|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ | | | | | | |
| Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | ОТЧЕТ По лабораторной работе № 5 «Проектирование схемы базы данных» по дисциплине «Учебная практика по базам данных» | | |  | |
|  | | | | | | |
|  | Работу выполнила Студент гр.\_\_\_\_\_\_\_\_ Ермолина Виктория Константиновна\_\_\_\_\_\_ «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 | |  | Проверил старший преподаватель кафедры МОВС Постаногов Игорь Сергеевич\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2020 | |  |
|  |  | |  |  | |  |
| Пермь 2020 | | | | | | |

Содержание

[Постановка задачи 3](#_Toc35256124)

[Описание предметной области 4](#_Toc35256125)

[Контрольный пример 6](#_Toc35256126)

[Нормализация 8](#_Toc35256127)

[Функциональные Зависимости 8](#_Toc35256128)

[Первая нормальная форма 10](#_Toc35256129)

[Вторая нормальная форма 13](#_Toc35256130)

[Третья нормальная форма 17](#_Toc35256131)

[Доменно-ключевая нормальная форма 21](#_Toc35256132)

[Нормальная форма Бойса — Кодда 21](#_Toc35256133)

[Четвёртая нормальная форма 22](#_Toc35256134)

# Постановка задачи

Выбрать предметную область и спроектировать для неё схему базы данных в 3-й нормальной форме (НФЭК, НФБК, 4НФ — при необходимости). В схеме должно быть не менее 8 взаимосвязанных таблиц и не менее 30 полей. Таблицы из двух полей без внешних ключей (например, <id, name>) не засчитываются, но их поля идут в зачёт. В схеме БД помимо связей типа 1:М должна быть хотя бы одна связь типа М:М. Сформировать и обосновать контрольный пример.

# Описание предметной области

Предметная область задана описанием следующих атрибутов о конфигурации различных ПК:

(id ПК, id ЦП, модель ЦП, id производителя ЦП, название производителя ЦП, id ядра ЦП, название ядра ЦП, id производителя ядра ЦП, название производителя ядра ЦП, id жесткого диска, модель жесткого диска, размер жесткого диска, id производителя жесткого диска, название производителя жесткого диска, id корпуса, модель корпуса, id форм-фактора корпуса, форм-фактор корпуса, id производителя корпуса, название производителя корпуса, номер слота видеокарты, id видеокарты, модель видеокарты, id максимального разрешения дисплея, максимальное разрешение, id производителя видеокарты, название производителя видеокарты, номер слота ОЗУ, id ОЗУ, модель ОЗУ, id поколения ddr, поколение ddr, размер ОЗУ, id производителя ОЗУ, название производителя ОЗУ).

Где:

* В одном ПК может быть установлен только один ЦП, при этом одна модель ЦП может быть установлена в нескольких ПК.
* В одном ЦП может быть установлено только одно ядро, при этом одно и то же ядро может быть установлено в разных ЦП.
* В одном ПК может быть установлен только один жесткий диск, при этом одна модель жесткого диска может быть установлена в нескольких ПК.
* В одном ПК может быть установлен только один корпус, при этом одна модель корпуса может быть установлена в нескольких ПК.
* Корпус имеет только один форм-фактор, при этом может быть множество корпусов конкретного форм-фактора.
* Материнская плата отдельного ПК имеет слоты под ОЗУ в количестве одного либо нескольких. При этом планки могут быть подключены не во все слоты.
* Подключенные планки ОЗУ могут быть как одинаковыми моделями, так и разными (в разных ПК тоже могут быть одинаковые модели).
* Все модели ОЗУ имеют определенное ddr-поколение, и каждая модель может быть только одного поколения. При этом разные модели могут быть одного поколения одновременно.
* Материнская плата отдельного ПК имеет слоты под видеокарты в количестве одного либо нескольких. При этом видеокарты могут быть подключены не во все слоты.
* Подключенные видеокарты могут быть как одинаковыми моделями, так и разными (В разных ПК тоже могут быть одинаковые модели).
* Сведения о производителях хранятся централизованно в едином для всех комплектующих ПК справочнике со сквозной нумерацией. Каждый производитель может производить как один вид комплектующих, так и несколько сразу, но у каждого вида комплектующих только один производитель.
* Каждая модель видеокарты имеет только одно максимальное разрешение, при этом одно и то же максимальное разрешение может быть в нескольких видеокартах.

Связи между сущностями:

* Связь между ЦП и ПК – связь вида «1:М».
* Связь между ядром ЦП и ЦП – связь вида «1:М».
* Связь между жестким диском и ПК – связь вида «1:М».
* Связь между корпусом и ПК – связь вида «1:М».
* Связь между форм-фактором и корпусом – связь вида «1:М».
* Связь между ОЗУ и ПК – связь вида «М:М».
* Связь между ddr-поколением и ОЗУ – связь вида «1:М».
* Связь между видеокартой и ПК – связь вида «М:М».
* Связь между максимальным разрешением и видеокартой – связь вида «1:М».
* Связь между производителем и комплектующими – связь вида «1:М».

