

Основы информационных технологий

Глава 7 (продолжение). Проектирование реляционных баз данных

§ 5. Этапы проектирования БД

А.Е. АНИСИМОВ

§ 5. Этапы проектирования БД

В целях формирования эффективной структуры реляционной БД проводят следующие этапы процедуры проектирования:

1. **Инфологическое моделирование:** формализованное описание предметной области, выполненное в терминах выбранной семантической модели, например – **ER-диаграммы**.
2. **Даталогическое проектирование** – описание логической структуры (схемы) БД в выбранной модели данных.
3. **Физическое проектирование** – создание схемы базы данных для конкретной СУБД.



Инфологическая модель (ИлМ) -

формализованное описание предметной области: объектов, сущностей, процессов, взаимосвязей.

Используются разные методики и стандарты, но в основе большинства лежит методика «Сущность - связь» (ER-диаграммы).

Строится на основе изучения и анализа предметной области.

Другие подходы:

- Язык Uniform Modeling Language (UML)
- Методология IDEF1x

Даталогическая модель (ДлМ)

отражает логические взаимосвязи между элементами данных безотносительно их содержания и физической организации.

Разрабатывается на основе ИлМ.

Физическая модель (ФМ)

описание структуры БД, выполненное с учетом специфики конкретной СУБД.

§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

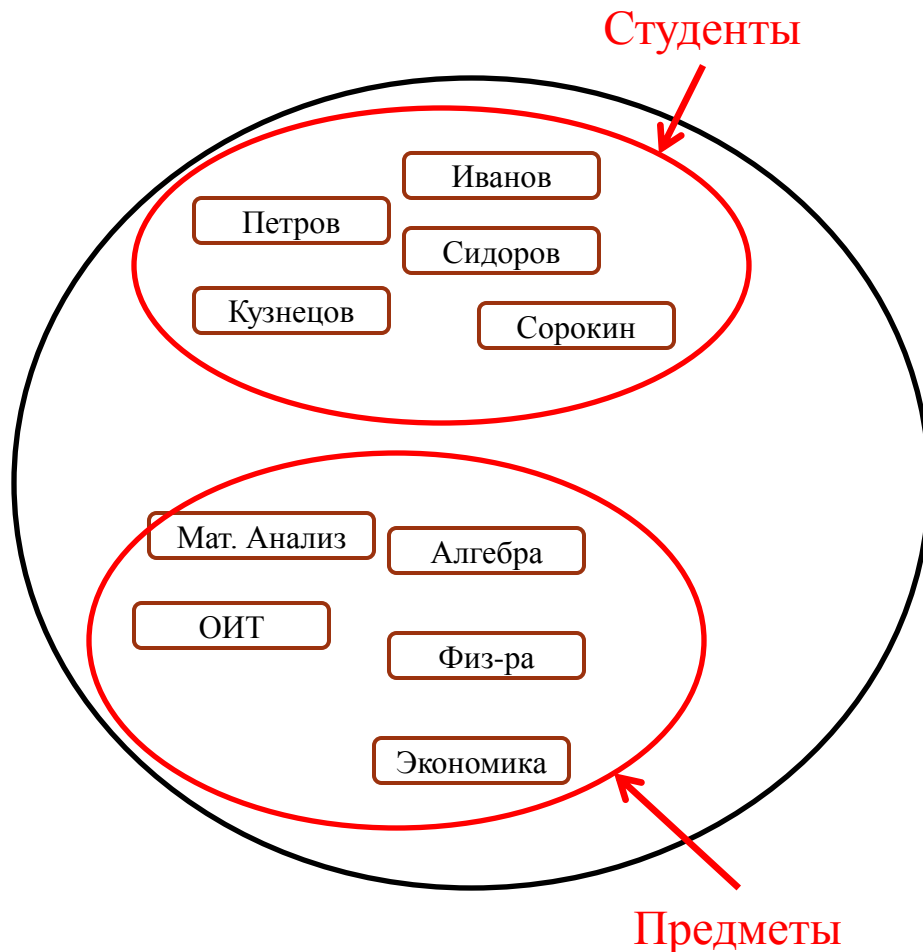
Модель «Сущность –связь» была разработана Питером Ченом в 1976 году. Лежит в основе большинства современных методологий семантического (концептуального) моделирования сложных систем.

Сущность – Entity

Связь – Relationship

ER model

Опр. **Сущность** – абстрактное представление о совокупности однотипных объектов предметной области.



Студент

КодСтудента

Фамилия

ДатаРождения

Дом. адрес

Телефон

Предмет

КодПредмета

Название

Кол. часов

Вид отчетности

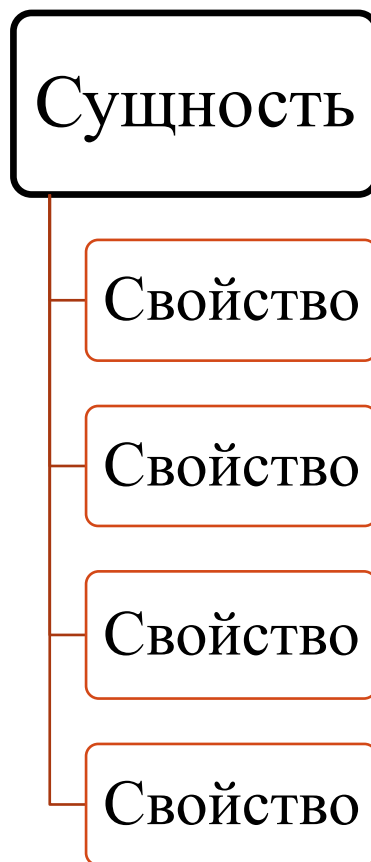
Опр. **Экземпляр сущности** – это конкретный представитель данной сущности.

