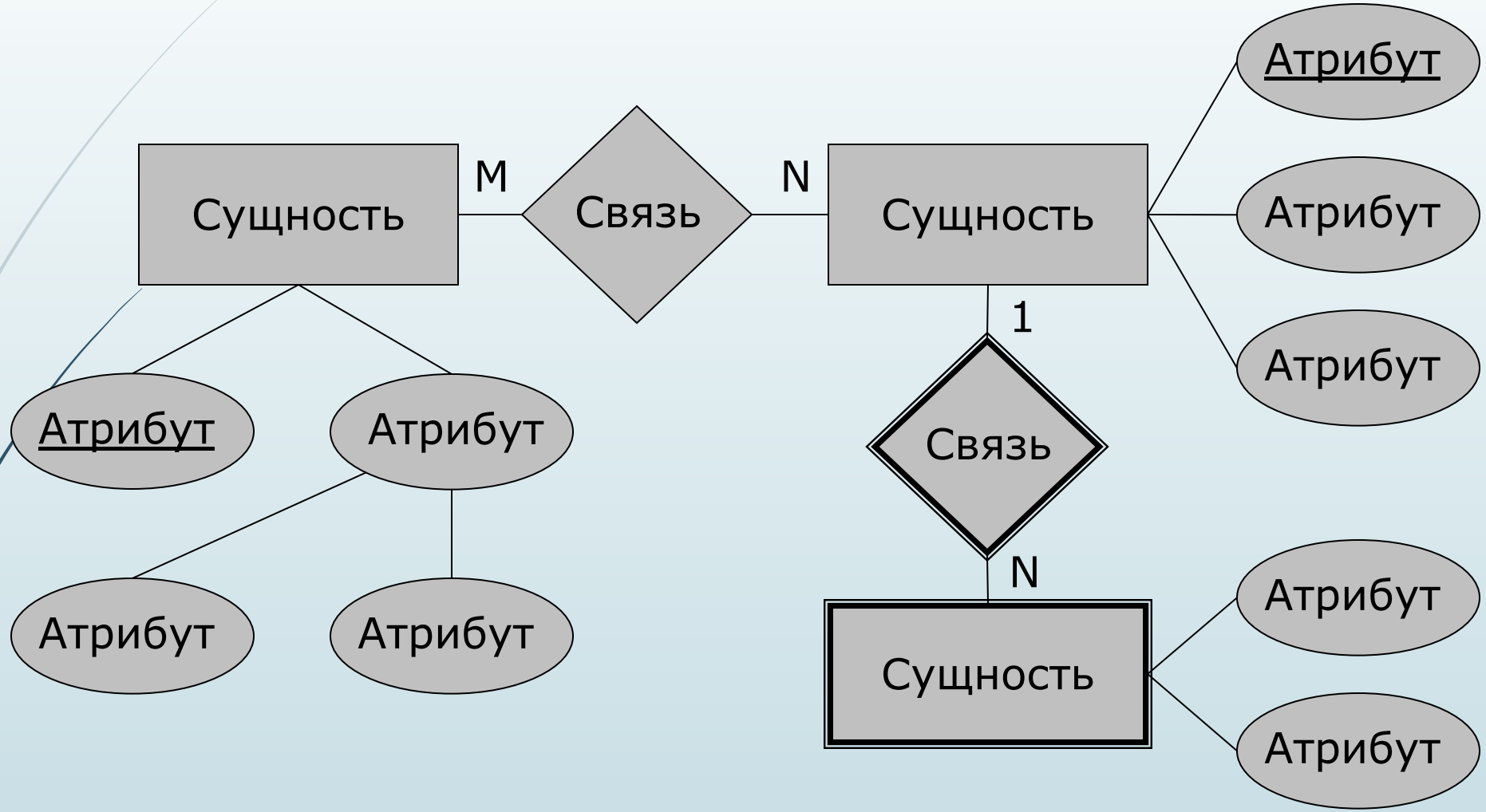
Диаграммы "сущность-связь" (ER-модели) в нотации IDEF1X

Основные понятия ER-модели Entity-Relationship (Сущность-Связи)