# Контрольный пример

Таблица 1 показывает перечень конфигураций ПК, отображающий типичные ситуации проявления функциональных зависимостей:

Таблица 1. Конфигурация ПК.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id ПК | id ЦП | Модель ЦП | id производителя ЦП | Название производителя ЦП |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1 | 1 | i7-8700K | 4 | Intel |
| 2 | 2 | 1 | i7-8700K | 4 | Intel |
| 3 | 3 | 2 | i7-8700 | 4 | Intel |
| 4 | 4 | 3 | Ryzen 5 1600 | 8 | AMD |

Продолжение таблицы 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id ядра ЦП | Название ядра ЦП | id производителя ядра ЦП | Название производителя ядра ЦП | id жесткого диска |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 1 |
| 2 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 1 |
| 3 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 2 |
| 4 | 2 | Summit Ridge | 8 | AMD | 2 |

Продолжение таблицы 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | Модель жесткого диска | Размер жесткого диска | id производителя жесткого диска | Название производителя жесткого диска | id корпуса |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte | 1 |
| 2 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte | 1 |
| 3 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate | 2 |
| 4 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate | 3 |

Продолжение таблицы 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | Модель корпуса | id форм-фактора корпуса | Форм-фактор корпуса | id производителя корпуса | Название производителя корпуса |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | Zofos Evo | 1 | Full Tower | 1 | Raijintek |
| 2 | Zofos Evo | 1 | Full Tower | 1 | Raijintek |
| 3 | ATX N2 | 2 | Midi-Tower | 6 | Zalman |
| 4 | Matrexx 55 Black | 2 | Midi-Tower | 9 | Deepcool |

Продолжение таблицы 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | Номер слота видеокарты | id видеокарты | Модель видеокарты | id максимального разрешения дисплея | Максимальное разрешение |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 29 |
| 1 | 1, 2 | 1, 2 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11), AMD Radeon RX 580 GAMING X 8G | 1, 1 | 7680x4320, 7680x4320 |
| 2 | 2 | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 7680x4320 |
| 3 | 1 | 3 | GeForce GTX 1050 Ti | 2 | 4096x2160 |
| 4 | 1, 3 | 1, 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11), [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1, 1 | 7680x4320, 7680x4320 |

Продолжение таблицы 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id производителя видеокарты | Название производителя видеокарты | Номер слота ОЗУ | id ОЗУ | Модель ОЗУ |
| 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 1 | 2, 3 | Gigabyte, MSI | 1, 2 | 1, 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB), AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 2 | 2 | Gigabyte | 1 | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 3 | 7 | KFA2 | 1 | 2 | Radeon R5 Entertainment Series |
| 4 | 2, 2 | Gigabyte, Gigabyte | 1, 2 | 1, 4 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB), Radeon R7 Performance Series |

Продолжение таблицы 1.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id поколения ddr | Поколение ddr | Размер ОЗУ | id производителя ОЗУ | Название производителя ОЗУ |
| 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
| 1 | 1, 1 | 4, 4 | 8, 8 | 2, 2 | Gigabyte, Gigabyte |
| 2 | 1 | 4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 3 | 2 | 3 | 2 | 8 | AMD |
| 4 | 1, 1 | 4, 4 | 8, 4 | 8 | AMD |

# Нормализация

## Функциональные Зависимости

**id ПК, номер слота ОЗУ, номер слота видеокарты** → id ЦП, модель ЦП, id производителя ЦП, название производителя ЦП, id ядра ЦП, название ядра ЦП, id производителя ядра ЦП, название производителя ядра ЦП, id жесткого диска, модель жесткого диска, размер жесткого диска, id производителя жесткого диска, название производителя жесткого диска, id корпуса, модель корпуса, id форм-фактора корпуса, форм-фактор корпуса, id производителя корпуса, название производителя корпуса, id видеокарты, модель видеокарты, id максимального разрешения дисплея, максимальное разрешение, id производителя видеокарты, название производителя видеокарты, id ОЗУ, модель ОЗУ, id поколения ddr, поколение ddr, размер ОЗУ, id производителя ОЗУ, название производителя ОЗУ.

**id ПК** → id ЦП, модель ЦП, id производителя ЦП, название производителя ЦП, id ядра ЦП, название ядра ЦП, id производителя ядра ЦП, название производителя ядра ЦП, id жесткого диска, модель жесткого диска, размер жесткого диска, id производителя жесткого диска, название производителя жесткого диска, id корпуса, модель корпуса, id форм-фактора корпуса, форм-фактор корпуса, id производителя корпуса, название производителя корпуса.

**id ПК, номер слота ОЗУ** → id ОЗУ, модель ОЗУ, id поколения ddr, поколение ddr, размер ОЗУ, id производителя ОЗУ, название производителя ОЗУ.

**id ПК, номер слота видеокарты** → id видеокарты, модель видеокарты, id максимального разрешения дисплея, максимальное разрешение, id производителя видеокарты, название производителя видеокарты.