Опр. **Атрибут сущности (свойство)** – это именованная характеристика, присущая всем экземплярам сущности.

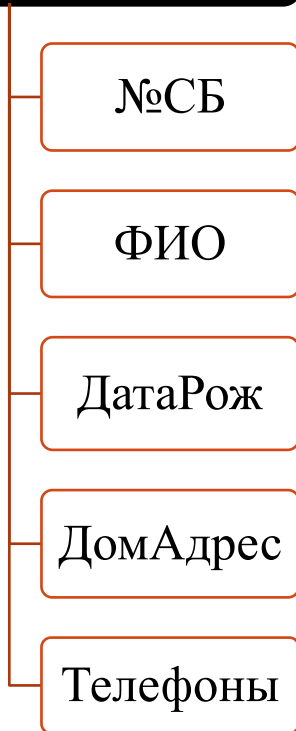
Пример. Сущность – «Студент». Экземпляры сущности – Иванов, Петров, Сидорова. Атрибуты сущности – Фамилия, ДатаРождения, Пол, ДомашнийАдрес.

§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

Условное обозначение сущности:

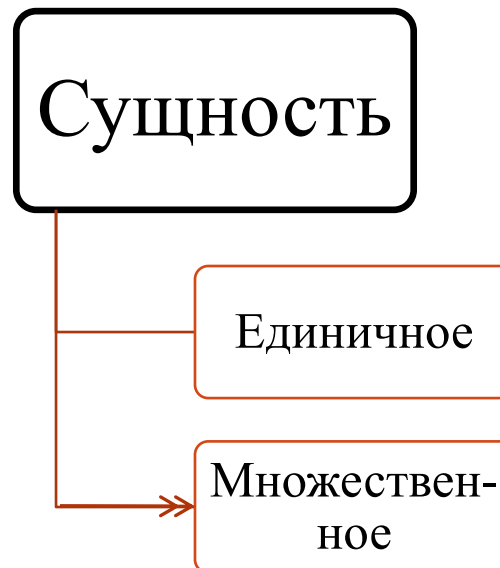


Примеры



Типы свойств:

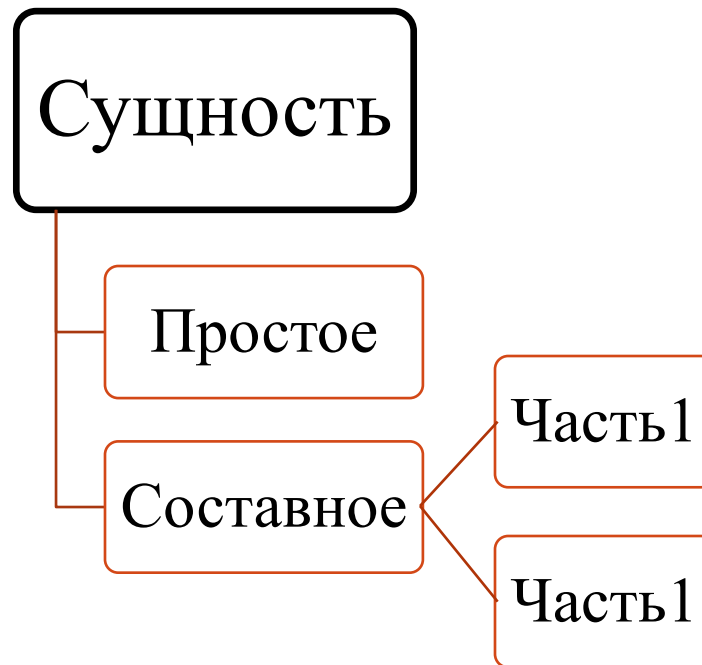
1. **Единичные** – принимающие одно значение в каждый момент времени
2. **Множественные** – могут принимать несколько значений одновременно.



