

# Бази даних та інформаційні системи

*семестр 2*

## **Концепції ER-моделі (ІНФ)**

**Лекція 1,2**

# Мои данные:

- **Яковлева Елена Владимировна**
- доцент каф. Информатики
- т. раб. 7021-419
- e-mail: [helen.v.yakovleva@gmail.com](mailto:helen.v.yakovleva@gmail.com)
- блог: <http://infdbis.blogspot.com/>

# План лекции

## Введение

### 1. Основные понятия

1. Типы сущностей
2. Атрибуты
3. Типы связей
  - *Степень типа связи*
  - *Атрибуты связей*
  - *Рекурсивная связь*

### 2. Структурные ограничения

- *Показатель кардинальности*
- *Степень участия*

### 4. Проблемы ER-моделирования

- *Ловушка разветвления*
- *Ловушка разрыва*

## Заключение

# Цель лекции:

1. Рассмотреть основные понятия ER-модели
2. Ознакомиться с графическим отображением основных понятий ER-модели
3. Рассмотреть потенциальные проблемы ER-моделирования

# Введение

- Модель «сущность - связь» (Entity-Relationship model или ER-модель) представляет собой высокоуровневую концептуальную модель данных.
- ER-модель разработана Питером **Ченом** (Chen) в **1976**

## Цель:

- Упрощение задачи проектирования структуры БД
- Единое понимание ПрО заказчиками и разработчиками

## Замечание!

Концептуальная модель не зависит от:

- модели организации данных
- конкретной СУБД или аппаратной платформы

# Концепции ER- модели

## Основные понятия

### ER-модели:

- сущности;
- атрибуты;
- связи.

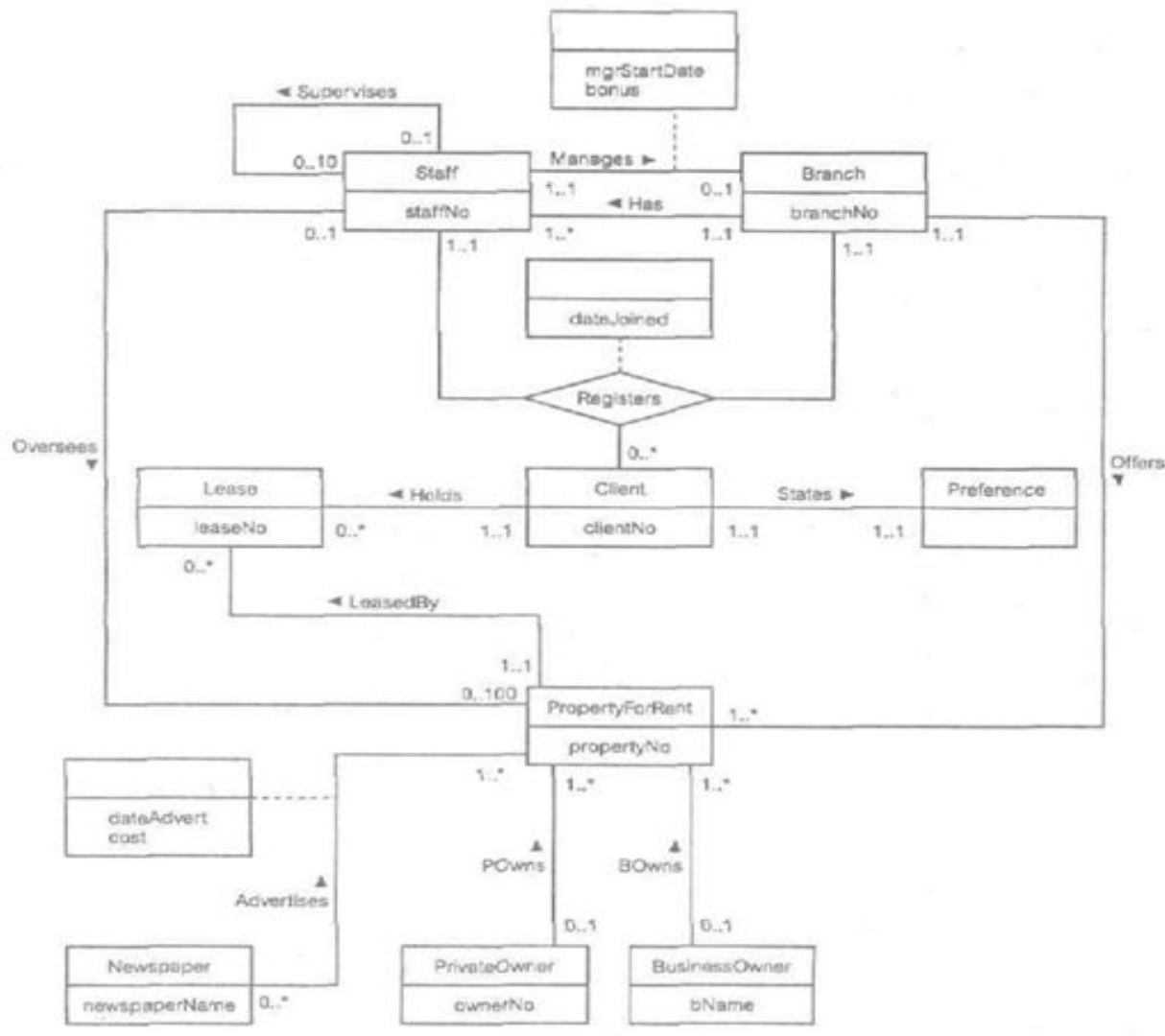


Рисунок 1.1 – Пример схемы ЕК – модели (нотация UML)

# Сущность

**Тип сущности (entity type)** – тип объекта или процесса (объект/процесс), описывающего предметную область.

Сущность характеризуется физическим или абстрактным существованием

Формального определения нет, следовательно, разные разработчики могут выделять разные сущности

Таблица 1.1 - Примеры сущностей с физический и абстрактным существованием

| Физическое существование | Абстрактное существование    |
|--------------------------|------------------------------|
| Работник                 | Осмотр объекта недвижимости  |
| Объект недвижимости      | Продажа объекта недвижимости |
| Клиент                   | Визит к врачу                |
| Деталь                   | Выдача книги                 |
| Поставщик                | Заселение в отель            |
| Читатель библиотеки      | Ремонт автомобиля            |

# Сущность

**Экземпляр сущности** – однозначно идентифицируемый объект, который относится к сущности определенного типа

- Каждый тип сущности обладает уникальным набором атрибутов.
- Каждая отдельная сущность имеет свои собственные значения для каждого атрибута

**Различаются:**

***Слабый тип сущности*** – тип сущности, существование которого зависит от какого-то другого типа сущности (в качестве первичного ключа или его части используется первичный ключ другой сущности)

***Сильный тип сущности*** – тип сущности, существование которого не зависит от какого-то другого типа сущности (в качестве первичного ключа используются только собственные атрибуты данной сущности)



# Способы представлений сущностей на диаграмме

Имя  
сущности

- Сильный тип сущности

Имя  
сущности

- Слабый тип сущности

Проект

Этап  
проекта

Успеваемость

Студент

Товар

Сделка

Рисунок 1.2 – Представление на ER-диаграмме сильных и слабых типов сущностей

# Атрибуты

**Атрибут** – свойство *типа сущности* или *типа связи*

**Домен атрибута** – набор допустимых значений одного или нескольких атрибутов

Примеры: домен *адрес* -может являться доменом нескольких атрибутов;

домен *дата* -может состоять из других доменов (день, месяц, год)

*Атрибут может быть:*

- простым / составным;
- однозначным / многозначным;
- производным;
- ключевым

| Атрибут                | Описание   | Пример  |
|------------------------|--|---|
| простой<br>(атомарный) | состоит из одного компонента с независимым существованием  | <i>Пол, Зарплата</i>  |
| составной              | состоит из нескольких компонентов с независимым существованием   | <i>Адрес /<br/>Улица, Город, Почтовый индекс</i>  |
| однозначный            | содержит одно значение для каждого экземпляра сущности определенного типа  | Для экземпляра сущности <i>Кафедра</i> существует одно значение атрибута <i>Телефон</i>   |
| многозначный           | содержит несколько значений для некоторых экземпляров сущности определенного типа  | Для экземпляра сущности <i>Кафедра</i> существует несколько значений атрибута <i>Телефон</i>  |
| производный            | представляет значение, производное от значений других атрибутов, принадлежащих некоторому (не обязательно данному) типу сущности | 1. Атрибуты <i>Год рожд, Возраст</i><br>2. Сущность <i>Договор</i><br>Атрибуты <i>Начало, Окончание, Срок действия</i><br>3. Атрибут <i>Сумма сделки</i><br>4. Атрибут <i>Кол во студентов в группе</i> |

# Атрибуты. Ключи

**Потенциальный ключ** – атрибут или минимальный набор атрибутов, который однозначно идентифицирует каждый экземпляр сущности

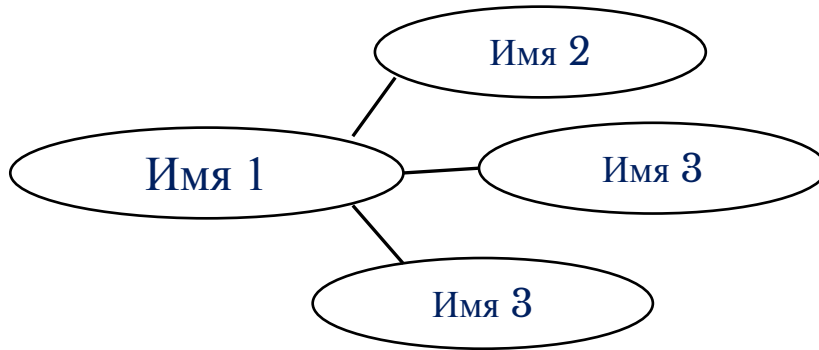
**Первичный ключ** – потенциальный ключ, который выбран для однозначной идентификации каждого экземпляра сущности