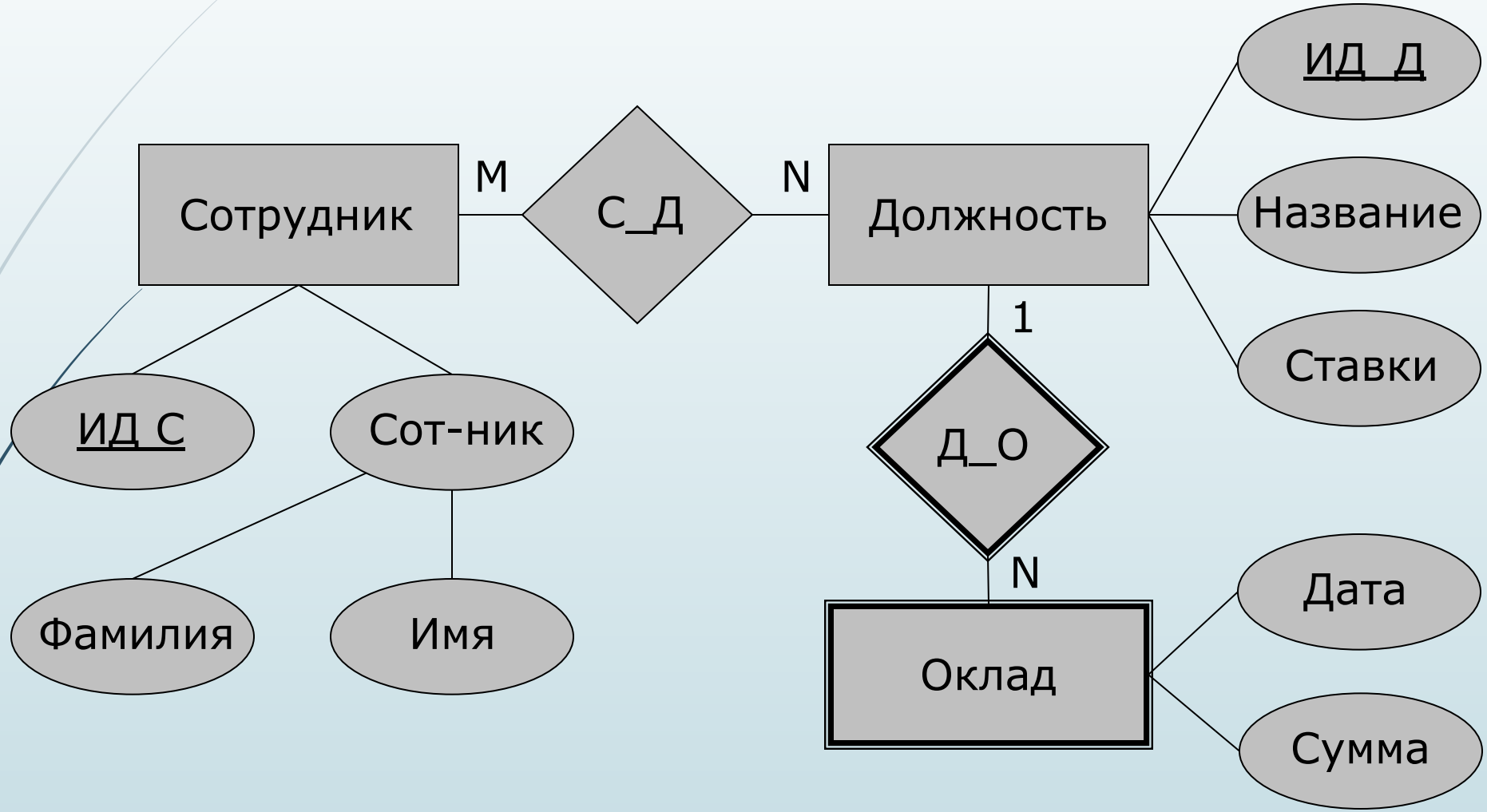
Большинство современных подходов к проектированию баз данных основано на использовании разновидностей **ER-модели.**

Модель была предложена Питером Ченом в 1976 г. Моделирование предметной области базируется на использовании **графических диаграмм**, включающих небольшое число разнородных компонентов. В связи с наглядностью представления концептуальных схем баз данных ER-модели получили широкое распространение в системах **CASE**, поддерживающих автоматизированное проектирование реляционных баз данных, в частности **IDEF (1x).**