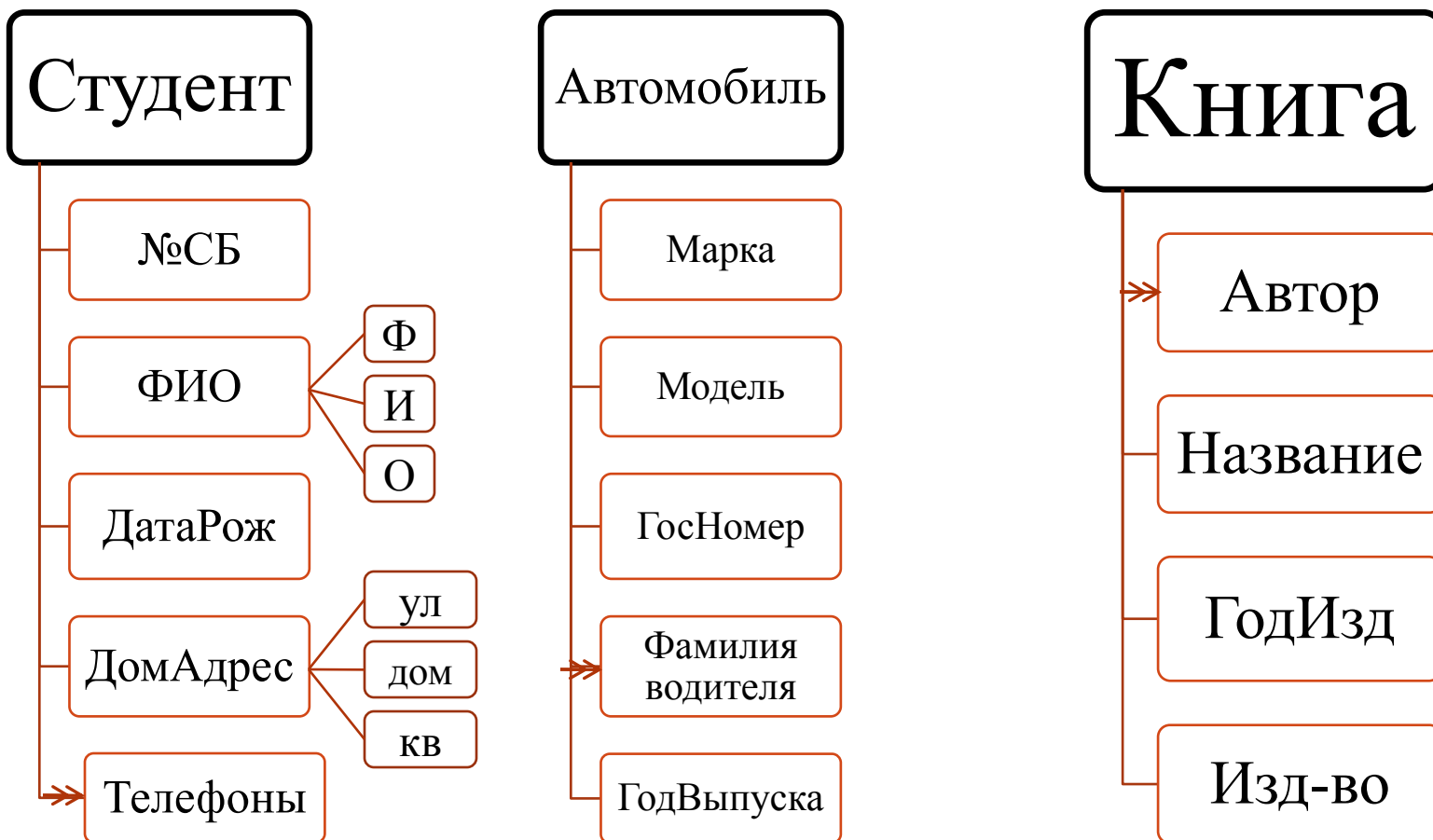
Типы свойств:

3. **Простые** – имеют неделимое значение

4. **Составные** – значение может состоять из составных частей.

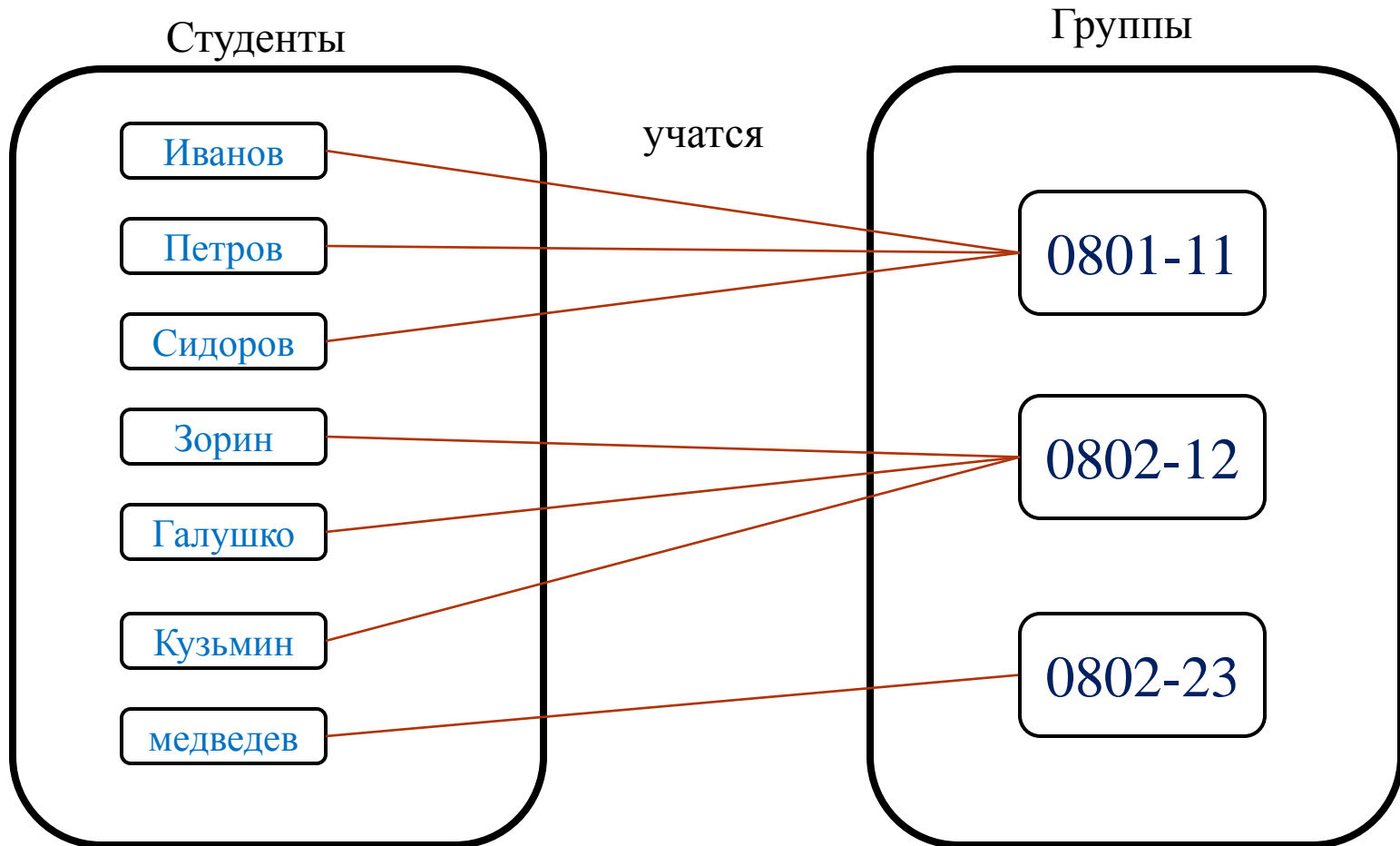


Вернемся к примерам

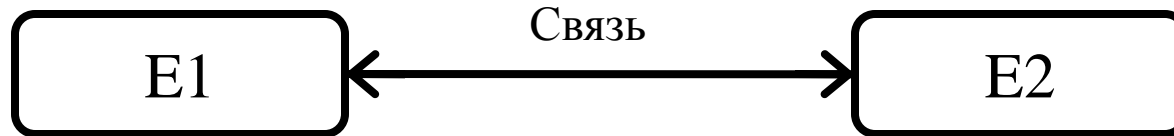


§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

Опр. **Связь** – некоторая ассоциация между объектами сущностей.