**Составной ключ** – потенциальный ключ, который состоит из двух или более атрибутов

# Представление атрибутов на диаграммах

Имя атриб

- простой атрибут



- составной атрибут

Имя атриб

- производный атрибут

Имя атриб

- многозначный атрибут

Имя атриб

- первичный ключ

# Представление атрибутов на ER-диаграммах

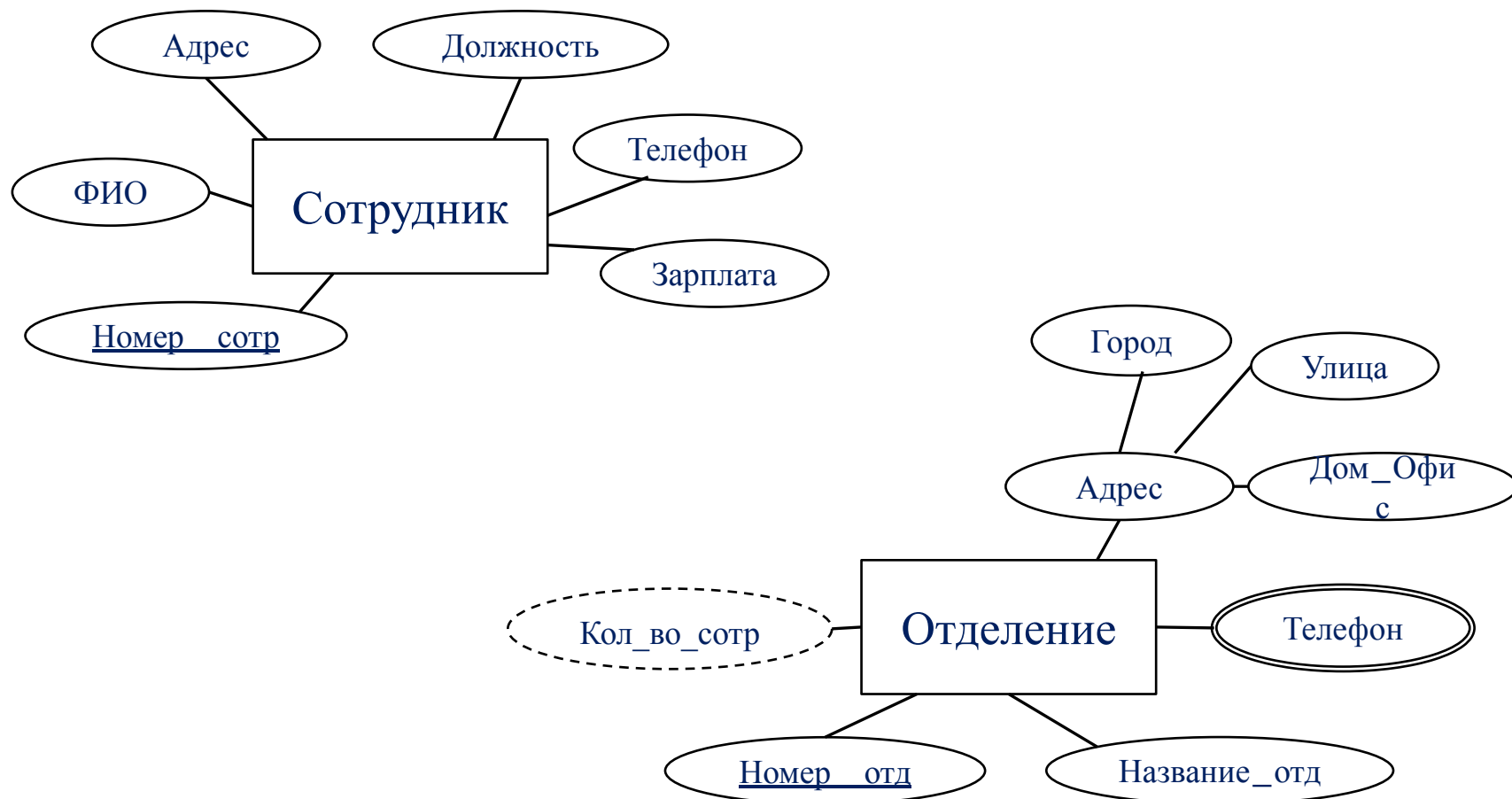


Рисунок 1.3 – Представление на диаграмме сущностей Сотрудник и Отделение

# СВЯЗИ

**Тип связи (relationship type)** – осмысленная ассоциация между сущностями разных типов

**Экземпляр связи** – однозначно идентифицируемая ассоциация, которая включает по одному экземпляру сущности из каждого участвующего в связи типа сущности

Для изучения отдельных экземпляров связи применяется *семантическая сеть*

Рассмотрим тип связи **Имеет (Has)**, который представляет ассоциацию между сущностями **Отделение** и **Сотрудник**.

## Обозначения:

· - экземпляр сущности;

◊ - экземпляр связи.

## Замечание!

В ER-модели используется более высокий уровень абстракции по сравнению с семантической сетью, поскольку множества экземпляров сущностей объединяются в типы сущностей, а множества экземпляров связей – в типы связей.

# Сематическая модель

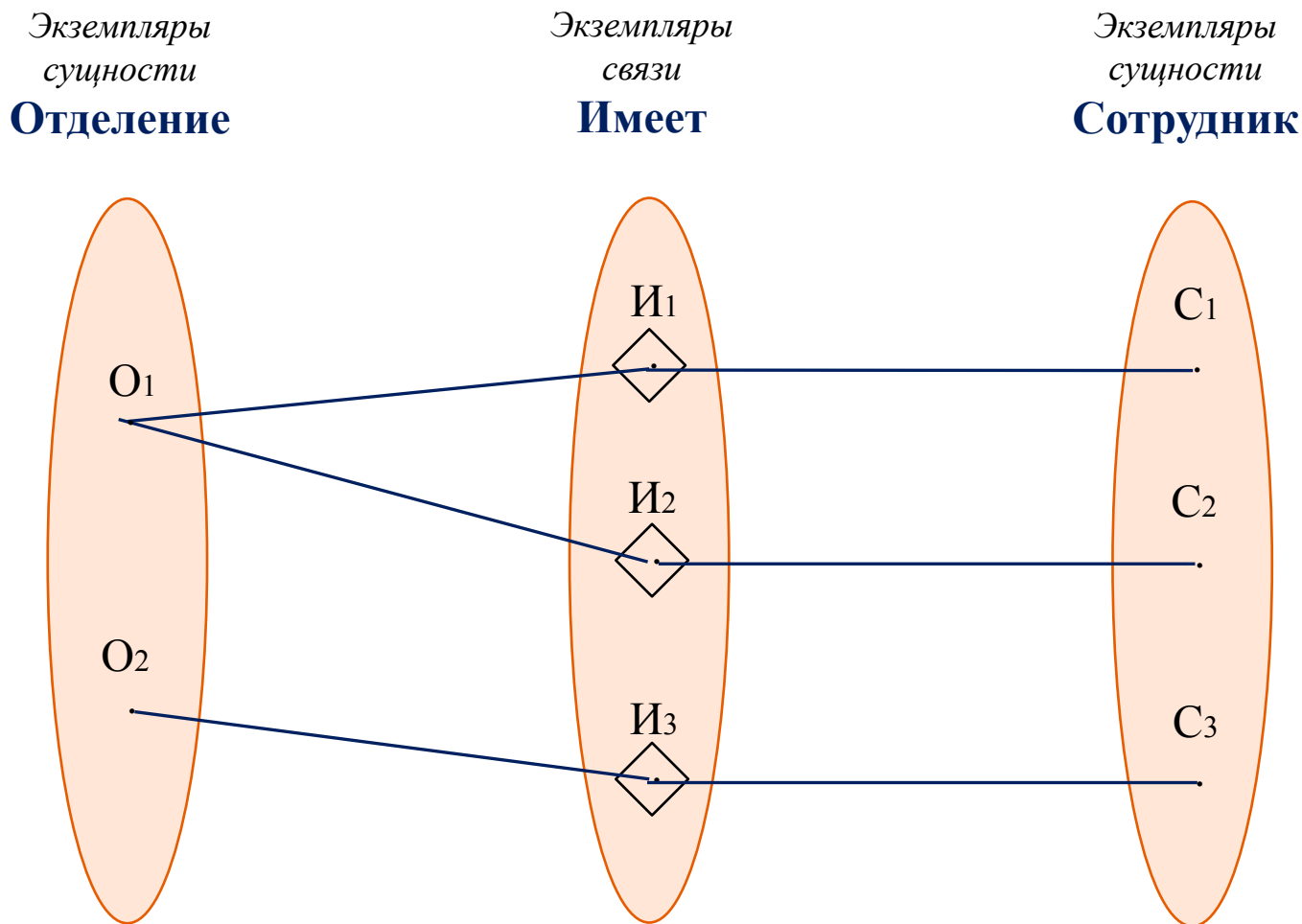


Рисунок 1.4 – Сематическая сеть (модель) с изображением отдельных экземпляров связи типа **Имеет (Has)**

# Представление связей на ER-диаграммах



- неидентифицирующая связь  
(между сильными сущностями)



- идентифицирующая связь  
(между сильной и слабой сущностями)

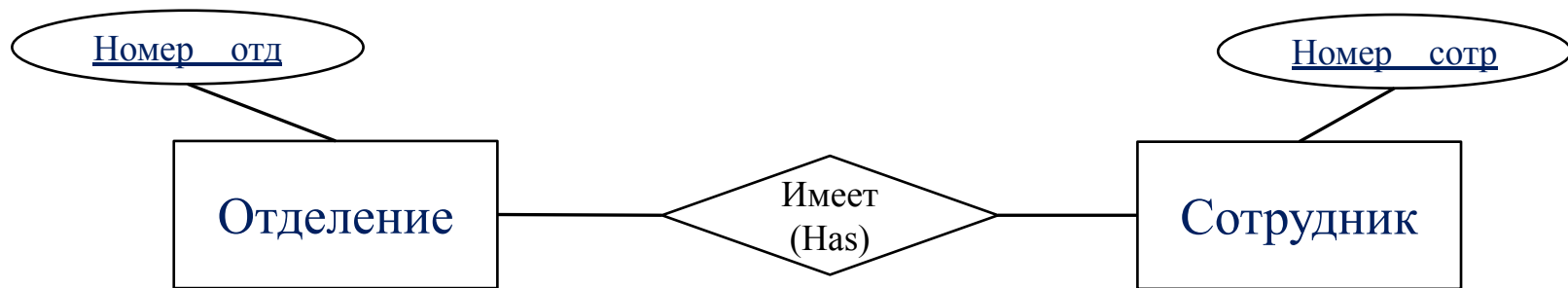


Рисунок 1.5 – Представление на ER-диаграмме *сильных сущностей* **Сотрудник**, **Отделение**, *неидентифицирующей связи* **Имеет** между ними и атрибутов, являющихся первичными ключами