Диаграмма «Сущность-связь» в нотации Питера Чена



Пример

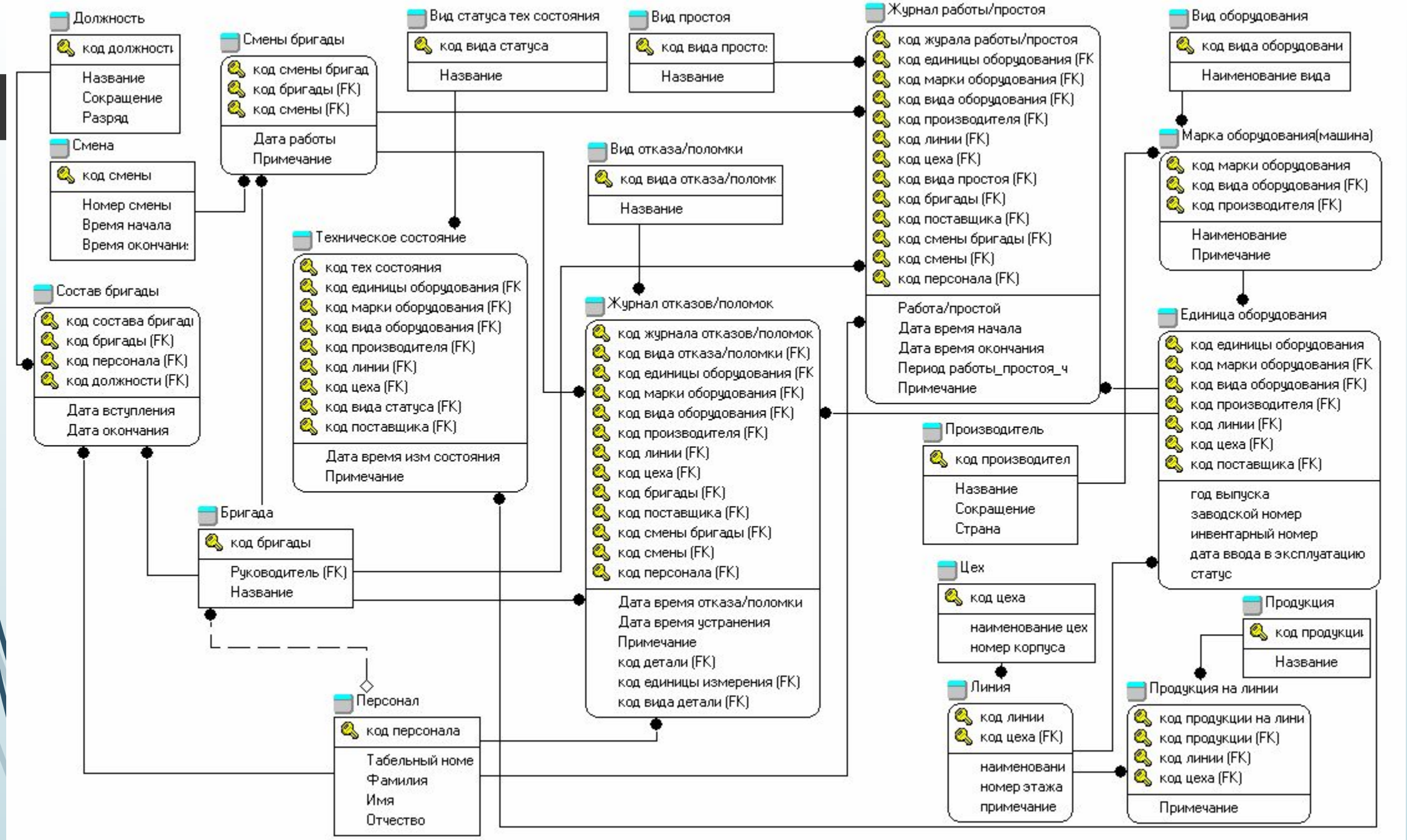

Сотрудник
M
С_Д
N
Должность
ИД_Д
Название
Ставки
1
Д_О
N
ИД_С
Сот-ник
Фамилия
Имя
Оклад
Дата
Сумма

Основные понятия модели Entity-Relationship (Сущность-Связи)

- Основными понятиями ER-модели являются **сущность, связь и атрибут.**
- **Сущность - это реальный или представляемый объект, информация о котором должна сохраняться и быть доступна.** В диаграммах ER-модели сущность представляется в виде **прямоугольника**, содержащего **имя сущности.** При этом имя сущности - это имя типа, а не некоторого конкретного экземпляра этого типа.
- Каждый **экземпляр сущности** должен быть отличим от любого другого экземпляра той же сущности.

Метод IDEF1X (Data Modeling – метод моделирования баз данных) используется для разработки реляционных баз данных и использует условный синтаксис, специально разработанный для удобного построения концептуальной схемы.

- Концептуальной схемой мы называем универсальное представление структуры данных в рамках коммерческого предприятия, независимое от конечной реализации базы данных и аппаратной платформы. Будучи статическим методом разработки, IDEF1X изначально не предназначен для динамического анализа, тем не менее, он иногда применяется в этом качестве, как альтернатива методу IDEF1.
- Использование метода IDEF1X наиболее целесообразно для построения логической структуры базы данных после того, как все информационные ресурсы исследованы и решение о внедрении реляционной базы данных, как части корпоративной информационной системы, было принято. Однако не стоит забывать, что средства моделирования IDEF1X специально разработаны для построения реляционных информационных систем, и если существует необходимость проектирования другой системы, скажем объектно-ориентированной, то лучше избрать другие методы моделирования.

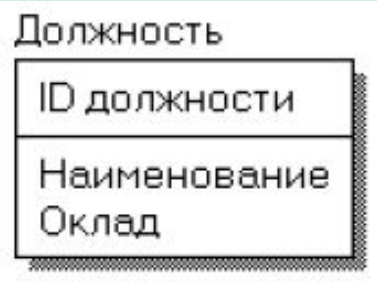

Должность
код должности
Название
Сокращение
Разряд
Смена
код смены
Номер смены
Время начала
Время окончани
Состав бригады
код состава бригад
код бригады (FK)
код персонала (FK)
код должности (FK)
Дата вступления
Дата окончания
Смены бригады
код смены бригад
код бригады (FK)
код смены (FK)
Дата работы
Примечание
Бригада
код бригады
Руководитель (FK)
Название
Персонал
код персонала
Табельный номе
Фамилия
Имя
Отчество
Вид статуса тех состояния
код вида статуса
Название
Вид простоя
код вида просто
Название
Техническое состояние
код тех состояния
код единицы оборудования (FK
код марки оборудования (FK)
код вида оборудования (FK)
код производителя (FK)
код линии (FK)
код цеха (FK)
код вида статуса (FK)
код поставщика (FK)
Дата время изм состояния
Примечание
Вид отказа/поломки
код вида отказа/поломк
Название
Журнал отказов/поломок
код журнала отказов/поломок
код вида отказа/поломки (FK)
код единицы оборудования (FK
код марки оборудования (FK)
код вида оборудования (FK)
код производителя (FK)
код линии (FK)
код цеха (FK)
код бригады (FK)
код поставщика (FK)
код смены бригады (FK)
код смены (FK)
код персонала (FK)
Дата время отказа/поломки
Дата время устранения
Примечание
код детали (FK)
код единицы измерения (FK)
код вида детали (FK)
Журнал работы/простоя
код журала работы/простоя
код единицы оборудования (FK
код марки оборудования (FK)
код вида оборудования (FK)
код производителя (FK)
код линии (FK)
код цеха (FK)
код вида простоя (FK)
код бригады (FK)
код поставщика (FK)
код смены бригады (FK)
код смены (FK)
код персонала (FK)
Работа/простой
Дата время начала
Дата время окончания
Период работы_простоя_ч
Примечание
Производитель
код производител
Название
Сокращение
Страна
Цех
код цеха
наименование цех
номер корпуса
Линия
код линии
код цеха (FK)
наименовани
номер этажа
примечание
Вид оборудования
код вида оборудовани
Наименование вида
Марка оборудования(машина)
код марки оборудования
код вида оборудования (FK)
код производителя (FK)
Наименование
Примечание
Единица оборудования
код единицы оборудования
код марки оборудования (FK
код вида оборудования (FK)
код производителя (FK)
код линии (FK)
код цеха (FK)
код поставщика (FK)
год выпуска
заводской номер
инвентарный номер
дата ввода в эксплуатацию
статус
Продукция
код продукци
Название
Продукция на линии
код продукции на лини
код продукции (FK)
код линии (FK)
код цеха (FK)
Примечание