Id ЦП → модель ЦП, id производителя ЦП, название производителя ЦП, id ядра ЦП, название ядра ЦП, id производителя ядра ЦП, название производителя ядра ЦП.

id ядра ЦП → название ядра ЦП, id производителя ядра ЦП.

id жесткого диска → модель жесткого диска, размер жесткого диска, id производителя жесткого диска, название производителя жесткого диска.

id корпуса → модель корпуса, id форм-фактора корпуса, форм-фактор корпуса, id производителя корпуса, название производителя корпуса.

id видеокарты → модель видеокарты, id максимального разрешения дисплея, максимальное разрешение, id производителя видеокарты, название производителя видеокарты.

id ОЗУ → модель ОЗУ, id поколения ddr, поколение ddr, размер ОЗУ, id производителя ОЗУ, название производителя ОЗУ.

id производителя ядра ЦП → название производителя ядра ЦП.

id производителя жесткого диска → название производителя жесткого диска.

id производителя корпуса → название производителя корпуса.

id производителя видеокарты → название производителя видеокарты.

id производителя ОЗУ → название производителя ОЗУ.

id форм-фактора корпуса → форм-фактор корпуса.

id максимального разрешения дисплея → максимальное разрешение.

id поколения ddr → поколение ddr.

## Первая нормальная форма

Определение: Переменная отношения находится в первой нормальной форме тогда и только тогда, когда в любом допустимом значении этой переменной каждый кортеж отношения содержит только одно значение для каждого из атрибутов. В нашем случае один ПК может иметь несколько видеокарт и планок ОЗУ – соответственно, избавляемся от повторяющихся групп в этих ячейках, если необходимо. Таблица 2 показывает исходное отношение в первой нормальной форме.

Таблица 2. Конфигурация ПК.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | **id ПК** | id ЦП | Модель ЦП | id производителя ЦП | Название производителя ЦП |
| 1 | **2** | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | **1** | 1 | i7-8700K | 4 | Intel |
| 2 | **1** | 1 | i7-8700K | 4 | Intel |
| 3 | **1** | 1 | i7-8700K | 4 | Intel |
| 4 | **1** | 1 | i7-8700K | 4 | Intel |
| 5 | **2** | 1 | i7-8700K | 4 | Intel |
| 6 | **3** | 2 | i7-8700 | 4 | Intel |
| 7 | **4** | 3 | Ryzen 5 1600 | 8 | AMD |
| 8 | **4** | 3 | Ryzen 5 1600 | 8 | AMD |
| 9 | **4** | 3 | Ryzen 5 1600 | 8 | AMD |
| 10 | **4** | 3 | Ryzen 5 1600 | 8 | AMD |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id ядра ЦП | Название ядра ЦП | id производителя ядра ЦП | Название производителя ядра ЦП | id жесткого диска |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 1 |
| 2 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 1 |
| 3 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 1 |
| 4 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 1 |
| 5 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 1 |
| 6 | 1 | Coffee Lake S | 1 | Intel | 2 |
| 7 | 2 | Summit Ridge | 8 | AMD | 2 |
| 8 | 2 | Summit Ridge | 8 | AMD | 2 |
| 9 | 2 | Summit Ridge | 8 | AMD | 2 |
| 10 | 2 | Summit Ridge | 8 | AMD | 2 |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | Модель жесткого диска | Размер жесткого диска | id производителя жесткого диска | Название производителя жесткого диска | id корпуса |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte | 1 |
| 2 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte | 1 |
| 3 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte | 1 |
| 4 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte | 1 |
| 5 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte | 1 |
| 6 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate | 2 |
| 7 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate | 3 |
| 8 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate | 3 |
| 9 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate | 3 |
| 10 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate | 3 |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | Модель корпуса | id форм-фактора корпуса | Форм-фактор корпуса | id производителя корпуса | Название производителя корпуса |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1 | Zofos Evo | 1 | Full Tower | 1 | Raijintek |
| 2 | Zofos Evo | 1 | Full Tower | 1 | Raijintek |
| 3 | Zofos Evo | 1 | Full Tower | 1 | Raijintek |
| 4 | Zofos Evo | 1 | Full Tower | 1 | Raijintek |
| 5 | Zofos Evo | 1 | Full Tower | 1 | Raijintek |
| 6 | ATX N2 | 2 | Midi-Tower | 6 | Zalman |
| 7 | Matrexx 55 Black | 2 | Midi-Tower | 9 | Deepcool |
| 8 | Matrexx 55 Black | 2 | Midi-Tower | 9 | Deepcool |
| 9 | Matrexx 55 Black | 2 | Midi-Tower | 9 | Deepcool |
| 10 | Matrexx 55 Black | 2 | Midi-Tower | 9 | Deepcool |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | **Номер слота видеокарты** | id видеокарты | Модель видеокарты | id максимального разрешения дисплея | Максимальное разрешение |
| 25 | **26** | 27 | 28 | 29 | 29 |
| 1 | **1** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 7680x4320 |
| 2 | **2** | 2 | AMD Radeon RX 580 GAMING X 8G | 1 | 7680x4320 |
| 3 | **1** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 7680x4320 |
| 4 | **2** | 2 | AMD Radeon RX 580 GAMING X 8G | 1 | 7680x4320 |
| 5 | **2** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 7680x4320 |
| 6 | **1** | 3 | GeForce GTX 1050 Ti | 2 | 4096x2160 |
| 7 | **1** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 7680x4320 |
| 8 | **3** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 7680x4320 |
| 9 | **1** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 7680x4320 |
| 10 | **3** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 7680x4320 |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id производителя видеокарты | Название производителя видеокарты | **Номер слота ОЗУ** | id ОЗУ | Модель ОЗУ |
| 30 | 31 | 32 | **33** | 34 | 35 |
| 1 | 2 | Gigabyte | **1** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 2 | 3 | MSI | **2** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 3 | 2 | Gigabyte | **1** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 4 | 3 | MSI | **2** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 5 | 2 | Gigabyte | **1** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 6 | 7 | KFA2 | **1** | 2 | Radeon R5 Entertainment Series |
| 7 | 2 | Gigabyte | **1** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 8 | 2 | Gigabyte | **2** | 4 | Radeon R7 Performance Series |
| 9 | 2 | Gigabyte | **2** | 4 | Radeon R7 Performance Series |
| 10 | 2 | Gigabyte | **1** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |

Продолжение таблицы 2.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id поколения ddr | Поколение ddr | Размер ОЗУ | id производителя ОЗУ | Название производителя ОЗУ |
| 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
| 1 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 2 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 3 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 4 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 5 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 6 | 2 | DDR3 | 2 | 8 | AMD |
| 7 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 8 | 1 | DDR4 | 4 | 8 | AMD |
| 9 | 1 | DDR4 | 4 | 8 | AMD |
| 10 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |

Аномалия добавления: ПК может не иметь видеокарту в своей конфигурации, но отношение в текущем виде не позволяет добавить информацию о ПК, где нет ни одной видеокарты.

Аномалия удаления: Невозможно убрать информацию о всех видеокартах в ПК, не убирая при этом информацию о самом ПК.

Аномалия изменения: В данный момент кортежи, относящиеся к любому ПК, имеющему больше одной видеокарты / планки ОЗУ необходимо дублировать таким образом, чтобы сделать декартово произведение всех видеокарт и планок ОЗУ. Из-за этого дублируется вся информация о компонентах, которые имеются в ПК в единственном экземпляре - таким образом, например, если мы поменяем ЦП в подобном ПК, нужно будет поменять все строки о ЦП, относящиеся к этому ПК (при этом можно допустить ошибку в одной и строк, что приведет к нарушению согласованности(целостности) данных).

## Вторая нормальная форма

Переменная отношения находится во второй нормальной форме тогда и только тогда, когда она находится в первой нормальной форме и каждый неключевой атрибут неприводимо зависит от (каждого) её потенциального ключа (Если потенциальный ключ является составным, то, согласно определению второй нормальной формы, в отношении не должно быть неключевых атрибутов, зависящих от части составного потенциального ключа). В нашем отношении составным ключом являются атрибуты id ПК, номер слота ОЗУ, номер слота видеокарты. Функциональные зависимости с частью этого ключа следующие:

**id ПК** → id ЦП, модель ЦП, id производителя ЦП, название производителя ЦП, id ядра ЦП, название ядра ЦП, id производителя ядра ЦП, название производителя ядра ЦП, id жесткого диска, модель жесткого диска, размер жесткого диска, id производителя жесткого диска, название производителя жесткого диска, id корпуса, модель корпуса, id форм-фактора корпуса, форм-фактор корпуса, id производителя корпуса, название производителя корпуса.

**id ПК, номер слота ОЗУ** → id ОЗУ, модель ОЗУ, id поколения ddr, поколение ddr, размер ОЗУ, id производителя ОЗУ, название производителя ОЗУ.

**id ПК, номер слота видеокарты** → id видеокарты, модель видеокарты, id максимального разрешения дисплея, максимальное разрешение, id производителя видеокарты, название производителя видеокарты.

Таким образом, при вынесении их в отдельные отношения, исходное отношение разделяется на четыре новых отношения: Таблица 3 показывает исходное отношение, а таблицы 4, 5 и 6 – результат приведения исходного отношения ко второй нормальной форме.

Таблица 3. Конфигурация ПК.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **id ПК** | **Номер слота видеокарты** | **Номер слота ОЗУ** |
| **1** | **1** | **1** |
| **1** | **2** | **2** |
| **1** | **1** | **2** |
| **1** | **2** | **1** |
| **2** | **2** | **1** |
| **3** | **1** | **1** |
| **4** | **1** | **1** |
| **4** | **3** | **2** |
| **4** | **1** | **2** |
| **4** | **3** | **1** |

Таблица 4. Видеокарта в ПК.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | **id ПК** | **Номер слота видеокарты** | id видеокарты | Модель видеокарты |
| 1 | **2** | **3** | 4 | 5 |
| 1 | **1** | **1** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) |
| 2 | **1** | **2** | 2 | AMD Radeon RX 580 GAMING X 8G |
| 3 | **2** | **2** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) |
| 4 | **3** | **1** | 3 | GeForce GTX 1050 Ti |
| 5 | **4** | **1** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) |
| 6 | **4** | **3** | 1 | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) |

Продолжение таблицы 4.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id максимального разрешения дисплея | Максимальное разрешение | id производителя видеокарты | Название производителя видеокарты |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | 1 | 7680x4320 | 2 | Gigabyte |
| 2 | 1 | 7680x4320 | 3 | MSI |
| 3 | 1 | 7680x4320 | 2 | Gigabyte |
| 4 | 2 | 4096x2160 | 7 | KFA2 |
| 5 | 1 | 7680x4320 | 2 | Gigabyte |
| 6 | 1 | 7680x4320 | 2 | Gigabyte |