# Степень типа связи

**Степень типа связи** – количество типов сущностей, которые охвачены данной связью

**Степень:**

**2 (бинарная)**

**3 (тернарная)**

**4 (кватернарная)**

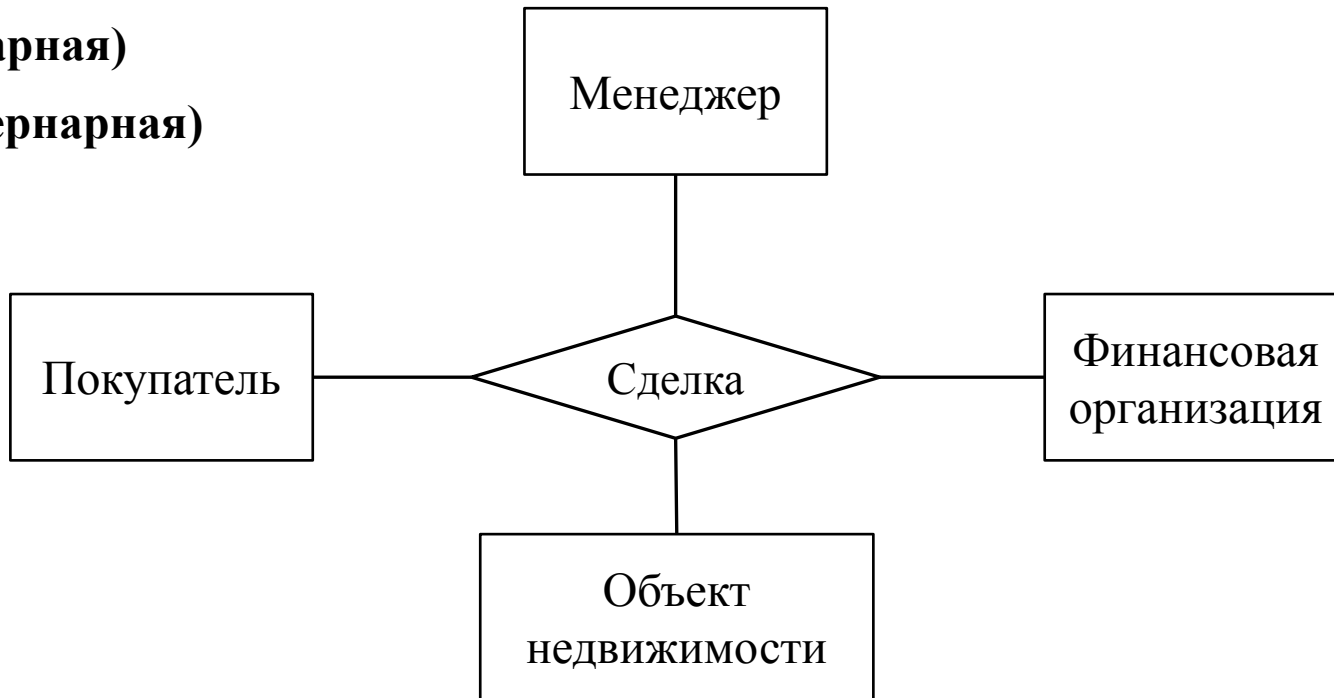


Рисунок 1.6 – Пример кватернарной связи Сделка

# Атрибуты связей

Связи также могут характеризоваться атрибутами

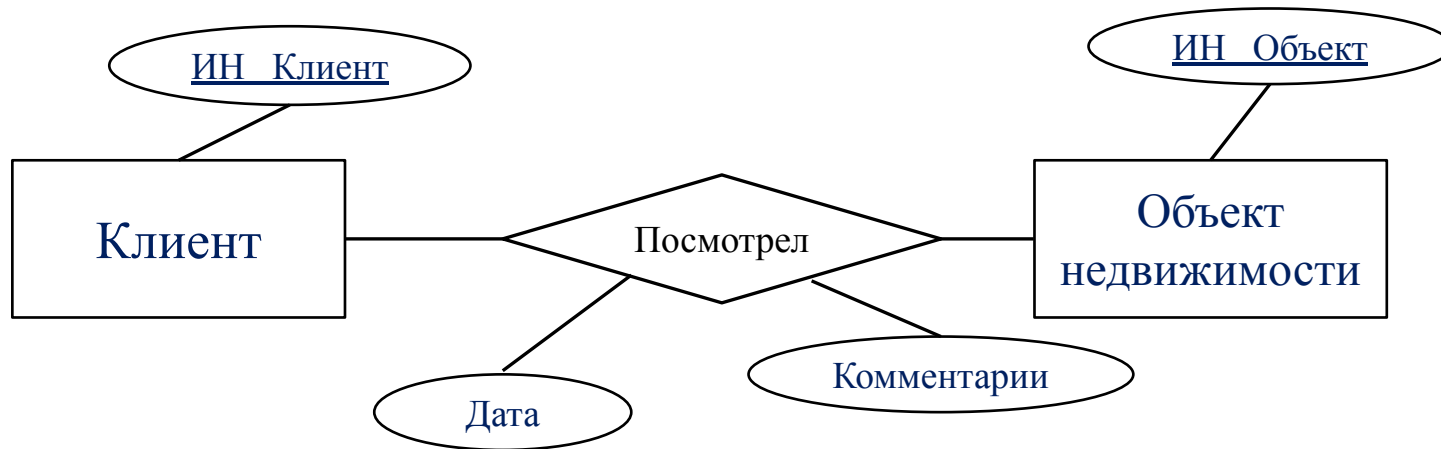


Рисунок 1.7 – Пример связи с атрибутами

# Структурные ограничения

Структурные ограничения формируются на основе бизнес-правил, которые в свою очередь формируются на основе требований пользователей, описанных в спецификации.

## Структурные ограничения:

- кардинальность (кратность);
- степень участия.

## Кардинальность

**Кардинальность** – максимальное количество возможных экземпляров сущности некоторого типа, которые могут быть связаны с одним экземпляром сущности другого типа с помощью определенной связи

Наиболее распространенными являются бинарные связи с показателями кардинальности:

- «один к одному» (1:1)
- «один ко многим» (1:M)
- «многие ко многим» (M:N)

# Структурные ограничения

**Степень участия** – определяет, участвуют ли в связи все или только некоторые экземпляры сущности

2 варианта участия:

- полное (total) – для существования некоторого экземпляра сущности требуется существование экземпляра другой сущности;
- частичное (partial) - для существования некоторого экземпляра сущности **НЕ** требуется существование экземпляра другой сущности;

==== - полное / обязательно участие

\_\_\_\_\_ - частичное / необязательное участие

## Замечание!

При определении показателя кардинальности следует учитывать только те экземпляры сущности, которые охватываются данной связью.

# Кардинальность, степень участия

## Связь «один к одному»

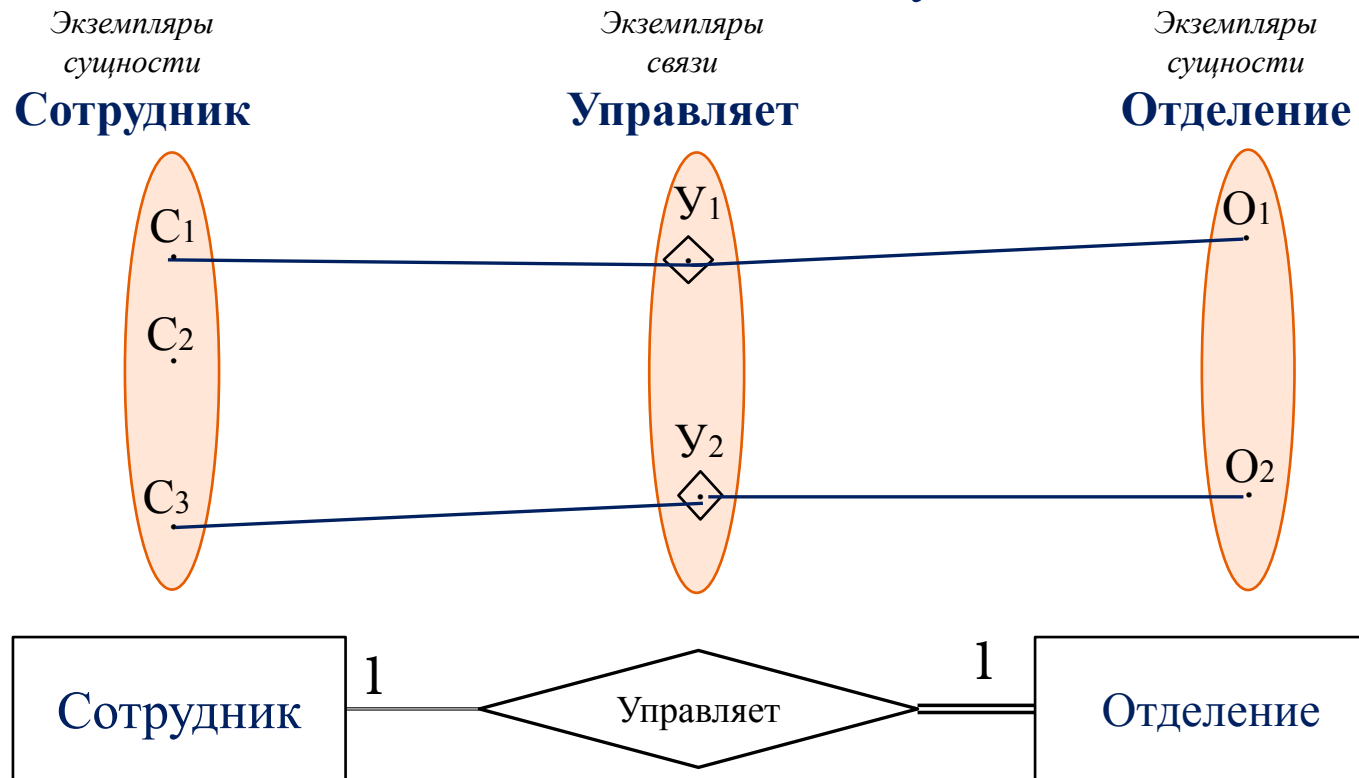


Рисунок 1.8 – Пример связи 1:1

*Слева направо:* Из семантической модели следует, что один экземпляр сущности типа **Сотрудник** связан с одним экземпляром сущности типа **Отделение** (1:1),

*Справа налево:* Один экземпляр сущности типа **Отделение** связан с одним экземпляром сущности типа **Сотрудник** (1:1).

