

# Первая нормальная форма

2025-02-28

# Математические понятия

В теории множеств:

- **Множество (set)** - это несколько неупорядоченных неповторяющихся элементов.
- **Подмножество (subset)** - это множество, составленное из элементов другого множества.
- **Декартово произведение (Cartesian product)** - это операция над множествами, в результате которой получается множество всех возможных комбинаций, содержащих по одному элементу из каждого множества (каждая такая комбинация называется **кортеж (Tuple)**, и порядок элементов в ней зависит от порядка перемножения множеств).
- **Отношение (Relation)** между множествами - это любое подмножество декартова произведения этих множеств.

# Реляционная модель данных

В реляционной теории набор понятий немного отличается от понятий в теории множеств.

- **Домены** - это те множества, на декартовом произведении которых строится отношение. Понятие домена в БД близко к понятию типа в языках программирования.
- **Атрибут** - это именованное обозначение домена.
- **Реляционная база данных** - это множество отношений.
- **Отношение** в реляционной теории состоит из схемы и тела.
- **Схема отношения** - это множество атрибутов.
- **Тело отношения** - это множество кортежей, каждый из которых соответствует схеме этого отношения.



# Техническая реализация

Технически реляционные БД представляются следующим образом:

- Тело отношения - как таблица, состоящая из строк (кортежей) и столбцов (множеств значений атрибутов).
- Схема отношения - как список атрибутов, в котором для каждого атрибута указано его название, а так же тип и прочие ограничения.

В теории	На практике
Отношение (Relation)	Таблица (Table)
Атрибут (Attribute)	Столбец (Column)
Кортеж (Tuple)	Строка (Row)
Домен (Domain)	Тип (Type) и ограничения (Restrictions)

# Проблемы проектирования реляционных баз данных

- Ключевой вопрос проектирования БД: сколько делать отношений, и какую информацию в каких отношениях хранить?
- Одно большое отношение - плохо.
- Много маленьких - тоже плохо.
- Особая проблема - нежелательное дублирование данных, которое может приводить к аномалиям:
  - при изменении значений,
  - при удалении значений,
  - при добавлении новых значений.



# Методы проектирования реляционных баз данных

- **Метод нормализации**

- Предложен в 1971 году Эдгаром Коддом, позже развит и дополнен.
- Заключается в поэтапном приведении отношений к нормальным формам путём декомпозиции (нормальная форма - это некоторый формальный набор требований к отношению).
- Изначально Кодд описал три нормальных формы (1-ю, 2-ю и 3-ю). Чуть позже вместе с Рэймондом Бойсом он описал нормальную форму Бойса-Кодда. Позже другие исследователи ввели ещё несколько нормальных форм.

- **Метод сущностей и связей (ER-метод)**

- Предложен в 1976 году Питером Ченом.
- Заключается в составлении специальной модели предметной области, и затем в преобразовании её в набор отношений по определённым правилам.
- В отличие от метода нормализации, это менее строгий метод, он не гарантирует, что получившийся набор отношений будет оптимальным.

# Универсальное отношение

Первым этапом в методе нормализации является составление универсального отношения. Оно составляется из всех атрибутов предметной области, которые нужно хранить в базе данных.

Для наглядности универсальное отношение лучше представить в виде таблицы (реальной или гипотетической).

Затем проверяется, что представленные данные находятся в первой нормальной форме (1НФ).

С математической точки зрения таблица находится в 1НФ, если эта таблица является отношением (то есть если она может быть представлена как подмножество декартова произведения доменов).



# Нарушения первой нормальной формы

Таблица не является отношением (и, соответственно, не находится в 1НФ):

- если в ней могут быть объединённые или разделённые ячейки.
- если в ней могут быть пустые ячейки (но могут допускаться «пустые» значения, например, пустая строка вместо отчества, если нет отчества).
- если в ней могут быть ячейки, содержащие сразу несколько значений из одного или разных доменов.
- если порядок строк в таблице имеет значение.
- если в таблице может быть две или более абсолютно одинаковых строки.
- если количество столбцов не ограничено, или если могут быть столбцы с одинаковыми названиями.