Таблица 5. ОЗУ в ПК.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | **id ПК** | **Номер слота ОЗУ** | id ОЗУ | Модель ОЗУ |
| 1 | **2** | **3** | 4 | 5 |
| 1 | **1** | **1** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 2 | **1** | **2** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 3 | **2** | **1** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 4 | **3** | **1** | 2 | Radeon R5 Entertainment Series |
| 5 | **4** | **1** | 1 | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) |
| 6 | **4** | **2** | 3 | Radeon R7 Performance Series |

Продолжение таблицы 5.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id поколения ddr | Поколение ddr | Размер ОЗУ | id производителя ОЗУ | Название производителя ОЗУ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  |
| 1 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 2 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 3 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 4 | 2 | DDR3 | 2 | 8 | AMD |
| 5 | 1 | DDR4 | 8 | 2 | Gigabyte |
| 6 | 1 | DDR4 | 4 | 8 | AMD |

Таблица 6. Комплектующие ПК.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id ПК | id ЦП | Модель ЦП | id производителя ЦП | Название производителя ЦП | id ядра ЦП |
| 1 |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 1 | 1 | i7-8700K | 4 | Intel | 1 |
| 2 | 2 | 1 | i7-8700K | 4 | Intel | 1 |
| 3 | 3 | 2 | i7-8700 | 4 | Intel | 1 |
| 4 | 4 | 3 | Ryzen 5 1600 | 8 | AMD | 2 |

Продолжение таблицы 6.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | Название ядра ЦП | id производителя ядра ЦП | Название производителя ядра ЦП | id жесткого диска |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Coffee Lake S | 4 | Intel | 1 |
| 2 | Coffee Lake S | 4 | Intel | 1 |
| 3 | Coffee Lake S | 4 | Intel | 2 |
| 4 | Summit Ridge | 8 | AMD | 2 |

Продолжение таблицы 6.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | Модель жесткого диска | Размер жесткого диска | id производителя жесткого диска | Название производителя жесткого диска |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 1 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte |
| 2 | UD Pro | 256 | 2 | Gigabyte |
| 3 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate |
| 4 | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 | Seagate |

Продолжение таблицы 6.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер строки | id корпуса | Модель корпуса | id форм-фактора корпуса | Форм-фактор корпуса |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 1 | 1 | Zofos Evo | 1 | Full Tower |
| 2 | 1 | Zofos Evo | 1 | Full Tower |
| 3 | 2 | ATX N2 | 2 | Midi-Tower |
| 4 | 3 | Matrexx 55 Black | 2 | Midi-Tower |

Продолжение таблицы 6.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер строки | id производителя корпуса | Название производителя корпуса |
| 22 | 23 | 24 |
| 1 | 1 | Raijintek |
| 2 | 1 | Raijintek |
| 3 | 6 | Zalman |
| 4 | 9 | Deepcool |

Аномалия добавления: Если была произведена новая видеокарта, информацию о ней невозможно будет добавить до тех пор, пока ее не установят хотя бы в один ПК.

Аномалия удаления: Если какая-то видеокарта была установлена в одном ПК и мы удалим о нем информацию, мы потеряем также всю информацию, относящуюся к этой видеокарте.

Аномалия изменения: Если какой-то производитель изменит название, его придется во всех местах, где содержится информация об оборудовании этого производителя.

## Третья нормальная форма

Определение: Переменная отношения находится в третьей нормальной форме тогда и только тогда, когда она находится во второй нормальной форме, и отсутствуют транзитивные функциональные зависимости неключевых атрибутов от ключевых. У нас имеются следующие зависимости неключевых атрибутов от неключевых (которые в свою очередь зависят от ключевых):

Id ЦП → модель ЦП, id производителя ЦП, название производителя ЦП, id ядра ЦП, название ядра ЦП, id производителя ядра ЦП, название производителя ядра ЦП.

id ядра ЦП → название ядра ЦП, id производителя ядра ЦП.

id жесткого диска → модель жесткого диска, размер жесткого диска, id производителя жесткого диска, название производителя жесткого диска.

id корпуса → модель корпуса, id форм-фактора корпуса, форм-фактор корпуса, id производителя корпуса, название производителя корпуса.

id видеокарты → модель видеокарты, id максимального разрешения дисплея, максимальное разрешение, id производителя видеокарты, название производителя видеокарты.

id ОЗУ -> модель ОЗУ, id поколения ddr, поколение ddr, размер ОЗУ, id производителя ОЗУ, название производителя ОЗУ.

id производителя ядра ЦП → название производителя ядра ЦП.

id производителя жесткого диска → название производителя жесткого диска.

id производителя корпуса → название производителя корпуса.

id производителя видеокарты → название производителя видеокарты.

id производителя ОЗУ → название производителя ОЗУ.

id форм-фактора корпуса → форм-фактор корпуса.

id максимального разрешения дисплея → максимальное разрешение.

Избавляясь от транзитивных зависимостей и вынося эти зависимости в отдельные отношения, получим отношения, отображенные в таблицах 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 и 20.