Сущность, атрибут

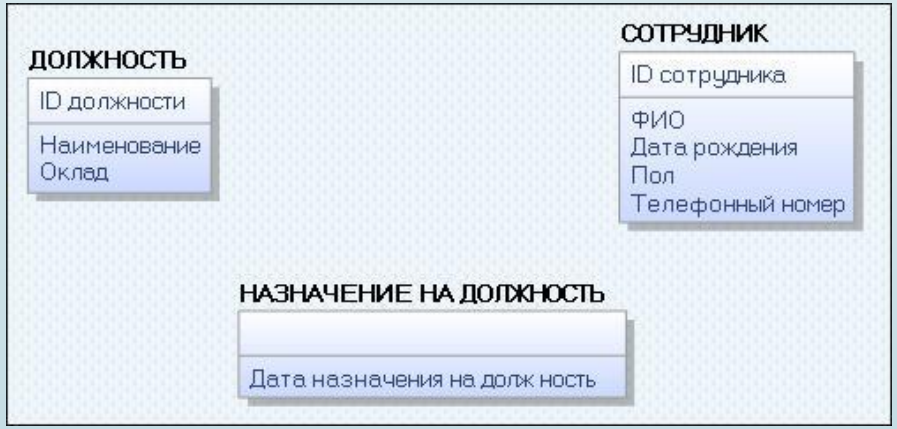
Сущность – это объект, который может быть идентифицирован некоторым способом, отличающим его от других объектов. Каждая сущность обладает набором атрибутов.

Атрибут - отдельная характеристика сущности.

Сущность состоит из экземпляров, каждый из которых должен отличаться от другого экземпляра. Пример: сущность – «Город», экземпляры сущности «Город» – Москва, Пенза,



Сущности с атрибутами



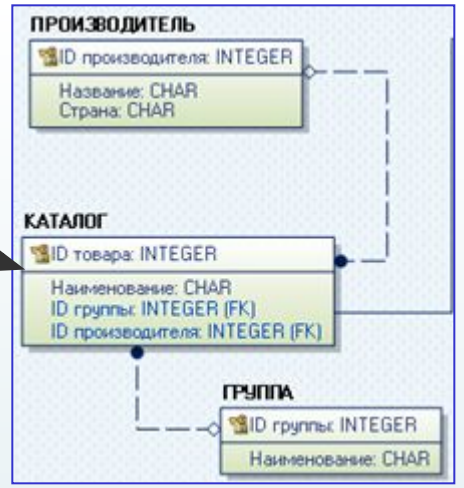
Ключ

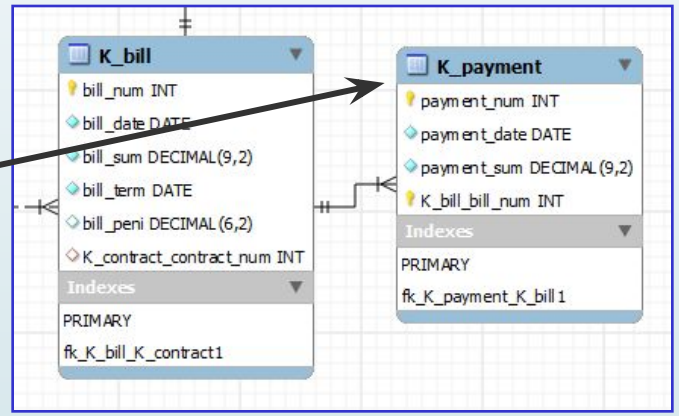
- **Ключ** - минимальный набор атрибутов, по значениям которых можно однозначно найти требуемый экземпляр сущности.
- **Первичный ключ** сущности позволяет идентифицировать ее экземпляры, а внешний – экземпляры сущности, которая находится в связи с данной сущностью.

Типы сущностей

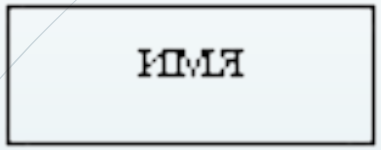
Независимая сущность Для определения экземпляра сущности нет необходимости ссылаться на другие сущности.

Зависимая сущность Для определения экземпляра такой сущности необходимо сослаться на экземпляр независимой сущности, с которой связана зависимая сущность.