*Следовательно,* связь **Управляет** является связью «один к одному»

# Кардинальность, степень участия

## СВЯЗЬ «ОДИН КО МНОГИМ»

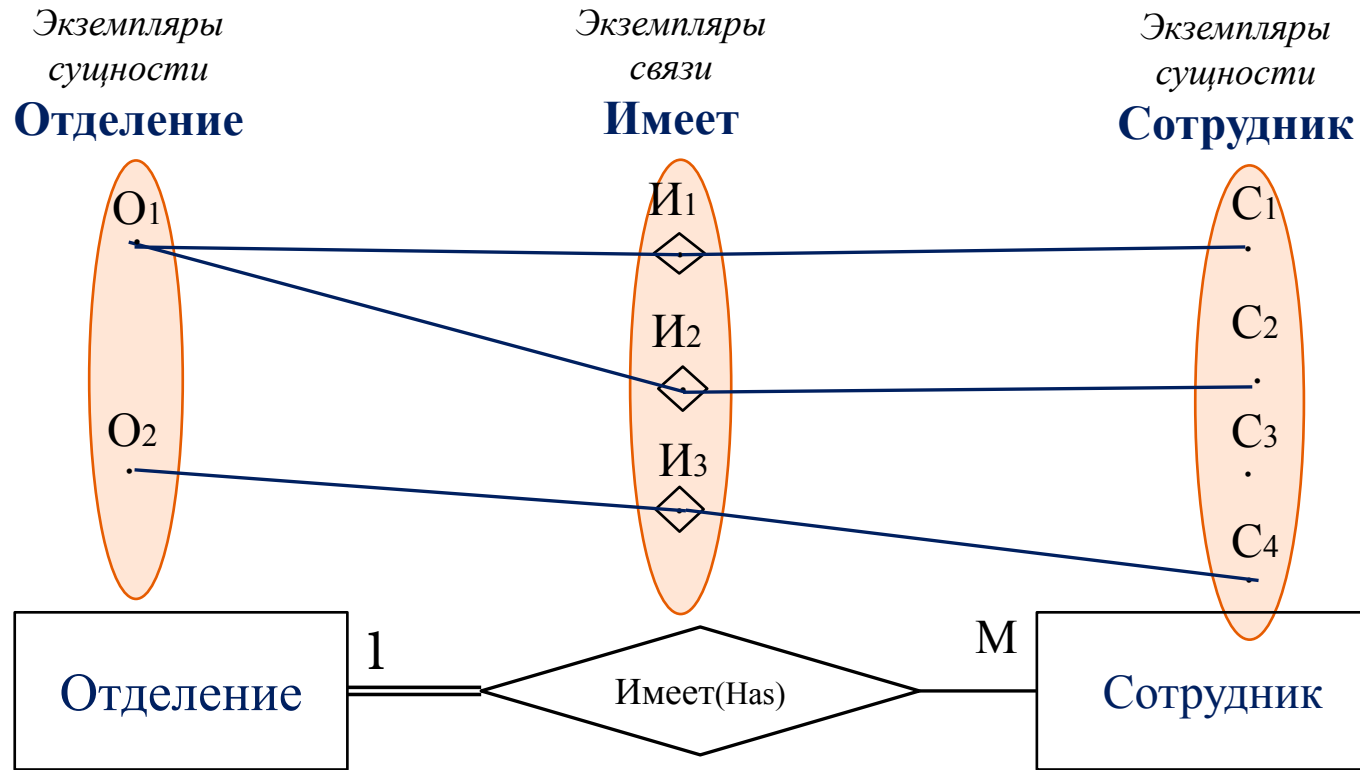


Рисунок 1.9 – Пример связи 1:М

*Слева направо:* Из семантической модели следует, что один экземпляр сущности типа **Отделение** связан со многими экземплярами сущности типа **Сотрудник** (1:М);

*Справа налево:* один экземпляр сущности типа **Сотрудник** связан с одним экземпляром сущности типа **Отделение** (1:1).

*Следовательно,* связь **Имеет** является связью «один ко многим» (**ВЫБИРАЕТСЯ МАКСИМАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ!**)

# Кардинальность, степень участия

Связь «многие ко многим» (РМД – не поддерживают)

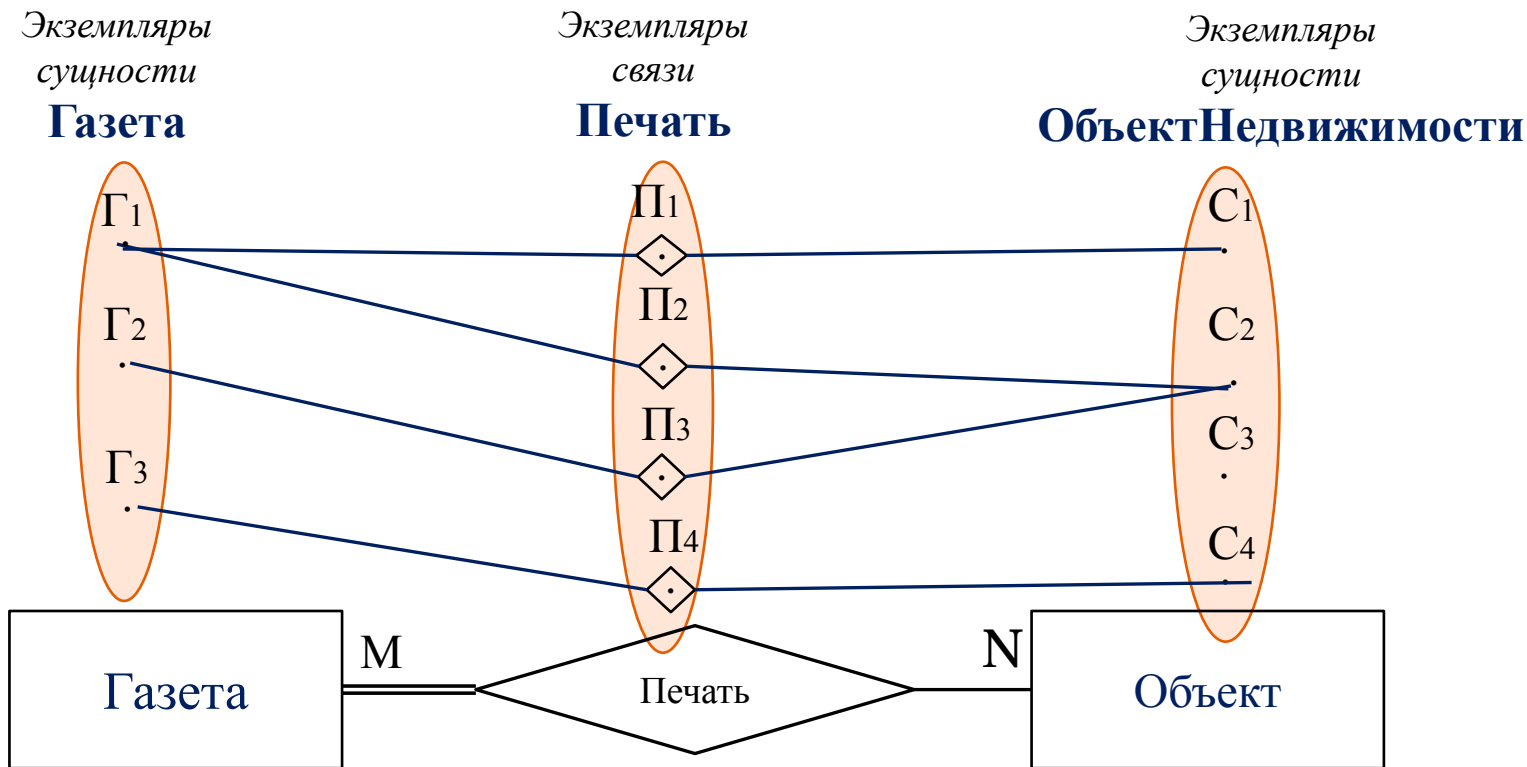


Рисунок 1.10 – Пример связи М:М

*Слева направо:* Из семантической модели следует, что один экземпляр сущности типа **Газета** связан со многими экземплярами сущности типа **ОбъектНедвижимости** (1:М);

*Справа налево:* один экземпляр сущности типа **ОбъектНедвижимости** связан с одним экземпляром сущности типа **Газета** (1:М).

*Следовательно,* связь **Печать** является связью «многие ко многим» (М:М) (**ВЫБИРАЕТСЯ МАКСИМАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ!**)

# Кардинальность (кратность) сложной связи

Кардинальность (кратность) сложной связи – количество экземпляров сущности определенного типа в n-арной связи, определяемое после фиксации (n-1) значений.