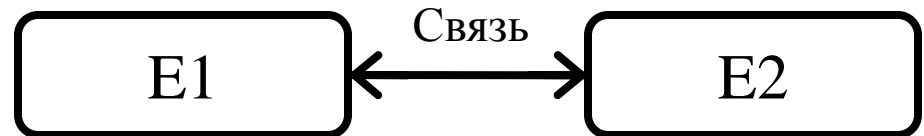


Условное обозначение для связи:

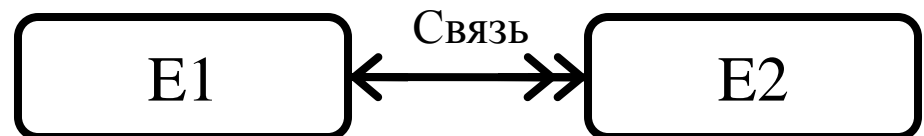


Типы связей:

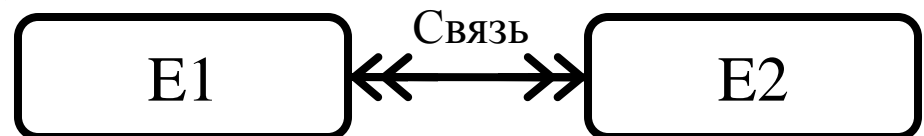
1. Один-к-одному (1:1)



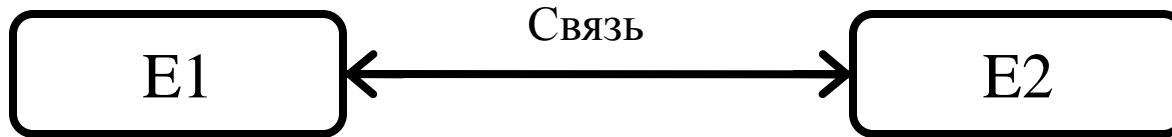
2. Один-ко-многим (1:M)



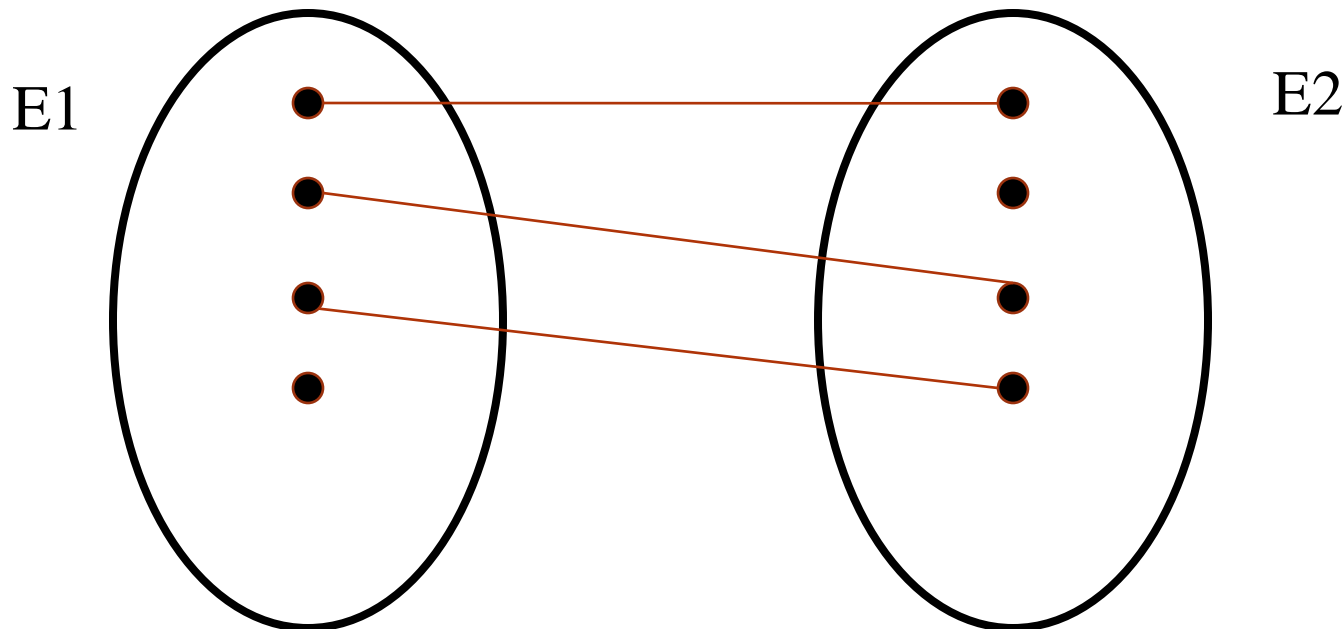
3. Много-ко-многим (M:M)