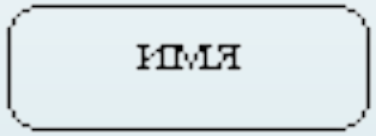




Обозначение сущностей в нотации IDEF1X



Независимая сущность



Зависимая сущность

Сущность является **"независимой"**, если каждый экземпляр сущности может быть однозначно идентифицирован без определения его отношений с другими сущностями. Пример: «Сотрудник».

Сущность называется **"зависимой"**, если однозначная идентификация экземпляра сущности зависит от его отношения к другой сущности. Пример: «Участие в проектах».

Связь

Связь - это логическая ассоциация, устанавливаемая между сущностями.

Связь определяет **количество экземпляров данной сущности, которое могут быть связаны с одним экземпляром другой сущности.**

Связи бывают следующих типов:

- **один к одному**
- **один ко многим**

- Пример 1:

  «Страны» - «Столицы»
- Пример 2:

  «Международные Союзы» - «Страны»
- Пример 3:

  «Сотрудник» - «Проект»

Связь «один-ко-многим»: Отделы – Сотрудники

Таблица «Сотрудники» (Emp)

Табельный номер	*ФИО сотрудника*	*Отдел*
023	Волкова Елена Павловна	2
113	Белов Сергей Юрьевич	1
101	Рогов Сергей Михайлович	2
056	Панина Анна Алексеевна	1
…	…	…
098	Фролов Юрий Вадимович	9

Таблица «Отделы» (Departs)

Номер отдела	*Название отдела*
1	Информационный отдел
2	Администрация
3	Отдел кадров
…	…
9	Проектный отдел

«Номер отдела» – первичный ключ в таблице «Отделы»

«Отдел» – внешний ключ в таблице «Сотрудники» к таблице «Отделы»

Связь «многие-со-многими»: Сотрудники- Проекты

Связи "many-to-many". Иногда бывает необходимо связывать сущности таким образом, что с обоих концов связи могут присутствовать несколько экземпляров сущности. Например, сотрудники консалтинговой компании участвуют в проектах. При этом один сотрудник может участвовать в нескольких проектах и в одном проекте могут участвовать несколько сотрудников. Для этого вводится разновидность связи "многие-со-многими". Оформляются через «развязочные таблицы», например: «участие в проектах» (сущность из двух атрибутов: код сотрудника (FK), код проекта (FK)).

Связь «многие-со-многими»: Сотрудники- Проекты

Таблица «Сотрудники»

ФИО	*Номер*
Волкова Е.П.	023
Белов С.Ю.	113
Рогов С.М.	101
Панина А.А.	056
Фролов Ю.В.	098
...	...

Таблица «Участие»

Участник	*Роль*	*П*
113	исполнитель	
101	руководитель	
056	исполнитель	18-К
101	консультант	09/Р
098	руководитель	23/Н
...	...	...

Таблица «Проекты»

Шифр	*Название проекта*
23/Н	АИС "Налог"-2
18-К	ИПС "Жители"
09/Р	ГИС "Город"

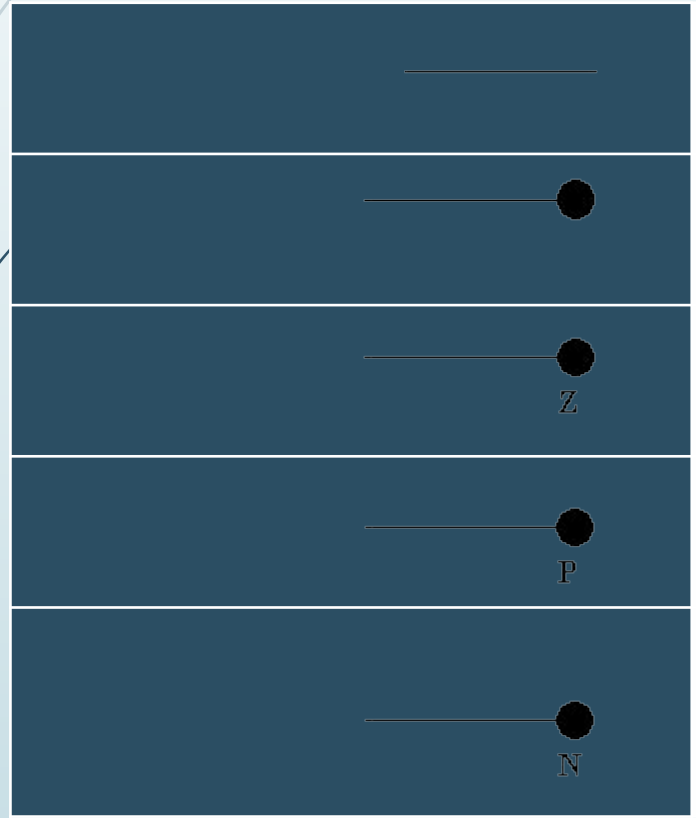
В таблице «Участие»:

«Участник» – внешний ключ к таблице «Сотрудники»

«Проект» – внешний ключ к таблице «Проекты»

Виды связей

Отношение дополнительно определяется с помощью указания мощности: какое количество экземпляров сущности-потомка может существовать для сущности-родителя.