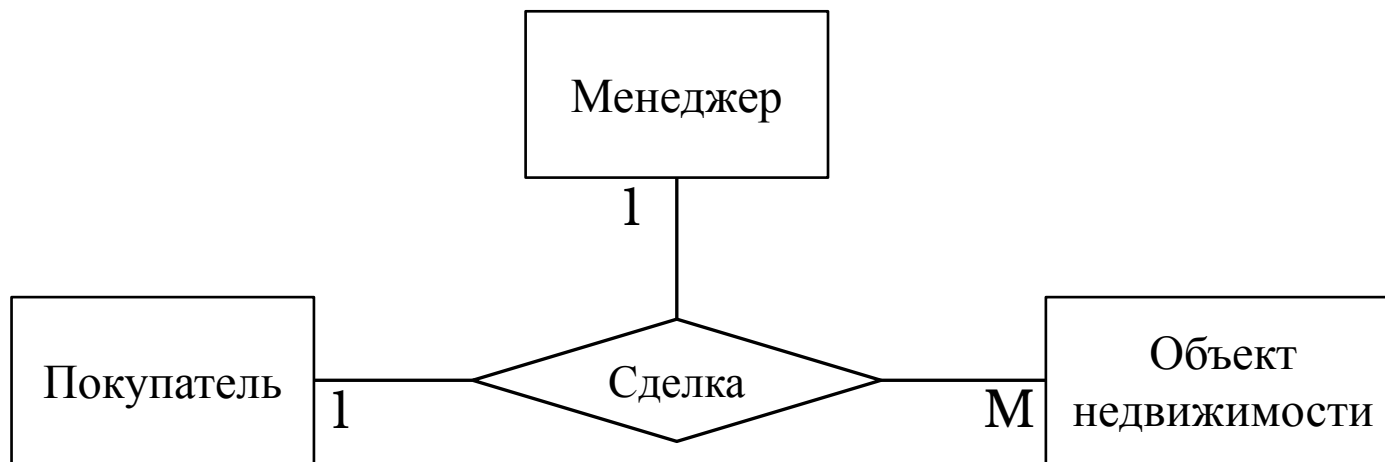


Рисунок 1.11 – Кардинальность трехсторонней связи



# Миграция атрибутов. Раскрытие схемы (неидентифицирующая связь)

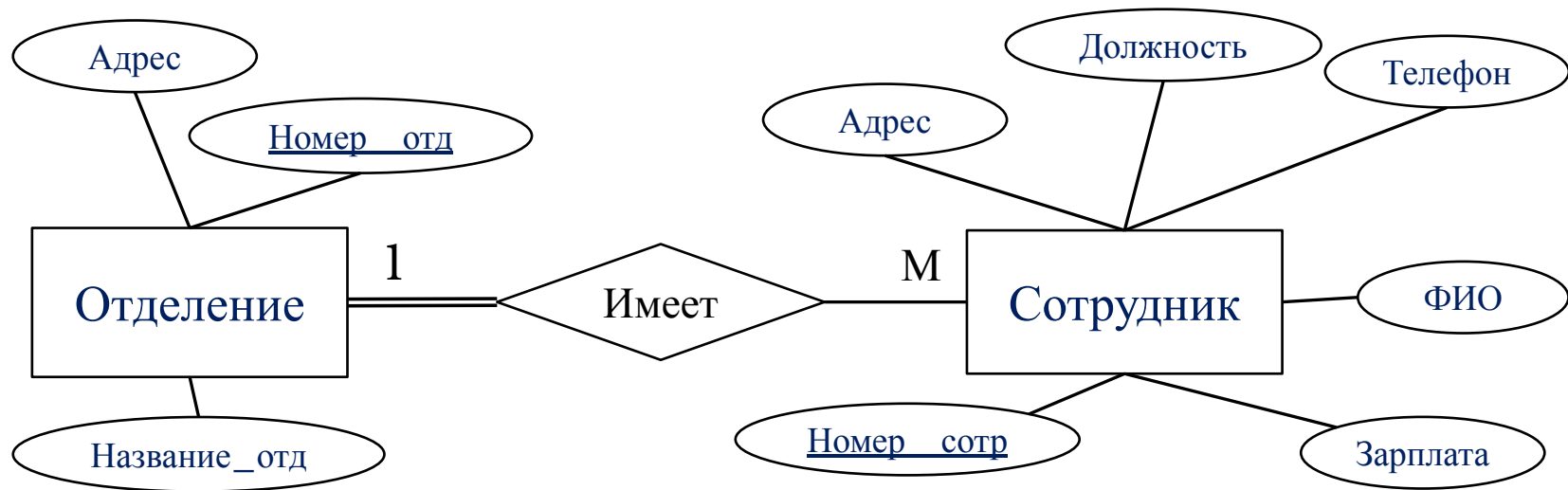


Рисунок 1.12 – Представление на диаграмме сущностей Сотрудник и Отделение, их атрибутов и связи между ними

## Раскрытие схемы:

Отделение (Номер\_отд, Название\_отд, Адрес)

Сотрудник (Номер\_сотр, ФИО, **Номер\_отд** (ВК), Должность, Зарплата, Адрес, Телефон)

# Миграция атрибутов. Раскрытие схемы (идентифицирующая связь)

## Исходные данные о ПрО

Бизнес-правила (вариант А):

- Наше предприятие может выполнять одновременно несколько проектов
- Финансирование выделяется на каждый этап проекта
- Этапы имеют уникальный номер в рамках проекта

## Фрагмент документа «Сведения о проектах»

| Номер проекта | Название проекта                            | Номер этапа | Дата начала этапа | Дата окончания этапа | Стоимость этапа долл. |
|---------------|---|-------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 098           | Разработка ИС «Банк»                        | 1           | 02.10.2003        | 02.02.2004           | 4000                  |
|               |   | 2           | 03.02.2004        | 03.01.2005           | 10000                 |
| 097           | Разработка ИС «Торговое предприятие»        | 1           | 02.02.2003        | 02.05.2004           | 5000                  |
|               |   | 2           | 03.05.2004        | 20.12.2004           | 7000                  |
| 099           | Разработка сайта «Администрация президента» | 1           | 02.05.2003        | 02.06.2004           | 7000                  |
|               |   | 2           | 03.06.2004        | 12.11.2004           | 5000                  |
|               |   | 3           | 13.11.2004        | 31.12.2004           | 6000                  |
|               | .....                                       |             | .....             | .....                | .....                 |

# Миграция атрибутов. Раскрытие схемы (идентифицирующая связь)

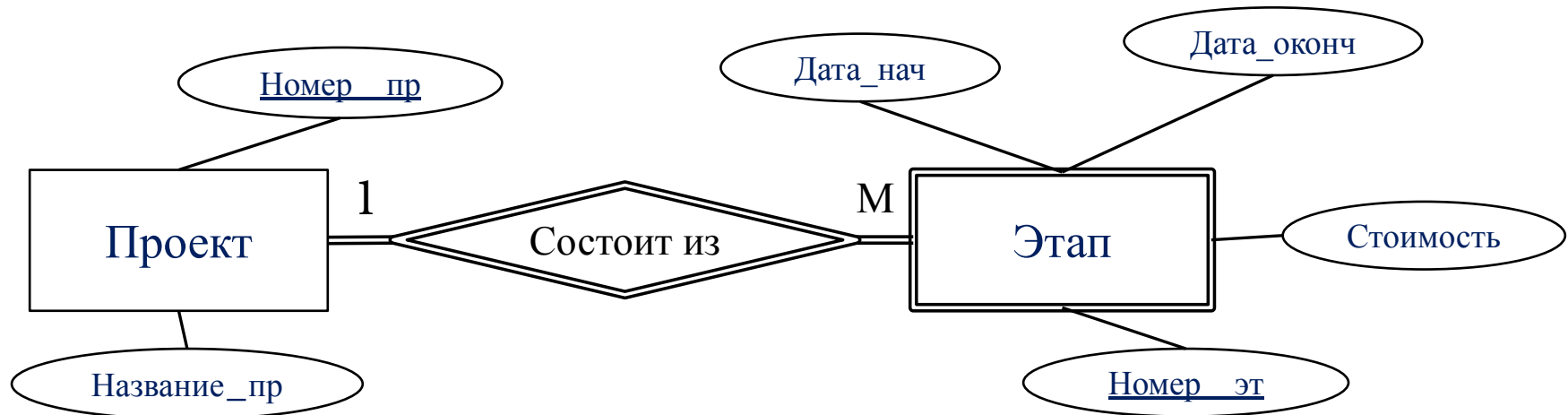


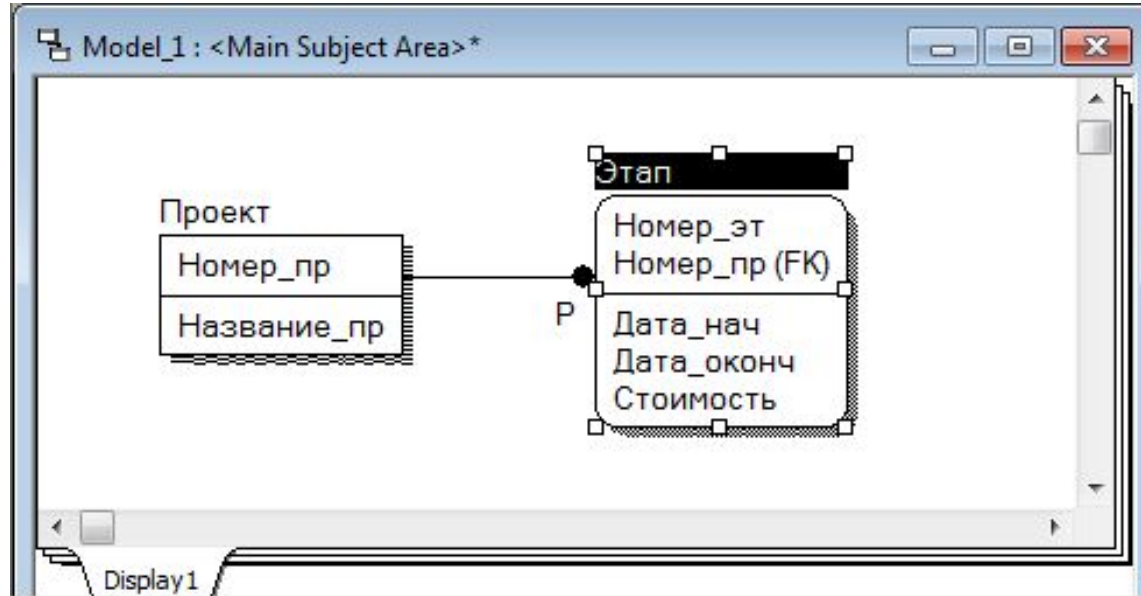
Рисунок 1.13 – Представление на диаграмме сущностей Проект и Этап, их атрибутов и связи между ними

## Раскрытие схемы:

Проект (Номер\_пр, Название\_пр)

Этап (Номер\_эт, Номер\_пр (ВК), Дата\_нач, Дата\_оконч, Стоимость)

# Миграция атрибутов. CASE система ERwin (идентифицирующая связь)



# Миграция атрибутов. Раскрытие схемы (неидентифицирующая связь)

## Исходные данные о ПрО

*Бизнес-правила (вариант Б):*

- Наше предприятие может выполнять одновременно несколько проектов
- Финансирование выделяется на каждый этап проекта
- Этапы имеют уникальный номер в рамках всего предприятия

## Фрагмент документа «Сведения о проектах»

| Номер проекта | Название проекта                            | Номер Этапа | Дата начала этапа | Дата окончания этапа | Стоимость этапа долл. |
|---------------|---|-------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| 098           | Разработка ИС «Банк»                        | 3           | 02.10.2003        | 02.02.2004           | 4000                  |
|               |   | 4           | 03.02.2004        | 03.01.2005           | 10000                 |
| 097           | Разработка ИС «Торговое предприятие»        | 1           | 02.02.2003        | 02.05.2004           | 5000                  |
|               |   | 5           | 03.05.2004        | 20.12.2004           | 7000                  |
| 099           | Разработка сайта «Администрация президента» | 2           | 02.05.2003        | 02.06.2004           | 7000                  |
|               |   | 6           | 03.06.2004        | 12.11.2004           | 5000                  |
|               |   | 7           | 13.11.2004        | 31.12.2004           | 6000                  |
|               | .....                                       |             | .....             | .....                | .....                 |