# Пример таблицы

Время	Неделя	Аудитория	Дисциплина	Вид	Преподаватель
11:40 ↓ 13:10	1,3,5,7,9,11	207 Кронверкский пр., д.49, лит.А	Системы компьютерной обработки изображений	Практические занятия	Сизиков Валерий Сергеевич
13:30 ↓ 15:00	1,3,5,7,9,11,15,17	207 Кронверкский пр., д.49, лит.А	Системы компьютерной обработки изображений	Лекции	Сизиков Валерий Сергеевич
	2,4,6,8,10,12,16	4316 Кронверкский пр., д.49, лит.А	Компьютерные сети	Лабораторные занятия	Болдырева Елена Александровна
15:20 ↓ 16:50	1,3,5,7,9,11,15,17	314 Кронверкский пр., д.49, лит.А	История искусств	Практические занятия	Христолюбова Татьяна Павловна
	2,4,6,8,10,12,16	4316 Кронверкский пр., д.49, лит.А	Компьютерные сети	Лабораторные занятия	Болдырева Елена Александровна
17:00 ↓ 18:30	1,2,3,4,5,6,7,8	405-4 Кронверкский пр., д.49, лит.А	Основы композиции	Лабораторные занятия	Сысоева Екатерина Кирилловна
	9,10,11,12,15,16,17	415 Кронверкский пр., д.49, лит.А	Основы композиции	Лабораторные занятия	Сысоева Екатерина Кирилловна
18:40 ↓ 20:10	1,2,3,4,5,6,7,8	405-4 Кронверкский пр., д.49, лит.А	Основы композиции	Лабораторные занятия	Сысоева Екатерина Кирилловна
	9,10,11,12,15,16,17	415	Основы композиции	Лабораторные занятия	Сысоева Екатерина Кирилловна

# Приведение таблицы к 1нф

1. Если количество столбцов не ограничено, то сделать эти столбцы строками.
2. Если есть столбцы с одинаковыми названиями (и одинаковые по смыслу), то поместить их значения в один столбец, и затем разбить по строкам.
3. Разделить все объединённые ячейки (в каждой строке должно быть одинаковое кол-во ячеек, в каждом столбце тоже).
4. Разделить ячейки, содержащие в себе сразу несколько значений (разнести их в разные строки или в разные столбцы).
5. Заполнить пустые ячейки информацией, корректной для данных строк и столбцов.
6. Если порядок строк в таблице имеет значение (то есть при перемешивании строк меняется смысл информации), то добавить столбец с информацией, задающей нужный порядок строк.
7. Если в таблице есть совпадающие строки, и при удалении дубликатов теряется нужная информация, то добавить столбец для хранения количества.



# Дублирование данных

- При приведении таблицы к 1НФ часто появляется большое количество дублирующейся информации. Это нормально. Подобные дублирования в дальнейшем будут устранены при приведении отношений к 2НФ, 3НФ, НФБК, 4НФ.
- Цель приведения к 1НФ – не избавление от дублирований, а получение информации в виде математически строгого отношения, чтобы далее к нему применять математически корректные формальные методы анализа и обработки.

# Понятие суперключа

- Суперключ отношения - это любое подмножество атрибутов отношения, такое, что в отношении не может быть двух или более кортежей, в которых значения каждого из этих атрибутов совпадут.
- Иными словами, каждое значение суперключа может встретиться в отношении не более одного раза.
- Суперключ таблицы - это такой набор столбцов, что в таблице не может быть двух или более строк, в которых значения каждого из этих столбцов совпадут.



# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Конорев Р.Д.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Кузьмин В.С.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Севрюкова Е.С.	Веб-технологии	Зачет	71	2024-02-29
Севрюкова Е.С.	Фотографические технологии	Диф.зачет	71	2024-01-27

Попробуем разобраться, какие множества атрибутов в этом отношении являются суперключами, а какие нет...

# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Конорев Р.Д.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Кузьмин В.С.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Севрюкова Е.С.	Веб-технологии	Зачет	71	2024-02-29
Севрюкова Е.С.	Фотографические технологии	Диф.зачет	71	2024-01-27

Множество атрибутов {Дисциплина, Вид контроля, Баллы, Дата утверждения} не является суперключом, потому что есть два кортежа, в которых значения всех этих атрибутов совпадают.



# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Конорев Р.Д.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Кузьмин В.С.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Севрюкова Е.С.	Веб-технологии	Зачет	71	2024-02-29
Севрюкова Е.С.	Фотографические технологии	Диф.зачет	71	2024-01-27

Множество атрибутов {Студент, Баллы} тоже не является суперключом, потому что есть два кортежа, в которых значения этих двух атрибутов совпадают.

# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Конорев Р.Д.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Кузьмин В.С.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Севрюкова Е.С.	Веб-технологии	Зачет	71	2024-02-29
Севрюкова Е.С.	Фотографические технологии	Диф.зачет	71	2024-01-27

Множество атрибутов {Студент, Вид контроля, Баллы, Дата утверждения} не повторяется в двух разных кортежах в этом примере. Но это ещё не значит, что это суперключ, так как могут быть и другие кортежи.



# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Новичков Н.Н.	?	Зачет	75	2024-03-02
Новичков Н.Н.	?	Зачет	75	2024-03-02

Предположим, что в группу перевёлся новый студент, который закрывает академическую разницу.

Может ли у этого студента быть два зачёта с одинаковыми баллам и датой?

Иными словами, могут ли в этом отношении быть два кортежа, у которых совпадают значения множества атрибутов {Студент, Вид контроля, Баллы, Дата утверждения}?

Для этого нужно, чтобы в этих двух кортежах были разные значения атрибута «Дисциплина». Потому что если будут совпадать и значения {Студент, Вид контроля, Баллы, Дата утверждения}, и значения атрибута «Дисциплина», то это будет полное совпадение двух кортежей, а такое невозможно в отношении (это нарушило бы первую нормальную форму).

# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Новичков Н.Н.	Веб-технологии	Зачет	75	2024-03-02
Новичков Н.Н.	Основы композиции	Зачет	75	2024-03-02

Это может быть, например, зачёт по Веб-технологиям и зачёт по Основам композиции, с одинаковым количеством баллов и одинаковой датой утверждения ведомости при сдаче академической разницы.

Хотя в реальности этого студента нет, но гипотетически он может появиться в любой момент, и мы должны это учитывать, определяя, какие множества атрибутов в отношении являются ключами.

Таким образом, множество атрибутов {Студент, Вид контроля, Баллы, Дата утверждения} не является суперключом, потому что в отношении теоретически могут быть два кортежа, в которых значения всех этих атрибутов совпадают.

# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Конорев Р.Д.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Кузьмин В.С.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Севрюкова Е.С.	Веб-технологии	Зачет	71	2024-02-29
Севрюкова Е.С.	Фотографические технологии	Диф.зачет	71	2024-01-27

Множество атрибутов {Студент, Дисциплина, Вид контроля} не повторяется в двух разных кортежах в этом примере. Но нужно проверить, могут ли они теоретически повторяться в других кортежах?



# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Новичков Н.Н.	Веб-технологии	Зачет	75	2024-03-02
Новичков Н.Н.	Веб-технологии	Зачет	?	?

Представим, что в группе появился студент Новичков, и в нашем отношении теперь есть кортеж со значениями (Новичков Н.Н., Веб-технологии, Зачет, 75, 2024-03-02). Представим, что в отношении есть ещё один кортеж, в котором тоже имеются значения (Новичков, Веб-технологии, Зачет, ...)  
- давайте подумаем, какие значения атрибутов «Баллы» и «Дата» могут быть в этом кортеже?

По первому кортежу мы знаем, что Новичков сдал зачет по Веб-технологиям на 75 баллов, поэтому во втором кортеже не может быть другого количества баллов напротив Веб-технологий (иначе получалось бы, что Новичков имеет два разных количества баллов за один и тот же зачёт). Также мы знаем по первому кортежу, что Новичков сдал зачет по Веб-технологиям 2 марта 2024, значит, во втором кортеже тоже будет дата 2024-03-02.

Но тогда получается, что второй кортеж в точности совпадает с первым!

# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Новичков Н.Н.	Веб-технологии	Зачет	75	2024-03-02
Новичков Н.Н.	Веб-технологии	Зачет	75	2024-03-02

Существование двух одинаковых кортежей противоречит первой нормальной форме.

Таким образом, мы делаем вывод, что в этом отношении не может быть двух кортежей, у которых совпадали бы одновременно значения атрибутов {Студент, Дисциплина, Вид контроля}, так как это приводило бы тогда к полному совпадению всех атрибутов в этих двух кортежах, что недопустимо.

Это доказывает, что множество атрибутов {Студент, Дисциплина, Вид контроля} является **суперключом** в этом отношении.



# Сократимость суперключей

- Суперключ называется избыточным (сократимым, приводимым), если из него могут быть убраны какие-либо атрибуты, и он всё равно останется суперключом.
- Если же из суперключа не может быть убран ни один атрибут так, что он перестанет быть суперключом, то такой неизбыточный суперключ называется **потенциальным ключом**.
- Иными словами, **потенциальный ключ** - это несократимое подмножество атрибутов отношения, каждое значение которого может встретиться в отношении не более одного раза.



# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Конорев Р.Д.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Кузьмин В.С.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Севрюкова Е.С.	Веб-технологии	Зачет	71	2024-02-29
Севрюкова Е.С.	Фотографические технологии	Диф.зачет	71	2024-01-27
Новичков Н.Н.	Веб-технологии	Зачет	75	2024-03-02

Суперключ: { Студент, Дисциплина, Вид контроля }

Потенциальный ключ: { Студент, Дисциплина }

# Пример: таблица с баллами за 5-й семестр

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Конорев Р.Д.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Кузьмин В.С.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Новичков Н.Н.	Веб-технологии	Зачет	75	2024-03-02
Новичков Н.Н.	Основы композиции	Зачет	75	2024-03-02

Ранее мы показали, что комбинация атрибутов {Дисциплина, Вид контроля, Баллы, Дата утверждения} не является суперключом в этом отношении (первые два кортежа это доказывают: есть два кортежа, в которых все значения этих атрибутов полностью совпадают). Значит, оставшийся пятый атрибут «Студент» обязательно входит в любой суперключ этого отношения, без него невозможно добиться уникальности.

Также мы показали, что {Студент, Вид контроля, Баллы, Дата утверждения} тоже не является суперключом, так как теоретически могут возникнуть такие два кортежа, в которых их значения совпадут. Значит, без оставшегося атрибута «Дисциплина» тоже нельзя добиться уникальности.

# Доказательство отсутствия других потенциальных ключей

Получается, что каждый потенциальный ключ этого отношения должен содержать в себе атрибуты Студент и Дисциплина. Но поскольку множество {Студент, Дисциплина} является потенциальным ключом, то при добавлении к нему любого другого атрибута получится сократимый суперключ. Значит, в этом отношении не может быть других потенциальных ключей, кроме найденного.

Студент	Дисциплина	Вид контроля	Баллы	Дата утверждения
Конорев Р.Д.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Кузьмин В.С.	Веб-технологии	Зачет	94	2024-01-27
Новичков Н.Н.	Веб-технологии	Зачет	75	2024-03-02
Новичков Н.Н.	Основы композиции	Зачет	75	2024-03-02



# Поиск потенциальных ключей

- Чтобы гарантированно найти все потенциальные ключи в отношении, можно начать с самого крупного суперключа этого отношения, и убирать из него по одному атрибуту, проверяя, теряется ли при этом его уникальность, или нет.
- В любом отношении самый крупный суперключ – это множество всех атрибутов отношения. Оно обязательно уникально, потому что если бы это было не так, то это было бы нарушением первой нормальной формы.
- Поэтому просто берём множество всех атрибутов отношения как суперключ, и начинаем убирать из этого суперключа по одному атрибуту, глядя, какие значения кортежей при этом могут получаться в отношении.  
**Важно: мы убираем атрибуты из суперключа, а не из отношения!**  
**В самом отношении набор атрибутов не может меняться!**

# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Блинова И.В.	zoom185	Математика	Лекция
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	zoom187	Математика	Лекция

Давайте найдём потенциальные ключи в этом отношении...

# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Блинова И.В.	zoom185	Математика	Лекция
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	zoom187	Математика	Лекция

Без атрибута «Дата» здесь не обойтись, так как остальные атрибуты совпадают во 2-м и 4-м кортежах.



# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Блинова И.В.	zoom185	Математика	Лекция
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	zoom187	Математика	Лекция

Без атрибута «Номер пары» тоже не обойтись, так как остальные атрибуты совпадают в 5-м и 6-м кортежах.

# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Блинова И.В.	<u>zoom185</u>	Математика	Лекция
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	<u>zoom187</u>	Математика	Лекция

Без атрибута «Преподаватель» можно обойтись, так как остальные атрибуты не могут все совпадать: например, если совпадают дата и номер пары, то комната должна быть разной...

# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	<u>1</u>	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	<u>2</u>	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Блинова И.В.	zoom185	Математика	Лекция
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	zoom187	Математика	Лекция

... а если совпадают дата и комната, то номер пары должен быть разным, иначе получается, что одна и та же комната задействована одновременно два раза.



# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
<u>2020-09-10</u>	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
<u>2020-09-17</u>	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Блинова И.В.	zoom185	Математика	Лекция
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	zoom187	Математика	Лекция

Либо, если совпадают номер пары и комната, то дата должна быть разной. Таким образом, множество {Дата, Номер пары, Комната, Дисциплина, Вид занятий} является суперключом.