Таблица 7. Конфигурация ПК.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **id ПК** | **Номер слота видеокарты** | **Номер слота ОЗУ** |
| **1** | **1** | **1** |
| **1** | **2** | **2** |
| **1** | **1** | **2** |
| **1** | **2** | **1** |
| **2** | **2** | **1** |
| **3** | **1** | **1** |
| **4** | **1** | **1** |
| **4** | **3** | **2** |
| **4** | **1** | **2** |
| **4** | **3** | **1** |

Таблица 8. Комплектующие ПК.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **id ПК** | Id ЦП | id жесткого диска | Id корпуса |
| **1** | 1 | 1 | 1 |
| **2** | 1 | 1 | 1 |
| **3** | 2 | 2 | 2 |
| **4** | 3 | 2 | 3 |

Таблица 9. Видеокарта в ПК.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **id ПК** | **Номер слота видеокарты** | id видеокарты |
| **1** | **1** | 1 |
| **1** | **2** | 2 |
| **2** | **2** | 1 |
| **3** | **1** | 3 |
| **4** | **1** | 1 |
| **4** | **3** | 1 |

Таблица 10. Разрешение.

|  |  |
| --- | --- |
| **id разрешения** | Разрешение |
| **1** | 7680x4320 |
| **2** | 4096x2160 |

Таблица 11. Видеокарта.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **id видеокарты** | Модель видеокарты | id максимального разрешения | Id производителя видеокарты |
| **1** | [AORUS Radeon RX580 8G](https://www.gigabyte.com/ru/Graphics-Card/GV-RX580AORUS-8GD-rev-10-11) | 1 | 2 |
| **2** | AMD Radeon RX 580 GAMING X 8G | 1 | 3 |
| **3** | GeForce GTX 1050 Ti | 2 | 7 |

Таблица 12. ОЗУ в ПК.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **id ПК** | **Номер слота ОЗУ** | id ОЗУ |
| **1** | **1** | 1 |
| **1** | **2** | 1 |
| **2** | **1** | 1 |
| **3** | **1** | 2 |
| **4** | **1** | 1 |
| **4** | **2** | 4 |

Таблица 13. DDR-поколение.

|  |  |
| --- | --- |
| **id DDR-поколения** | DDR-поколение |
| **1** | DDR4 |
| **2** | DDR3 |

Таблица 14. ОЗУ.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **id ОЗУ** | Модель ОЗУ | id поколения ddr | Размер ОЗУ | id производителя |
| **1** | AORUS RGB Memory 16GB (2x8GB) | 1 | 8 | 2 |
| **2** | Radeon R5 Entertainment Series | 2 | 2 | 8 |
| **4** | Radeon R5 Entertainment Series | 1 | 4 | 8 |

Таблица 15. Корпус.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **id корпуса** | Модель корпуса | id форм-фактора корпуса | id производителя корпуса |
| **1** | Zofos Evo | 1 | 1 |
| **2** | ATX N2 | 2 | 6 |
| **3** | Matrexx 55 Black | 2 | 9 |

Таблица 16. Форм-фактор корпуса.

|  |  |
| --- | --- |
| **id форм-фактора корпуса** | форм-фактор корпуса |
| **1** | Full Tower |
| **2** | Midi-Tower |

Таблица 17. Жесткий диск.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **id жесткого диска** | Модель жесткого диска | Размер жесткого диска | id производителя жесткого диска |
| **1** | UD Pro | 256 | 2 |
| **2** | BarraCuda ST500DM009 | 500 | 5 |

Таблица 18. ЦП.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **id ЦП** | Модель ЦП | id ядра ЦП | id производителя ЦП |
| **1** | i7-8700K | 1 | 4 |
| **2** | i7-8700 | 1 | 4 |
| **3** | Ryzen 5 1600 | 2 | 8 |

Таблица 19. Ядро ЦП.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **id ядра ЦП** | Модель ядра ЦП | id производителя ядра ЦП |
| **1** | Coffee Lake S | 4 |
| **2** | Summit Ridge | 8 |

Таблица 20. Производитель.

|  |  |
| --- | --- |
| **id производителя** | Название производителя |
| **1** | Raijintek |
| **2** | Gigabyte |
| **3** | MSI |
| **4** | Intel |
| **5** | Seagate |
| **6** | Zalman |
| **7** | KFA2 |
| **8** | AMD |
| **9** | Deepcool |

Аномалия добавления: Если было несколько пустых слотов для ОЗУ и несколько пустых слотов для видеокарты (вне зависимости от того, имеются ли в ПК иные уже занятые слоты), и в эти слоты добавили несколько планок и несколько видеокарт, в отношении «Конфигурация ПК» необходимо будет добавить количество кортежей, равное декартовому произведению количества добавленных планок ОЗУ и видеокарт. Например, при добавлении четырех видеокарт и четырех планок ОЗУ необходимо будет добавить не восемь записей в таблицу, а шестнадцать. Информация будет несколько раз дублироваться из-за многозначной зависимости ОЗУ и видеокарт. Если же не делать дублирование - например, просто перечислить слоты видеокарт и слоты ОЗУ в четырех строках параллельно - тогда появятся аномалии чтения информации из таблицы «Конфигурация ПК»: если мы захотим узнать, какие модели ОЗУ подключены в ПК с определенной видеокартой, нам вернет только модель планки, которая находится в слоте, описанном в строке со слотом нужной видеокарты, хотя правильным результатом было бы возвращение всех четырех моделей ОЗУ этого ПК.

