

<ID, Дисц> → Оценка

Зач.кн → ID

ID → Зач.кн

*Результат декомпозиции*

<u>ID</u>	<u>Дисц</u>	Оценка
3	БД	5
3	ОС	4
5	БД	4

<u>ID</u>	Зач.кн
3	BT100-4
5	BT200-3

# Четвертая нормальная форма

Многозначная зависимость: одному значению атрибута А соответствует несколько значений атрибута В

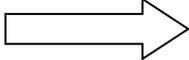
$A \rightarrow B$

Две функциональные зависимости

Чит.зал  $\rightarrow$  Группа

Чит.зал  $\rightarrow$  Сотрудник

Чит.зал	Группа	Сотрудник
Зал №1	BT100	Иванова
	BT200	Петрова
		Сидорова
Зал №2	AT100	Иванова
	AT200	Кузнецова
...	...	...

Приведение  
к 1НФ  


Обе зависимости – нетривиальные,  
дублирование информации

Чит.зал	Группа	Сотрудник
Зал №1	BT100	Иванова
Зал №1	BT200	Иванова
Зал №1	BT100	Петрова
Зал №1	BT200	Петрова
...	...	...
Зал №2	AT100	Иванова
Зал №2	AT200	Кузнецова
...	...	...

Многозначная зависимость  $A \rightarrow B$  отношения  $R$  называется **тривиальной**, если атрибут  $B$  является подмножеством атрибутов  $A$  или  $A \cup B = R$ . В противном случае многозначная зависимость называется **нетривиальной**.

# Четвертая нормальная форма

Отношение находится в четвертной нормальной форме тогда и только тогда, когда оно находится в нормальной форме Бойса-Кодда и не содержит нетривиальных зависимостей

Чит.зал	Группа	Сотрудник
Зал №1	BT100	Иванова
Зал №1	BT200	Иванова
Зал №1	BT100	Петрова
Зал №1	BT200	Петрова
...	...	...
Зал №2	AT100	Иванова
Зал №2	AT200	Кузнецова
...	...	...

Декомпозиция



Чит.зал	Группа
Зал №1	BT100
Зал №1	BT200
Зал №2	AT100
Зал №2	AT200

Чит.зал	Сотрудник
Зал №1	Иванова
Зал №1	Петрова
Зал №2	Иванова
Зал №2	Кузнецова

# Пятая нормальная форма

*Зависимость соединения* – свойство декомпозиции (обычно более, чем на два отношения), которое заключается в том, что при обратном естественном соединении появляются ложные кортежи.

*Пятая нормальная форма* – отсутствие зависимости соединения.