# Пример: расписание дистанционных пар

<u>Дата</u>	<u>Номер пары</u>	<u>Преподаватель</u>	<u>Комната</u>	<u>Дисциплина</u>	<u>Вид занятий</u>
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Блинова И.В.	zoom185	Математика	Лекция
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	zoom187	Математика	Лекция

Из множества {Дата, Номер пары, Комната, Дисциплина, Вид занятий} можно ещё убрать атрибуты «Дисциплина» и «Вид занятий», не потеряв уникальности. Так мы нашли потенциальный ключ: {Дата, Номер пары, Комната}

# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	<u>Блинова И.В.</u>	zoom185	Математика	Лекция
2020-09-17	2	<u>Холодова С.Е.</u>	zoom187	Математика	Лекция

Теперь попробуем убрать атрибут «Комната». Без него остальные атрибуты не могут все совпадать: например, если совпадают дата и номер пары, то преподаватель должен быть разный...



Потенциальный ключ: {Дата, Номер пары, Преподаватель}

## Пример: расписание дистанционных пар

<u>Дата</u>	<u>Номер пары</u>	<u>Преподаватель</u>	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	3	Лавров А.В.	zoom185	Базы данных	Лекция
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	3	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лекция
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.

... а если преподаватель одинаковый, то должны быть разными либо дата, либо номер пары, ведь преподаватель не может вести одновременно два занятия (не может быть одновременно в двух разных комнатах, или вести одновременно две разных дисциплины или два разных вида занятий).

Так мы получаем суперключ {Дата, Номер пары, Преподаватель, Дисциплина, Вид занятий}, сократимый до потенциального ключа {Дата, Номер пары, Преподаватель}.

# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.

Итак, мы нашли два потенциальных ключа: {Дата, Номер пары, Комната} и {Дата, Номер пары, Преподаватель}. А ещё мы доказали, что без атрибутов «Дата» и «Номер пары» невозможно составить потенциальный ключ в этом отношении.

Остаётся рассмотреть множество атрибутов {Дата, Номер пары, Дисциплина, Вид занятий} - является ли оно суперключом?

# Пример: расписание дистанционных пар

Дата	Номер пары	Преподаватель	Комната	Дисциплина	Вид занятий
2020-09-10	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	4	Лавров А.В.	zoom188	Базы данных	Лаб.
2020-09-17	1	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Миронов А.С.	zoom188	Программирование	Лаб.
2020-09-17	2	Блинова И.В.	zoom185	Математика	Лекция
2020-09-17	2	Холодова С.Е.	zoom187	Математика	Лекция

Нижние два кортежа говорят о том, что {Дата, Номер пары, Дисциплина, Вид занятий} тоже не является суперключом. Значит, любой потенциальный ключ должен обязательно содержать либо атрибут «Преподаватель», либо атрибут «Комната». И в отношении не может быть других потенциальных ключей, кроме найденных: {Дата, Номер пары, Комната} и {Дата, Номер пары, Преподаватель}.



# Ключевые и неключевые атрибуты

Атрибут отношения, входящий хотя бы в один потенциальный ключ, называется **ключевым атрибутом**. А те атрибуты, которые не входят ни в один потенциальный ключ, называются **неключевыми**.

Пример:

Потенциальные ключи:

- {Дата, Номер пары, Преподаватель}
- {Дата, Номер пары, Комната}

Ключевые атрибуты: Дата, Номер пары, Преподаватель, Комната

Неключевые атрибуты: Дисциплина, Вид занятий

# Простые и составные потенциальные ключи

- Если потенциальный ключ состоит только из одного атрибута, он называется простым, а если из нескольких, то составным.
- По-английски потенциальный ключ называется *Candidate Key*, и обычно сокращается *СК*.
- При записи простых *СК* не обязательно брать название атрибута в фигурные скобки. Если же *СК* составной, то перечислять его атрибуты обязательно нужно в фигурных скобках.



# Домашнее задание

1. Составить список потенциальных ключей в своём универсальном отношении.
2. Для каждого потенциального ключа доказать, что он является ключом, приведя несуществующий пример двух кортежей, в которых значения потенциального ключа совпадают, и объяснив, почему таких двух кортежей не может быть одновременно в отношении.
3. Доказать, что нет других потенциальных ключей (в качестве доказательства привести примеры кортежей, содержащих одинаковые значения всех возможных комбинаций неполных частей потенциального ключа с остальными атрибутами).
4. Составить список неключевых атрибутов.