Аномалия удаления: Если необходимо удалить информацию о каком-то слоте видеокарты в ситуации, где в ПК подключено несколько ОЗУ, необходимо удалить кортежи в количестве подключенных планок, если информация дублировалась. Иначе, если она не дублировалась, то с удалением информации о слоте видеокарты пропадет информация и об одном из слотов ОЗУ.

Аномалия изменения: как будет показано далее, отношение в данном виде уже является отношением в ДКНФ, что дает гарантию от всех аномалий изменения.

## Нормальная форма элементарных ключей

Элементарная ФЗ: Функциональная зависимость f ϵ G, f = X → A называется элементарной, если она нетривиальна и замыкание не содержит ФЗ → A такого, что ⊂ X.

Элементарный ключ: Суперключ X отношения R называется элементарным ключом, если R удовлетворяет элементарной ФЗ X → A, где A – некий атрибут R.

Определение: Отношение находится в НФЭК, если

* Оно находится в 3НФ,
* Любая его элементарная ФЗ имеет в левой части суперключ или в правой части находится подмножество какого-либо элементарного ключа.

Иначе говоря, несоответствие НФЭК может происходить, если в отношении имеется несколько составных ключей, и некоторые атрибуты, входящие в их состав, совпадают. Поскольку наше отношение приведено к 3НФ и имело только один потенциальный ключ, наше отношение уже удовлетворяет НФЭК.

## Нормальная форма Бойса — Кодда

Определение: Переменная отношения находится в нормальной форме Бойса — Кодда (иначе — в усиленной третьей нормальной форме) тогда и только тогда, когда каждая её нетривиальная и неприводимая слева функциональная зависимость имеет в качестве своего детерминанта некоторый потенциальный ключ. На практике 3НФ и НФБК являются эквивалентными, за исключением тех случаев, когда в наличии имеются следующие условия:

* отношения имеют не менее двух потенциальных ключей;
* два потенциальных ключа являются составными;
* два потенциальных ключа имеют, по крайней мере, один общий атрибут.

Поскольку наше отношение приведено к 3НФ и имело только один потенциальный ключ, наше отношение уже удовлетворяет НФБК.

## Четвёртая нормальная форма

Определение: Переменная отношения находится в четвёртой нормальной форме, если она находится в нормальной форме Бойса — Кодда и не содержит нетривиальных многозначных зависимостей. Наше отношение «Конфигурация ПК» содержит многозначную зависимость, поскольку один ПК может иметь одновременно несколько слотов для видеокарт и несколько слотов для ОЗУ (при этом видеокарты и ОЗУ друг от друга не зависят). Разбивая это отношение на два и упраздняя исходное («ПК – Номер слота видеокарты» и «ПК – Номер слота ОЗУ»), получаем неполные дубликаты уже существующих отношений «Видеокарта в ПК» и «ОЗУ в ПК». Поскольку нет смысла в дублировании отношений, полученные в ходе разбиения отношения также упраздняем. Таким образом, наши отношения в 4НФ представляют собой таблицы 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 и 20.

## Соответствующая база данных

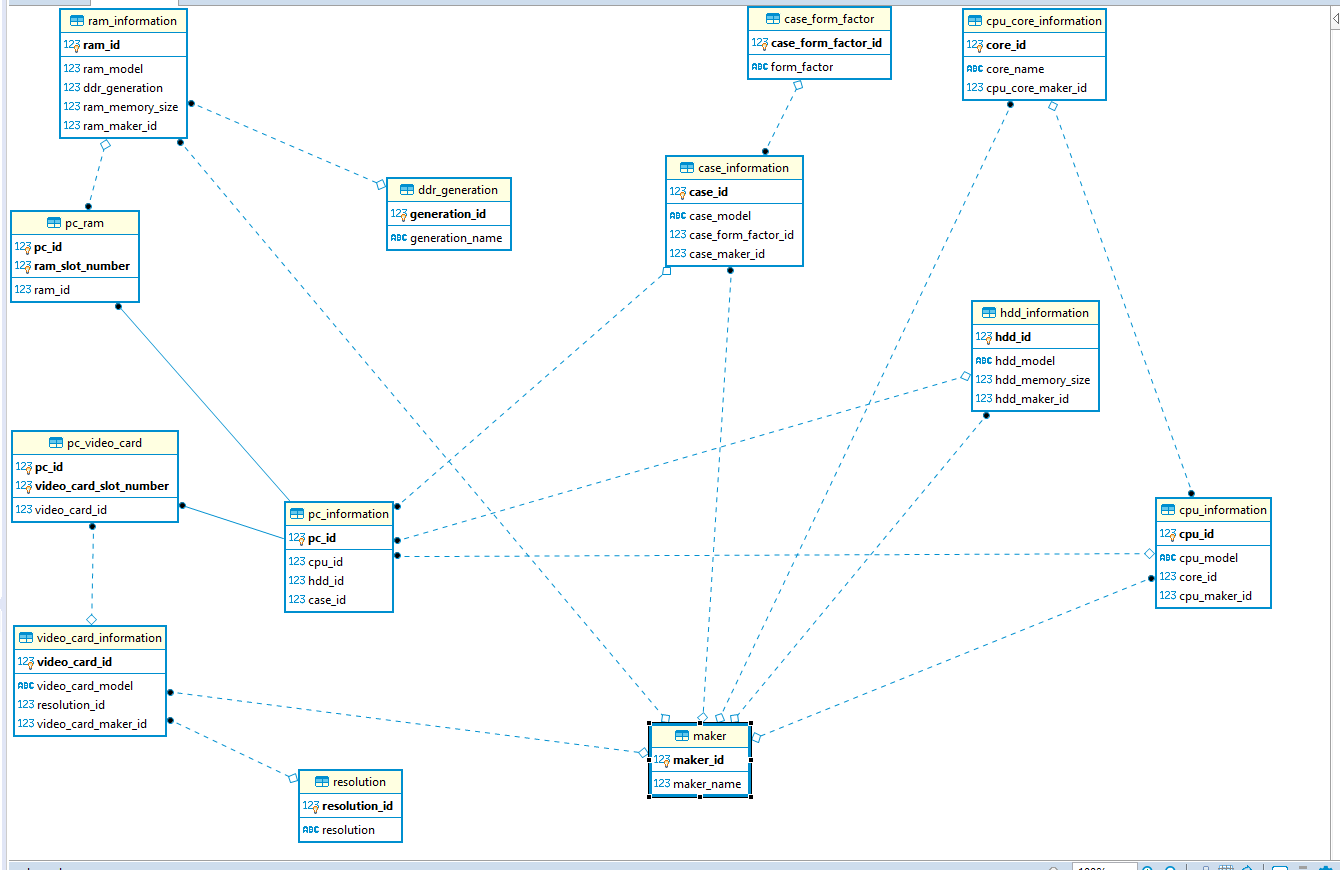
**Рисунок 1 показывает схему базы данных через ER-диаграмму, созданную в программе DBeaver.