1, 1

0, M

0, 1

1, M

точно N (N-произвольное число)

Виды связей

Связь - это графически изображаемая ассоциация, устанавливаемая между двумя сущностями. Эта ассоциация всегда является бинарной и может существовать между двумя разными сущностями или между сущностью и ей же самой (рекурсивная связь).

Элемент диаграммы	Обозначает
- - - - - - - - - - - -	неидентифицирующая связь
————————	идентифицирующая связь

Виды связей

При **идентифицирующей связи** миграция ключевых атрибутов родительской сущности (сущности со стороны связи 1 осуществляется всегда **в область ключевых атрибутов дочерней сущности** (сущности со стороны связи M). **Мигрирующие ключи** помечены символами (FK) – это аббревиатура слов **Foreign Key** (чуждый, посторонний ключ). Идентифицирующая связь между сущностями указывается тогда, когда экземпляр дочерней сущности не может существовать без экземпляра родительской сущности. При этом ключ связи FK **(внешний ключ, ссылающийся на родительскую сущность)** в составе дочерней сущности не может принимать значение **Null**. Можно сказать, что идентифицирующая связь является особым случаем **обязательной связи.**

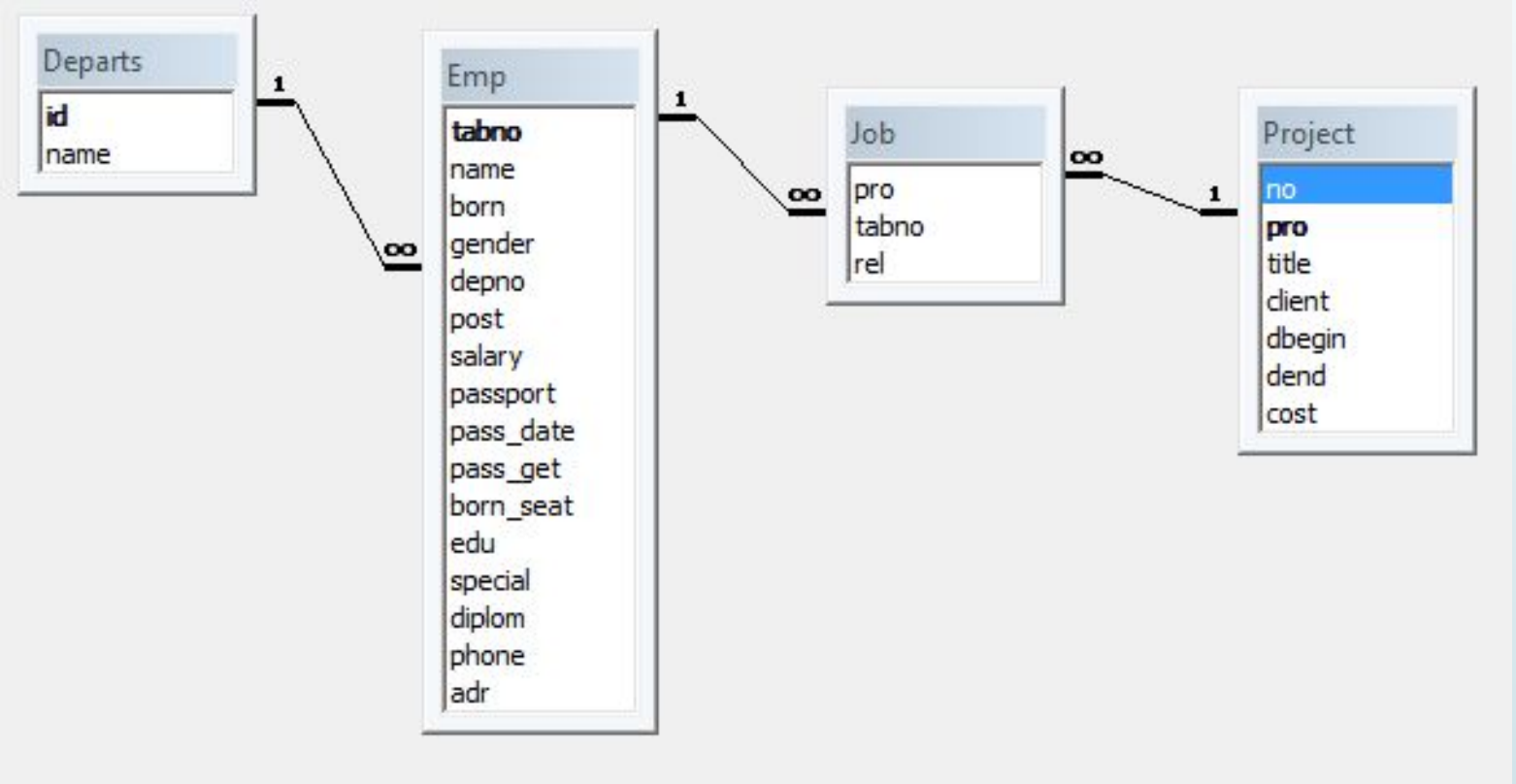
Виды связей

- При **неидентифицирующей связи** миграция ключевых атрибутов родительской сущности всегда осуществляется в область **неключевых атрибутов дочерней сущности**. При этом ключ связи **FK** (внешний ключ, ссылающийся на родительскую сущность) в составе дочерней сущности может принимать любые значения (в пределах заданных типов данных), в том числе и значение **Null**.