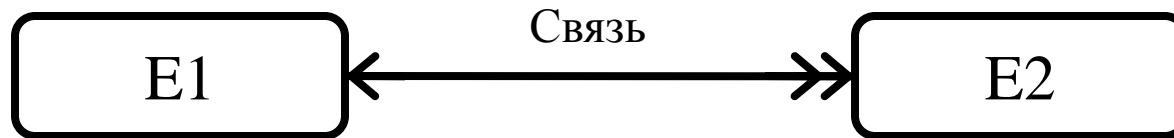
Связь Один-к-одному



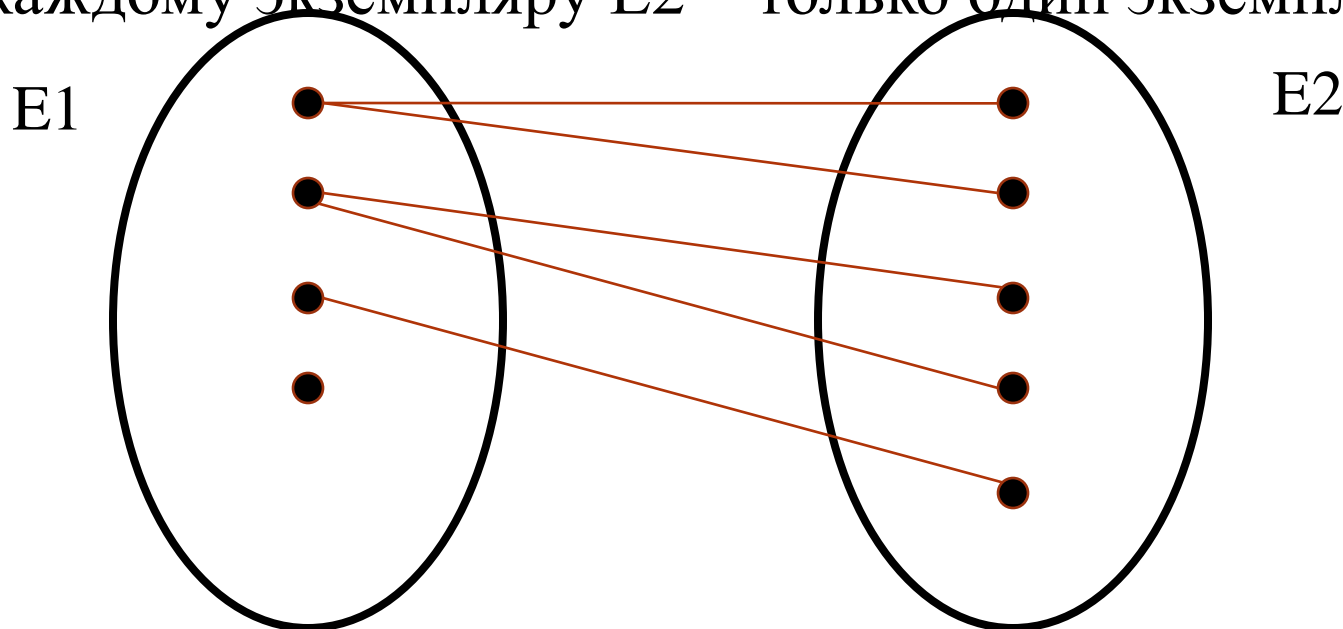
- каждому экземпляру сущности E1 соответствует один экземпляр сущности E2 и наоборот.



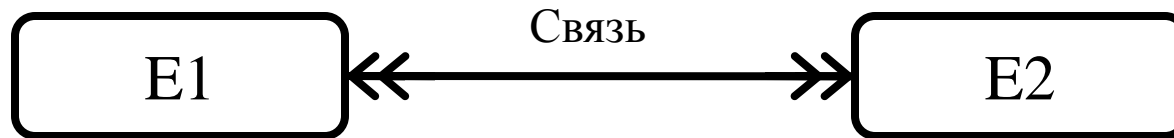
Связь Один-ко-многим



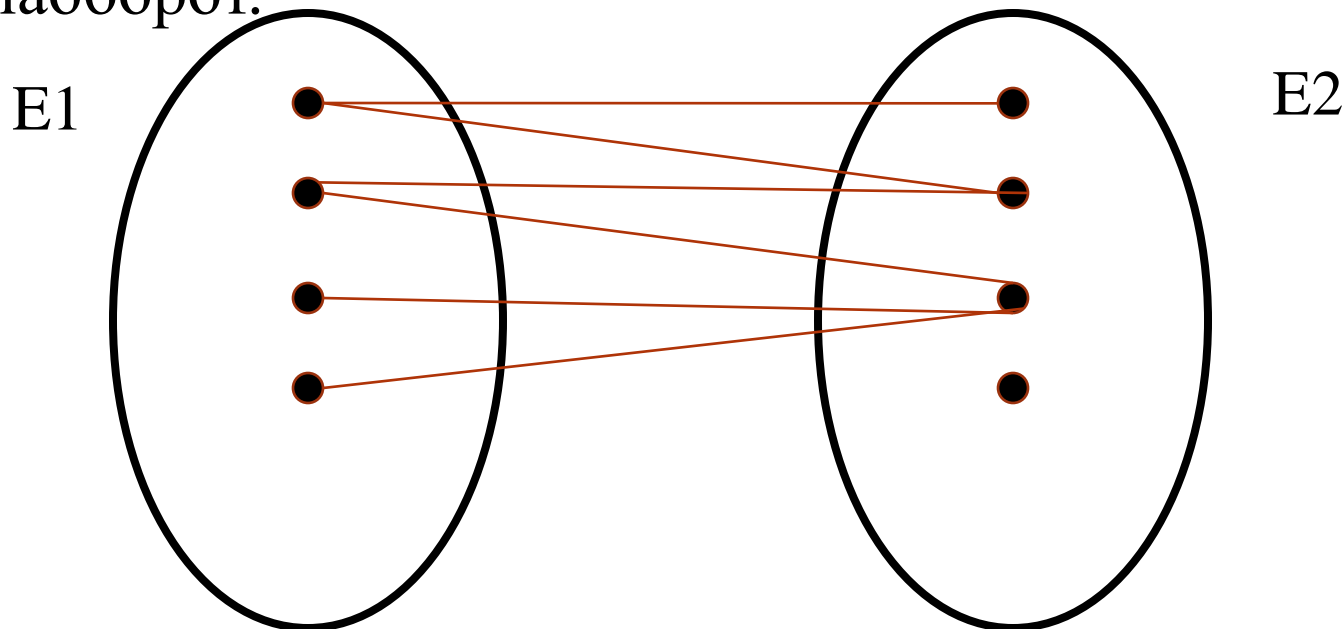
- каждому экземпляру сущности E1 может соответствовать много экземпляров сущности E2, но каждому экземпляру E2 – только один экземпляр E1.