# Миграция атрибутов. Раскрытие схемы (неидентифицирующая связь)

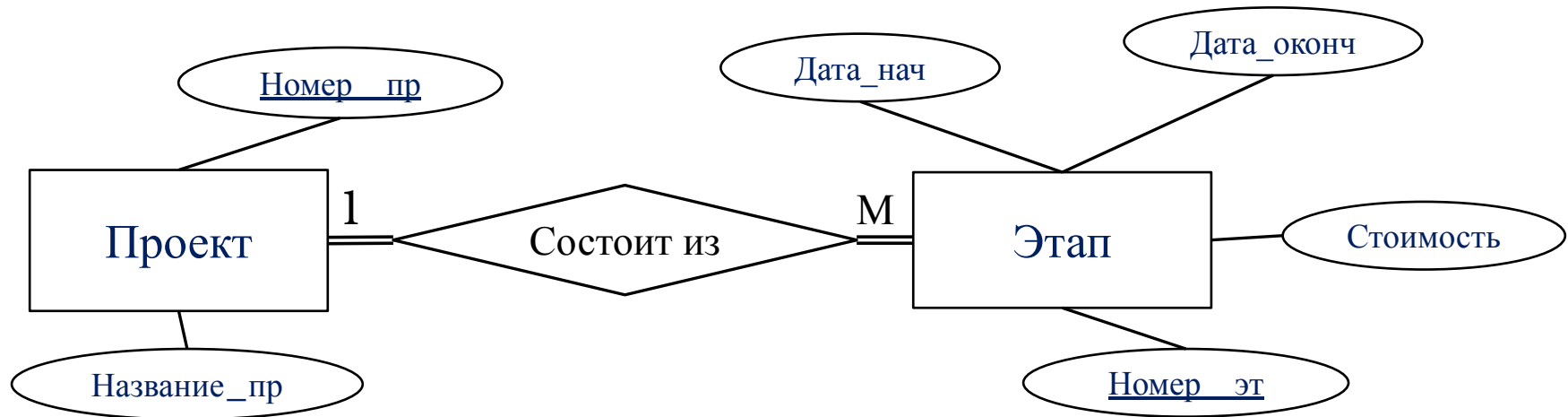


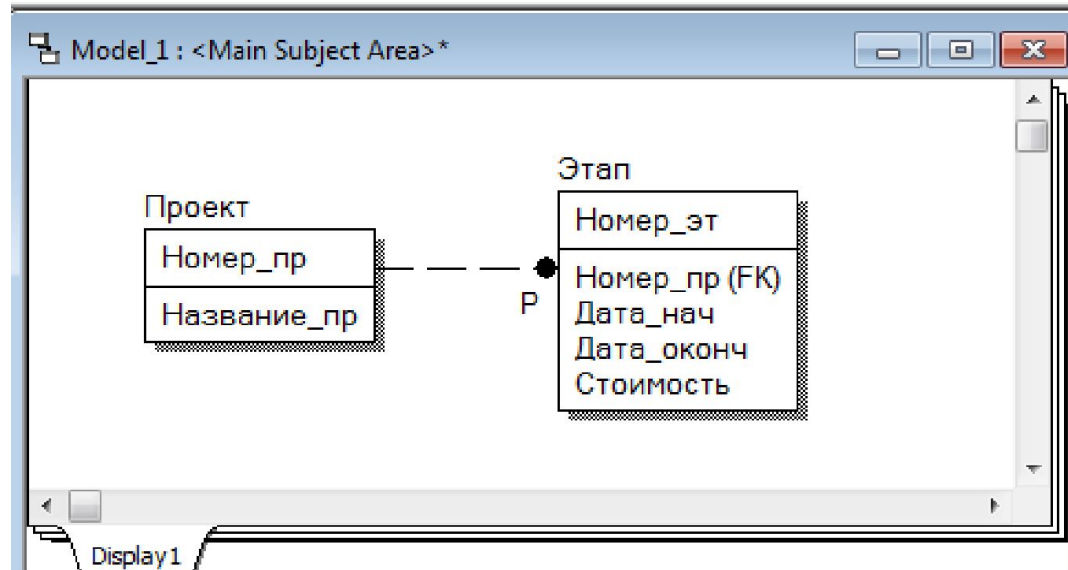
Рисунок 1.14 – Представление на диаграмме сущностей Проект и Этап, их атрибутов и связи между ними

## Раскрытие схемы:

Проект (Номер\_пр, Название\_пр)

Этап (Номер\_эт, **Номер\_пр** (ВК), Дата\_нач, Дата\_оконч, Стоимость)

# Миграция атрибутов. CASE система ERwin (неидентифицирующая связь)



# Альтернативная вариант обозначений структурных ограничений

Использование отображений максимальных (Max) и минимальных (Min) значений в виде надписи (Min,Max)

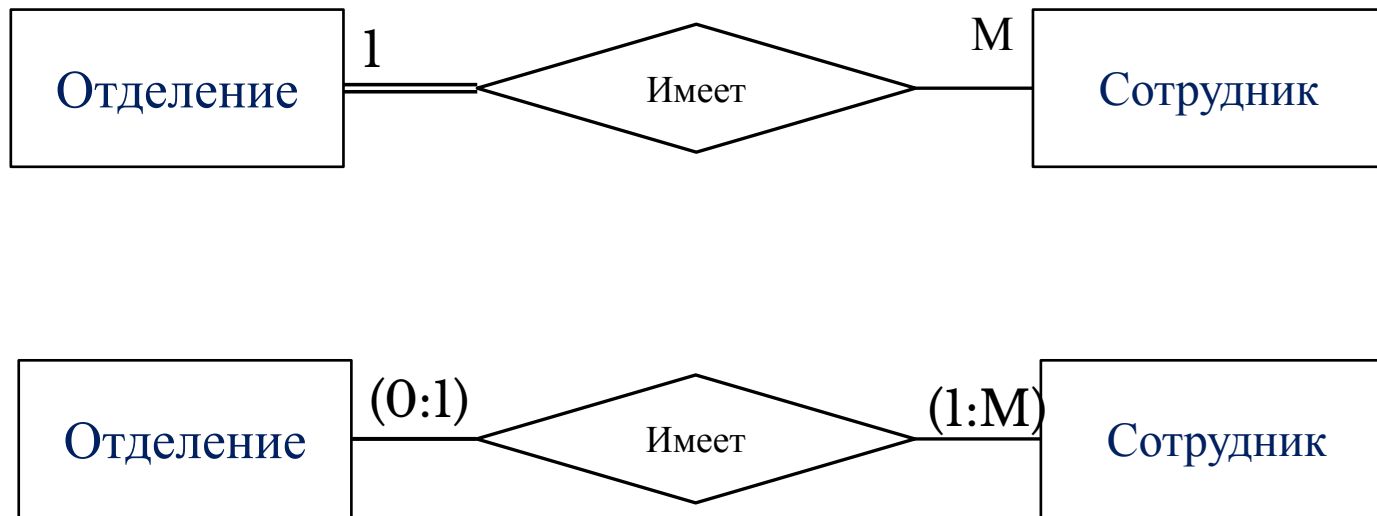


Рисунок 1.15 – Варианты обозначений структурных ограничений



# Рекурсивная связь

**Рекурсивная связь (унарная)** – связь, в которой одни и те же сущности участвуют несколько раз и разных ролях

## Использование ролевых имен

Связям могут присваиваться **ролевые имена** для указания назначения каждой сущности, участвующей в данной связи.

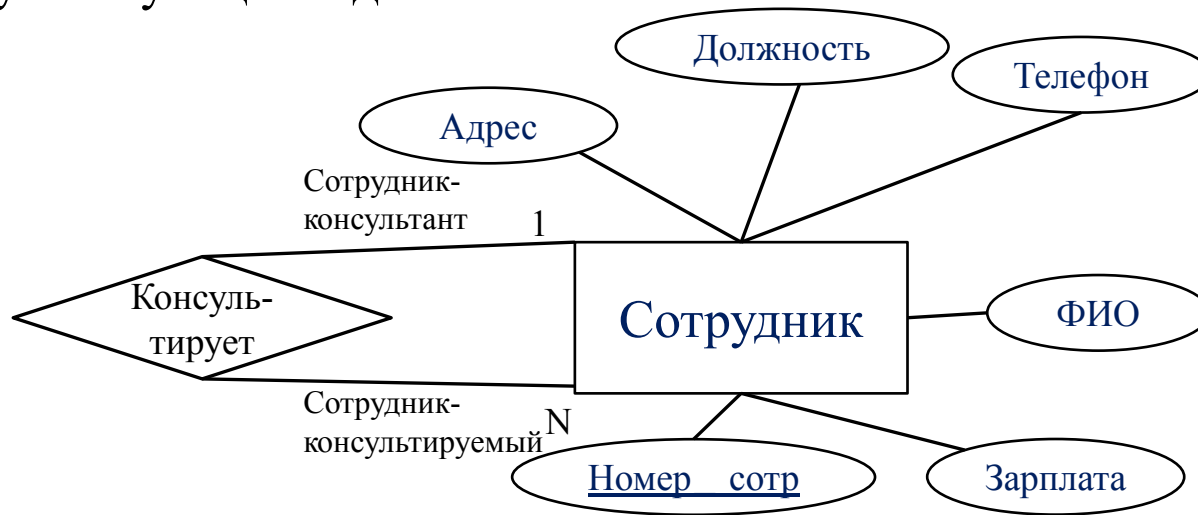


Рисунок 1.16 – Пример кватернарной связи Сделка

### Раскрытие схемы:

Сотрудник (Номер сотр, ФИО, Должность, Зарплата, Адрес, Телефон, **Консультант** (ВК))