Нотация IDEF1X

- Сущность обладает одним или несколькими **атрибутами**, которые являются либо **собственными** для сущности, либо наследуются через другое отношение (от **PK «родителя»** передается **FK** в **«сущность-потомок»**).
- Атрибуты однозначно идентифицируют каждый экземпляр сущности.
- Каждый атрибут идентифицируется уникальным именем.
- Атрибуты изображаются в виде списка их имен внутри блока ассоциированной сущности, причем каждый атрибут занимают отдельную строку.
- Определяющие первичный ключ атрибуты размещаются наверху списка и отделяются от других атрибутов горизонтальной чертой.

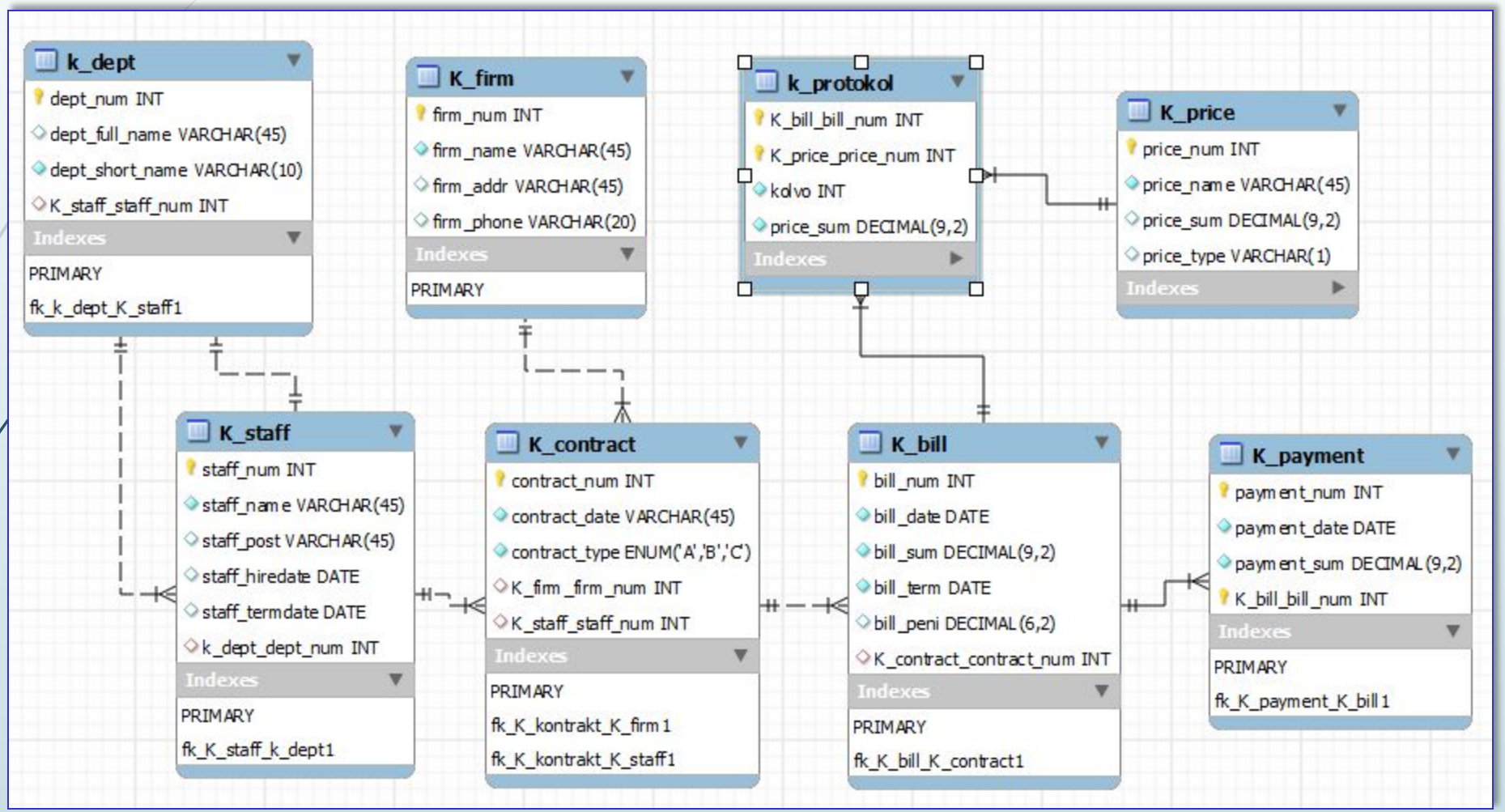
Пример БД: «Проектная организация»