Связь Много-ко-многим

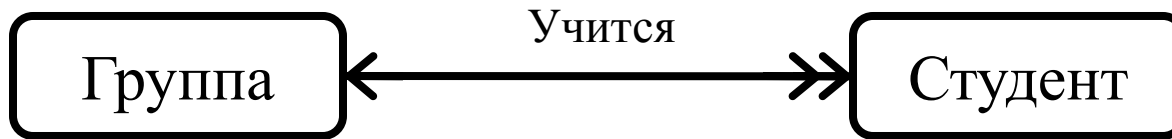


- каждому экземпляру сущности E1 может соответствовать много экземпляров сущности E2 и наоборот.

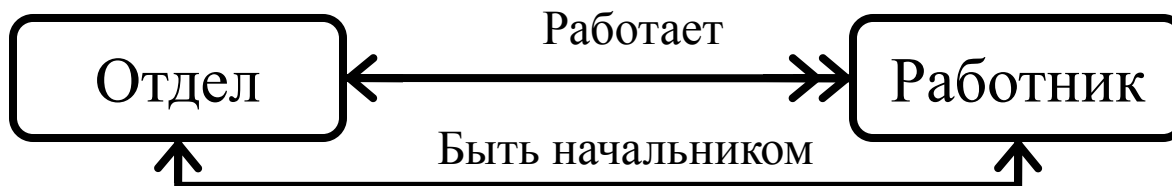


Примеры

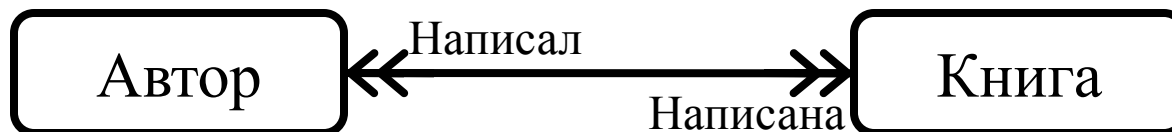
1. В группе учатся много студентов, каждый студент учится в одной группе



2. Работник работает в одном отделе, в отделе много работников. Работник может быть начальником одного отдела.



3. Каждый автор может написать много книг, каждая книга может быть написана несколькими авторами.

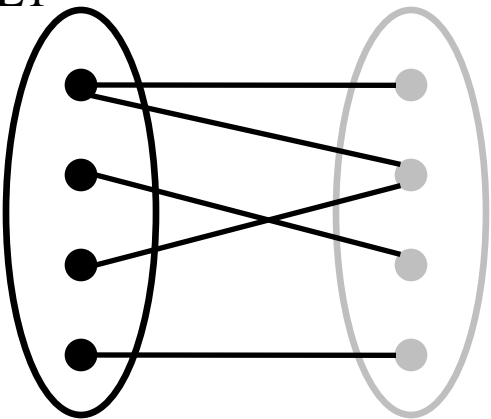
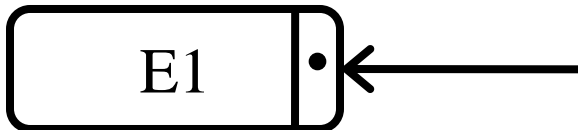
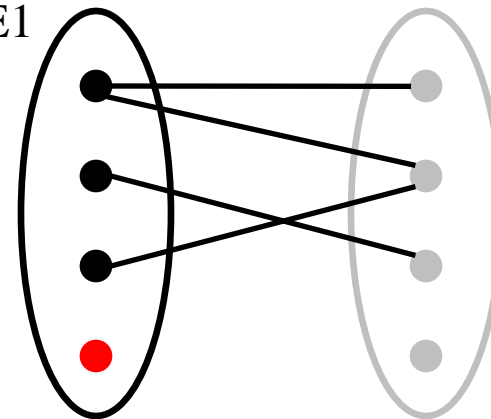
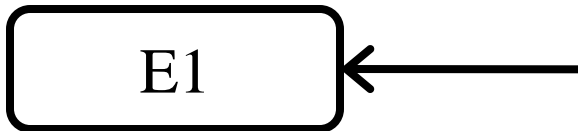


Другая характеристика связи -

Модальность, означающая обязательность участия каждого экземпляра сущности в связи:

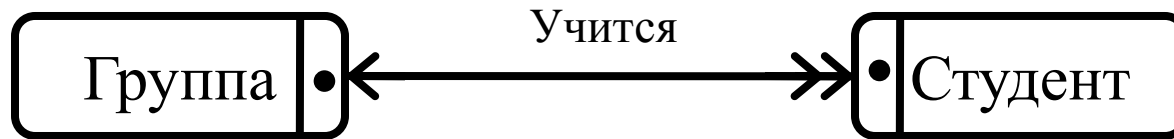
- **обязательная** модальность («**должен**») – если каждый экземпляр сущности участвует в связи
- **необязательная** модальность («**может**») – если могут существовать экземпляры сущности, не участвующие в связи.