# Использование ролевых имен

**Ролевые имена** могут также использоваться, когда сущности связаны несколькими связями.

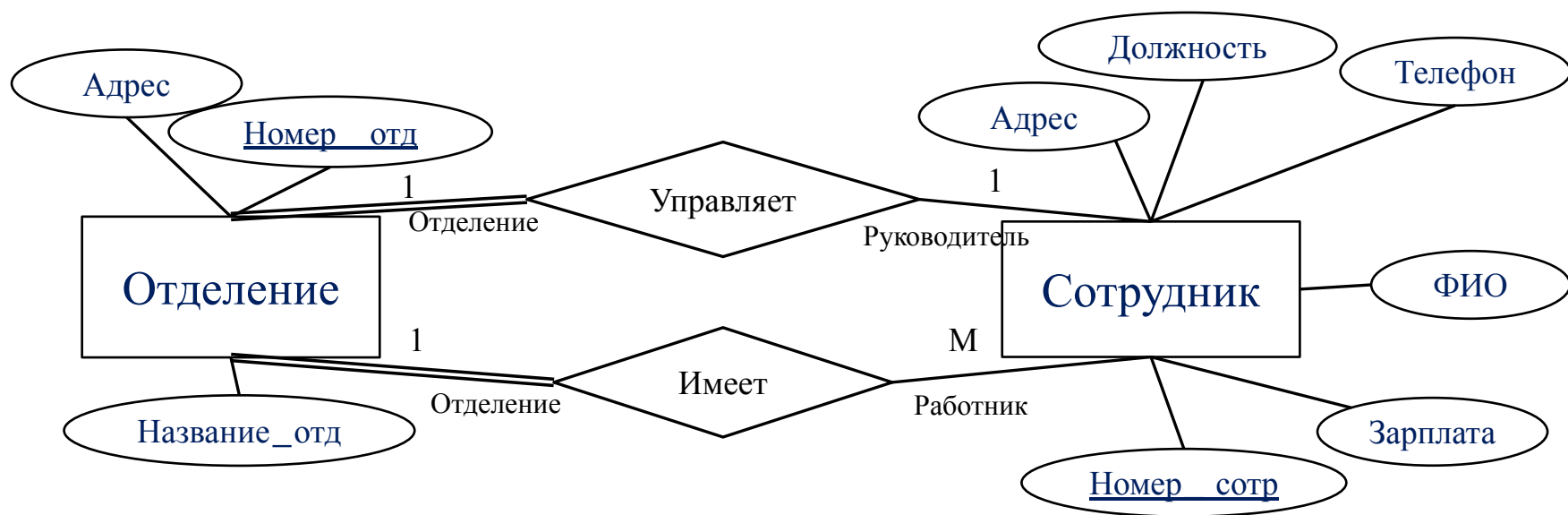


Рисунок 1.17 – Использование ролевых имен

## Раскрытие схемы:

Отделение (Номер\_отд, Название\_отд, Адрес, **Номер\_сотр** (ВК))

Сотрудник (Номер\_сотр, ФИО, **Номер\_отд** (ВК), Должность, Зарплата, Адрес, Телефон)

# Проблемы ER-моделирования (ловушки соединения)

**Два основных типа потенциальных ловушек соединения:**

- ловушка разветвления;
- ловушка разрыва.

Всегда важно проверять модель данных на наличие потенциальных ловушек соединения, поскольку наличие ловушек может привести к перестройке всей концептуальной модели.

При недостаточном понимании сути установленных связей можно построить модель, которая не будет являться истинным представлением реального мира.

# Проблемы ER-моделирования.

## Ловушка разветвления

### Описание:

Имеет место в том случае, когда модель отображает связь между типами сущностей, но путь между отдельными сущностями этого типа определен неоднозначно.

### Причина возникновения:

**Разветвление двух или больше связей типа 1:М из одной сущности.**

### Пример.

Исходная информация ПрО «Новостройки Харькова» (БП):

- *В одной строительной компании реализуются несколько проектов, каждый проект реализуется только одной компанией;*
- *В одной строительной компании работает несколько архитекторов, каждый архитектор работает только в одной компании;*
- *Проект разрабатывается одним архитектором, архитектор может разрабатывать много проектов.*

# Проблемы ER-моделирования.

## Ловушка разветвления

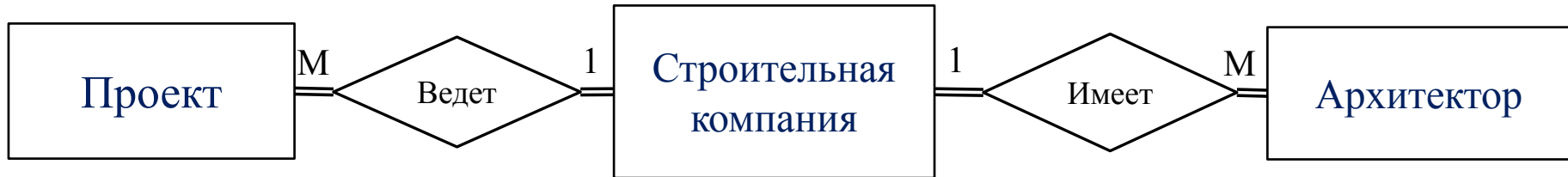
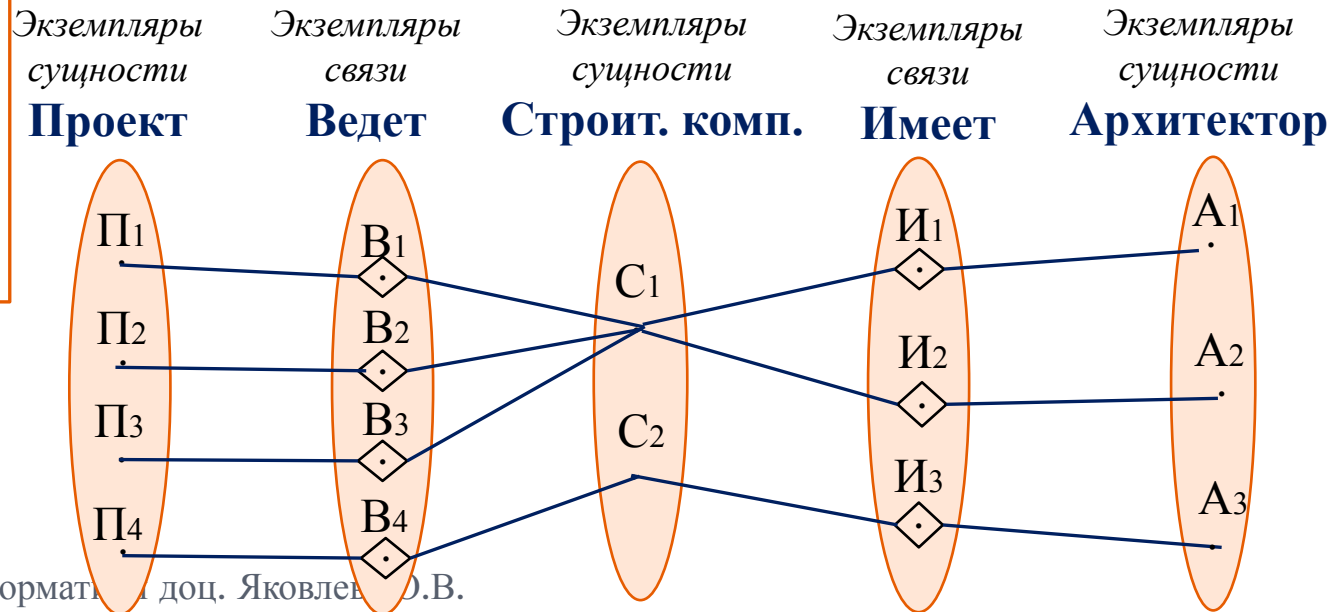


Рисунок 1.18 – Пример ловушки разветвления

**Проблема:** Какой проект разрабатывает какой архитектор?

**Причина проблемы:**  
Из сущности  
**Строительная Компания**  
разветвляются две связи  
типа **1:М**



# Проблемы ER-моделирования.

## Ловушка разветвления (решение проблемы)

### Решение проблемы:

Перестройка ER-модели для представления правильного взаимодействия между сущностями

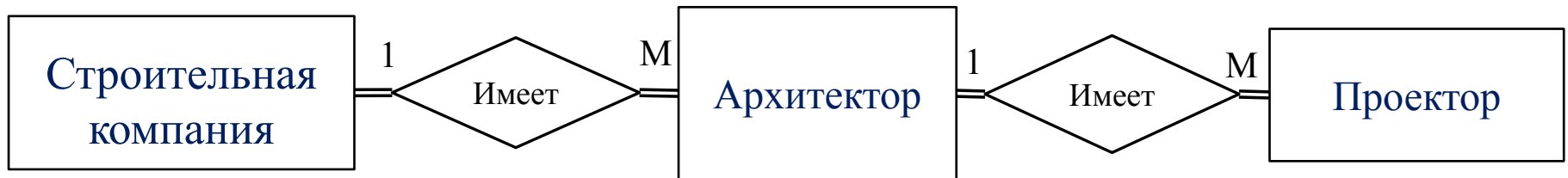
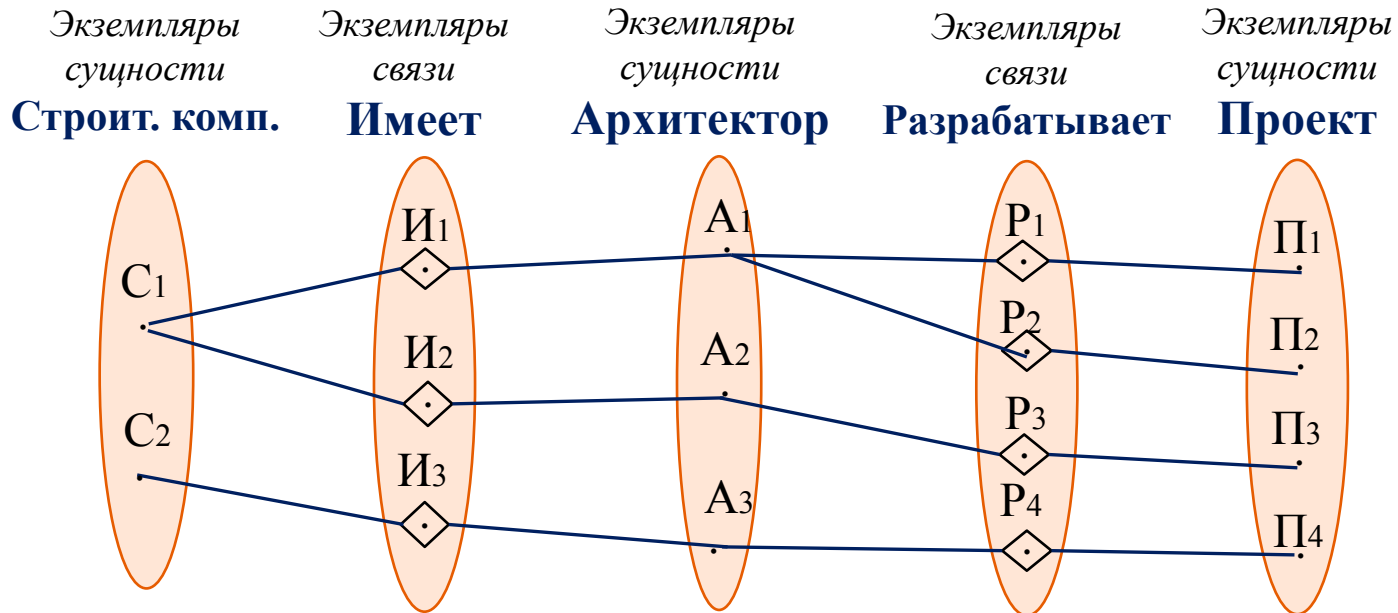