Рисунок 1. Схема базы данных

Таблица 21 хранит информацию о моделях ОЗУ.

Таблица 21. ram\_information

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| Ram\_id | integer |  | + | + |
| Ram\_model | varchar |  |  |  |
| Ddr\_generation | integer |  |  |  |
| Ram\_memory\_size | integer |  |  |  |
| Ram\_maker\_id | integer |  |  |  |

Таблица 22 хранит информацию о планках ОЗУ в конкретном ПК.

Таблица 22. Pc\_ram

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| Pc\_id | integer |  |  | + |
| Ram\_slot\_number | integer |  |  | + |
| Ram\_id | integer |  |  |  |

Таблица 23 хранит информацию о видеокартах в конкретном ПК.

Таблица 23. Pc\_video\_card

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| Pc\_id | integer |  |  | + |
| Video\_card\_slot\_number | integer |  |  | + |
| Video\_card\_id | integer |  |  |  |

Таблица 24 хранит информацию о моделях видеокарт.

Таблица 24. Video\_card\_information

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| Video\_card\_id | integer |  | + | + |
| Video\_card\_model | varchar |  |  |  |
| Resolution\_id | integer |  |  |  |
| Video\_card\_maker\_id | integer |  |  |  |

Таблица 25 хранит информацию о конфигурациях ПК.

Таблица 25. pc\_information

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| pc\_id | integer |  | + | + |
| Cpu\_id | varchar |  |  |  |
| Hdd\_id | integer |  |  |  |
| Case\_id | integer |  |  |  |

Таблица 26 хранит информацию о разрешениях экрана.

Таблица 26. resolution

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| resolution\_id | integer |  | + | + |
| resolution | varchar |  |  |  |

Таблица 27 хранит информацию о поколениях ddr.

Таблица 27. Ddr\_generation

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| generation\_id | integer |  | + | + |
| Ddr-generation | varchar |  |  |  |

Таблица 28 хранит информацию о моделях корпусов.

Таблица 28. case\_information

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| case\_id | integer |  | + | + |
| Case\_model | varchar |  |  |  |
| Case\_form\_factor\_id | integer |  |  |  |
| Case\_maker\_id | integer |  |  |  |

Таблица 29 хранит информацию о форм-факторах корпусов.

Таблица 29. Case\_form\_factor

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| Form\_factor\_id | integer |  | + | + |
| Form\_factor | varchar |  |  |  |

Таблица 30 хранит информацию о производителях комплектующих.

Таблица 30. maker

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| maker\_id | integer |  | + | + |
| Maker\_name | varchar |  |  |  |

Таблица 31 хранит информацию о ядрах процессоров.

Таблица 31. Cpu\_core\_information

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| core\_id | integer |  | + | + |
| core\_name | varchar |  |  |  |
| core\_maker\_id | integer |  |  |  |

Таблица 32 хранит информацию о моделях жестких дисков.

Таблица 32. hdd\_information

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| hdd\_id | integer |  | + | + |
| Hdd\_model | varchar |  |  |  |
| Hdd\_memory\_size | integer |  |  |  |
| Hdd\_maker\_id | integer |  |  |  |

Таблица 33 хранит информацию о моделях процессоров.

Таблица 33. cpu\_information

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column name | Data type | Auto inc | Unique | Primary Key |
| Cpu\_id | integer |  | + | + |
| cpu\_model | varchar |  |  |  |
| Cpu\_core\_id | integer |  |  |  |
| cpu\_maker\_id | integer |  |  |  |