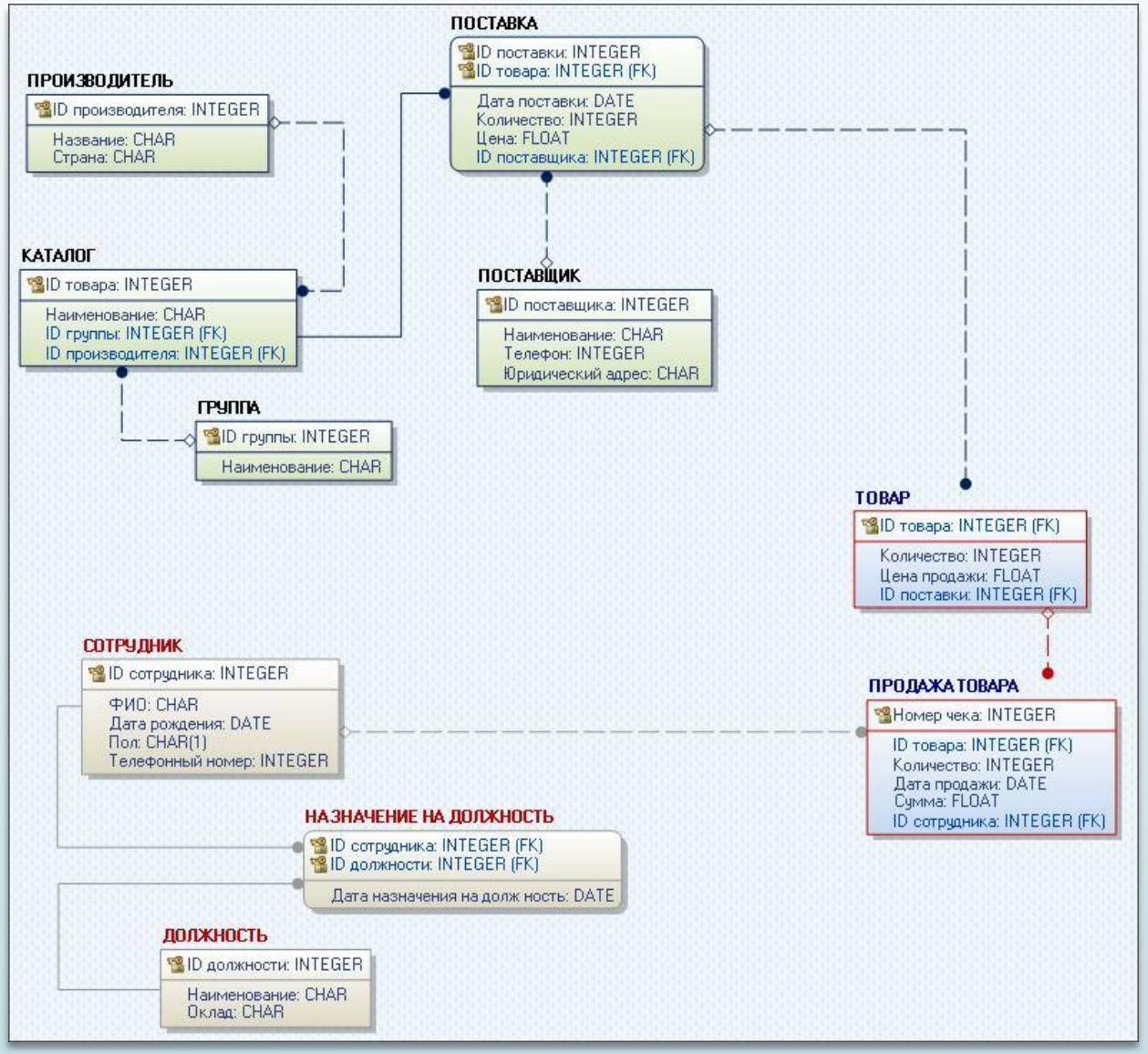
Departs – отделы, **Project** – проекты,

Emp – сотрудники, **Job** – участие в проектах.

Пример ER-диаграммы в MySQL WORKBENCH



Пример ER-диаграммы в CA ERwin Data Modeler (ERwin)



Нормальные формы ER-схем

- Как и в реляционных схемах баз данных, в ER-схемах вводится понятие **нормальных форм**, причем их смысл соответствует смыслу реляционных нормальных форм.
- Заметим, что формулировки нормальных форм ER-схем делают более понятным смысл нормализации реляционных схем. Приведем краткие и неформальные определения трех первых нормальных форм.
- **В первой нормальной форме ER-схемы устраняются повторяющиеся атрибуты или группы атрибутов, т.е. производится выявление неявных сущностей, "замаскированных" под атрибуты.**

Нормальные формы ER-схем

- Во второй нормальной форме устраняются атрибуты, зависящие только от части уникального идентификатора. Эти атрибуты должны определять отдельную сущность.
- В третьей нормальной форме устраняются атрибуты, зависящие от атрибутов, не входящих в уникальный идентификатор. Эти атрибуты являются основой отдельной сущности.
- При правильном проектировании все СУЩНОСТИ должны быть по крайней мере в третьей нормальной форме.

Получение реляционной схемы из ER-схемы

- **Шаг 1.** Каждая простая сущность превращается в таблицу. Имя сущности становится именем таблицы.
- **Шаг 2.** Каждый атрибут становится возможным столбцом с тем же именем; может выбираться более точный формат. Столбцы, соответствующие необязательным атрибутам, могут содержать неопределенные значения; столбцы, соответствующие обязательным атрибутам, - не могут.
- **Шаг 3.** Компоненты уникального идентификатора сущности превращаются в первичный ключ таблицы.

Получение реляционной схемы из ER-схемы

- **Шаг 4.** Связи многие-к-одному (и один-к-одному) становятся внешними ключами. Т.е. делается копия уникального идентификатора с конца связи "один", и соответствующие столбцы составляют внешний ключ. Необязательные связи соответствуют столбцам, допускающим неопределенные значения; обязательные связи - столбцам, не допускающим неопределенные значения.

- **Шаг 5.** Индексы создаются для первичного ключа (уникальный индекс) и внешних ключей.