Рисунок 1.19 – Пример преобразования ER-модели с целью устранения ловушки разветвления

# Проблемы ER-моделирования.

## Ловушка разрыва

### Описание:

Появляется в том случае, когда в модели предполагается наличие связи между типами сущностей, но не существует пути между отдельными сущностями

### Причина возникновения:

**Наличие связи с частичным участием, образующей часть пути между связанными сущностями.**

### Пример.

Исходная информация ПрО «Агентство недвижимости» (БП):

- *Каждый объект недвижимости закреплен за отделением (продается только одним отделением), за одним отделением закреплено много объектов;*
- *Один сотрудник агентства (менеджерами по продажам) курирует много объектов недвижимости, однако существуют сотрудники, которые объекты не курируют.*
- *Объект недвижимости курируется только одним менеджером, однако не каждый объект курируется сотрудником агентства (т.е. объект временно не в работе или может обрабатываться любым менеджером по продажам);*

# Проблемы ER-моделирования.

## Ловушка разрыва

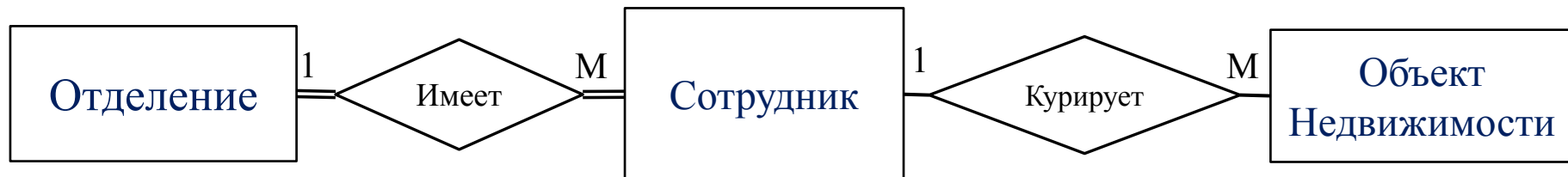
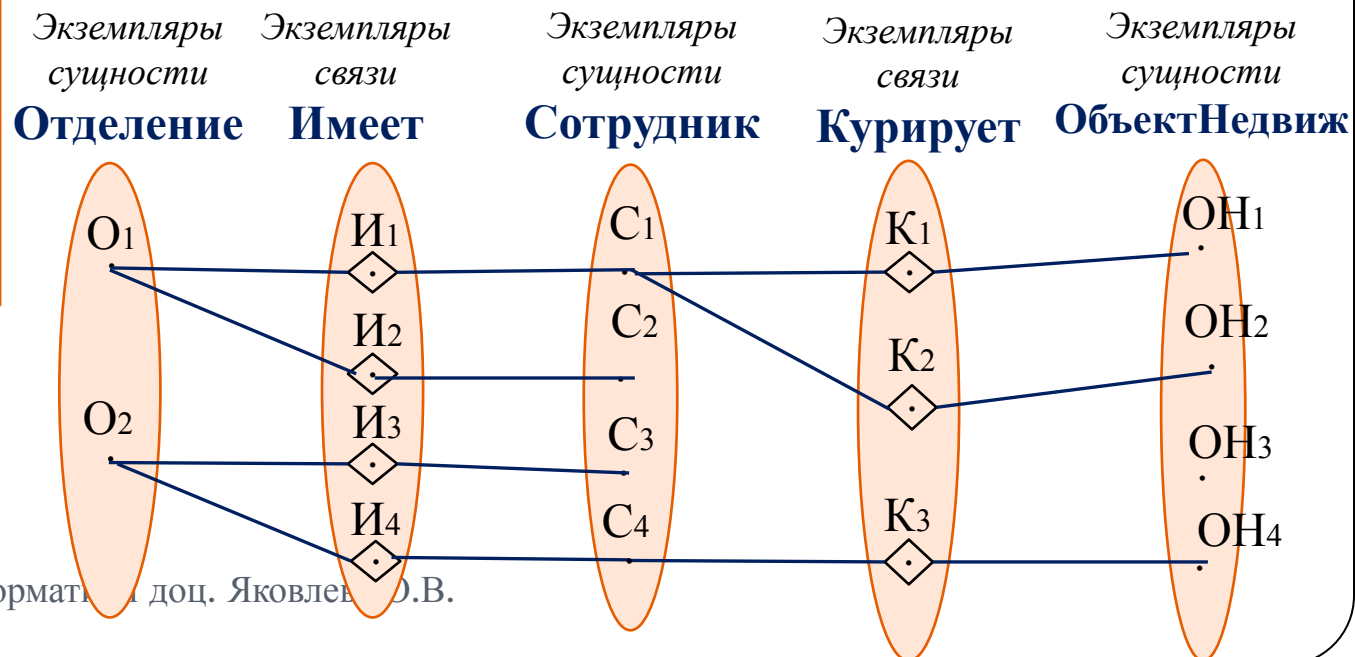


Рисунок 1.20 – Пример ловушки разрыва

**Проблема:** Какой объект приписан за каким отделением?

### Причина проблемы:

Частичное участие сущностей **Сотрудник** и **Объект Недвижимости** в связи **Курирует**





# Проблемы ER-моделирования.

## Ловушка разрыва (решение проблемы)

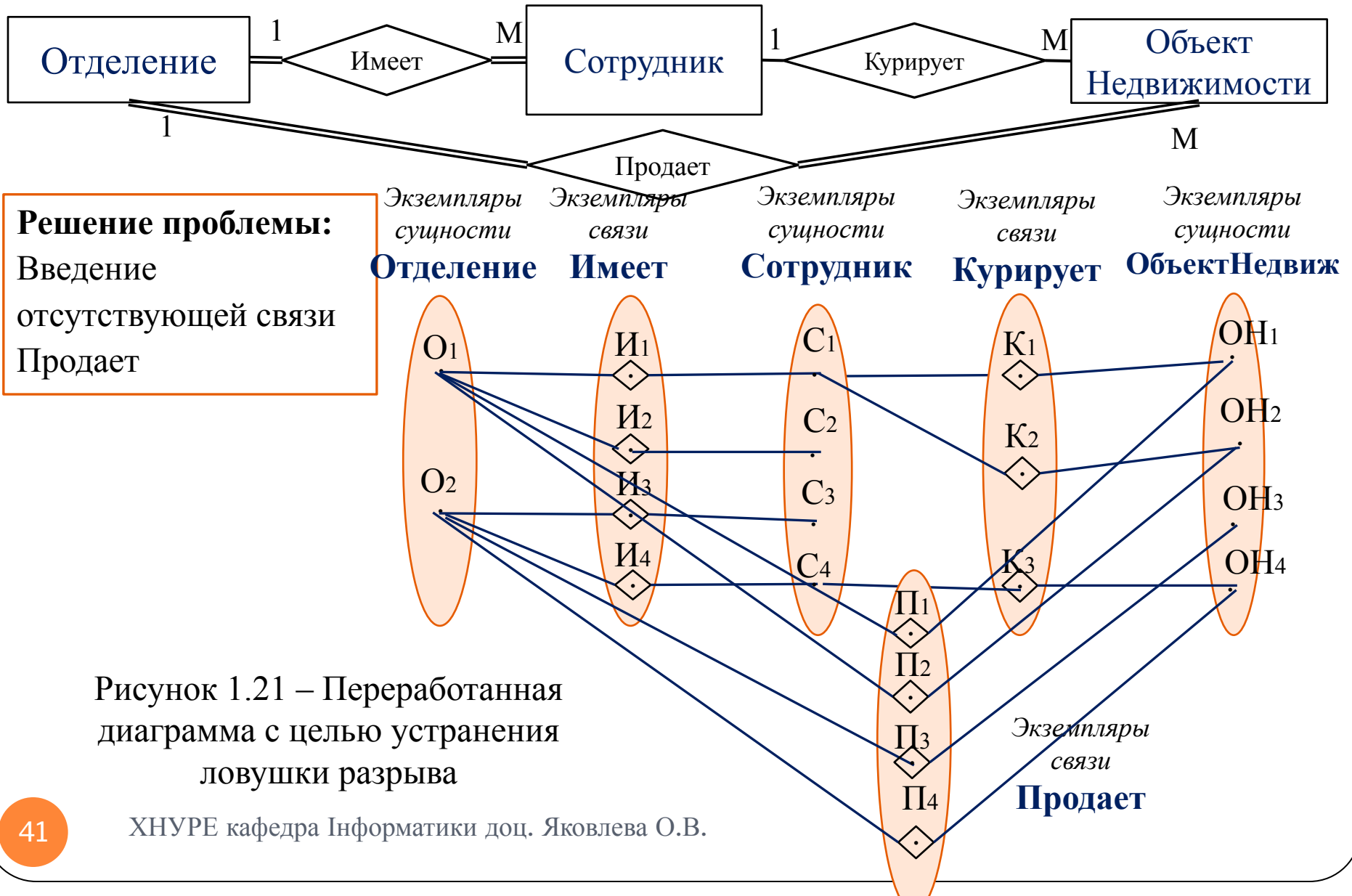


Рисунок 1.21 – Переработанная диаграмма с целью устранения ловушки разрыва

# Вопросы