§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

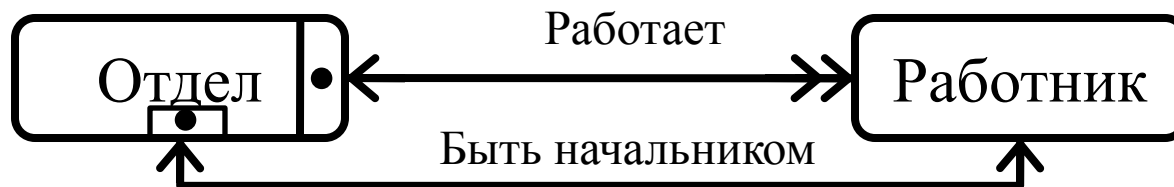
<p>Обязательная (должен)</p>	<p>E1</p> 	<p>Условное обозначение</p> 
<p>Необязательная (может)</p>	<p>E1</p> 	

Вернемся к нашим Примерам

1. В **каждой** группе учатся студенты, **каждый** студент учится в группе



2. Работник **может** работать в отделе, в отделе **должны** работать работники. В отделе **должен** быть начальник. Работник **может** быть начальником.

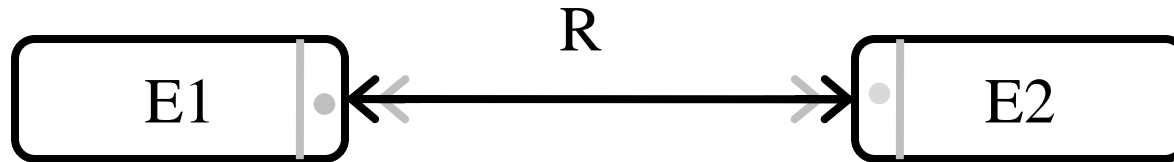


3. Каждый автор **должен** написать книги, каждая книга **может** быть написана автором.



§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

Проверочная фраза для связи



Каждый E1 $\frac{\text{должен}}{\text{может}}$ R $\frac{\text{один}}{\text{много}}$ E2

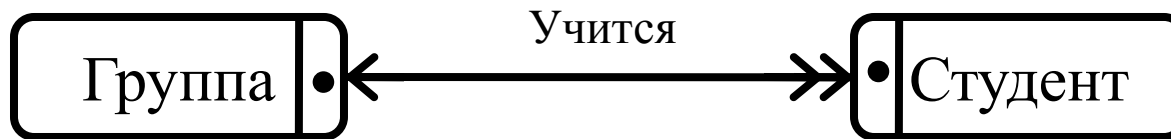
- Связь «читается» слева направо и справа налево
- Необходимо подобрать нужные формы русских слов и предлоги

§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

Проверим связи:

В каждой группе должны учиться много студентов.

Каждый студент должен учиться в одной группе.

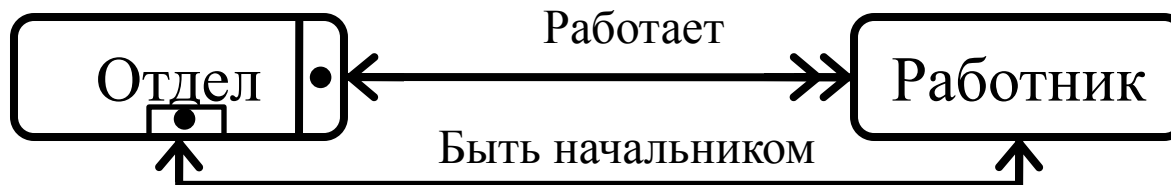


В каждом отделе работают много работников.

Каждый работник может работать в одном отделе.

В каждом отделе должен быть начальником один работник.

Каждый работник может быть начальником одного отдела.



Таким образом, последовательность построения инфологической модели состоит из:

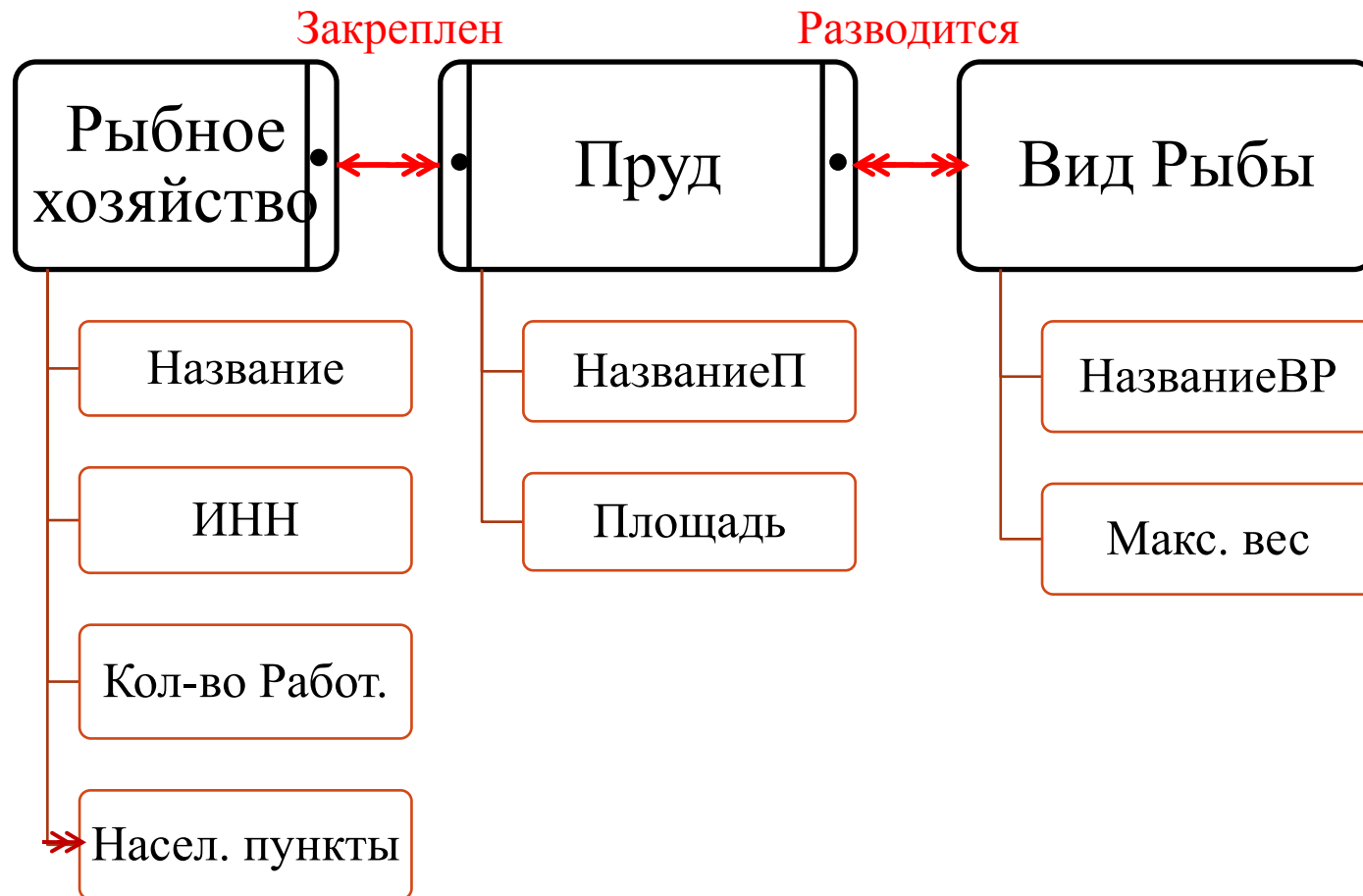
1. Выделение **сущностей**
2. Выделение **свойств** сущностей и определение их типов (единичное/множественное, простое/составное)
3. Выделение **связей** между сущностями, определение их типа (1:1, 1:M, M:M) и модальности (обязат./необязат.)

Задача 1.

По словесному описанию предметной области построить ее инфологическую модель (ER-диаграмму):

Рыбные хозяйства. Имеется некоторое количество рыбоводческих хозяйств (Название, ИНН, Кол-во Работников, Нас. пункты). За каждым из них закреплены от одного до нескольких прудов (НазваниеП, Площадь), причем каждый пруд закреплен за одним рыбхозом. В прудах разводят различные виды рыбы (НазваниеВР, МаксВес). Вид рыбы может разводиться в разных прудах, в каждом пруду разводят один или более видов рыбы.

Инфологическая модель «Рыбные хозяйства»



Опр. **Обобщенная сущность** отражает наличие связи «род-вид» между объектами предметной области.

Родовая (обобщенная) сущность обладает общими для всех видов свойствами, называемыми «родовыми». Кроме этого, каждый вид может добавлять собственные «видовые» свойства.

Пример.

1. Сущности Ученик, Студент, Аспирант можно объединить в обобщенную сущность Обучающийся.
2. Сущность Автомобиль, Самолет, Корабль, Поезд – в сущность Транспортное_Средство.

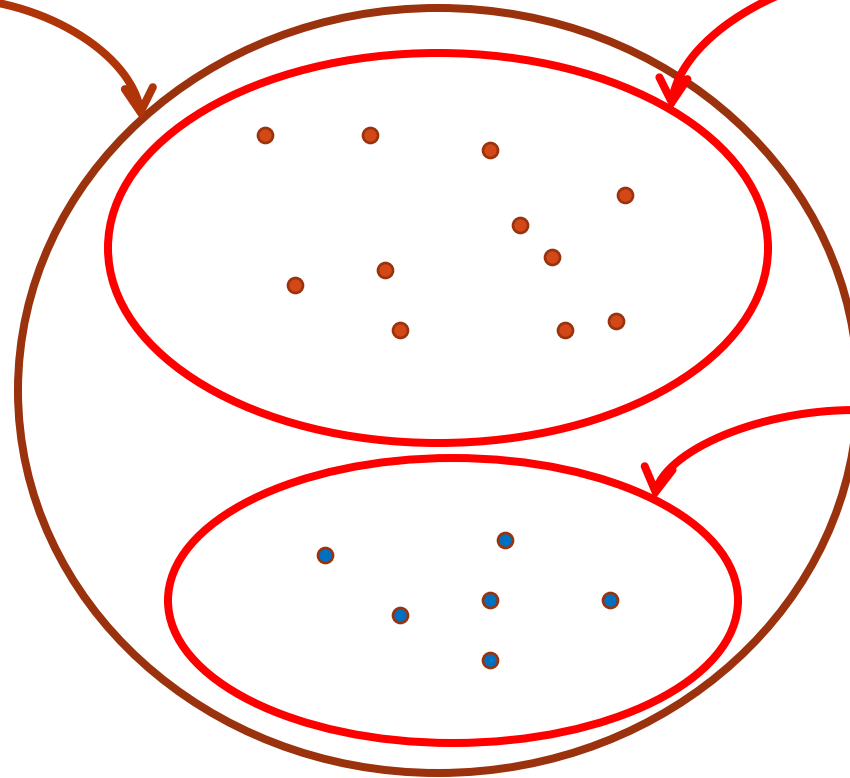
§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

Личности:

ФИО
ДатаРождения
Пол
Дом. адрес

Студенты:

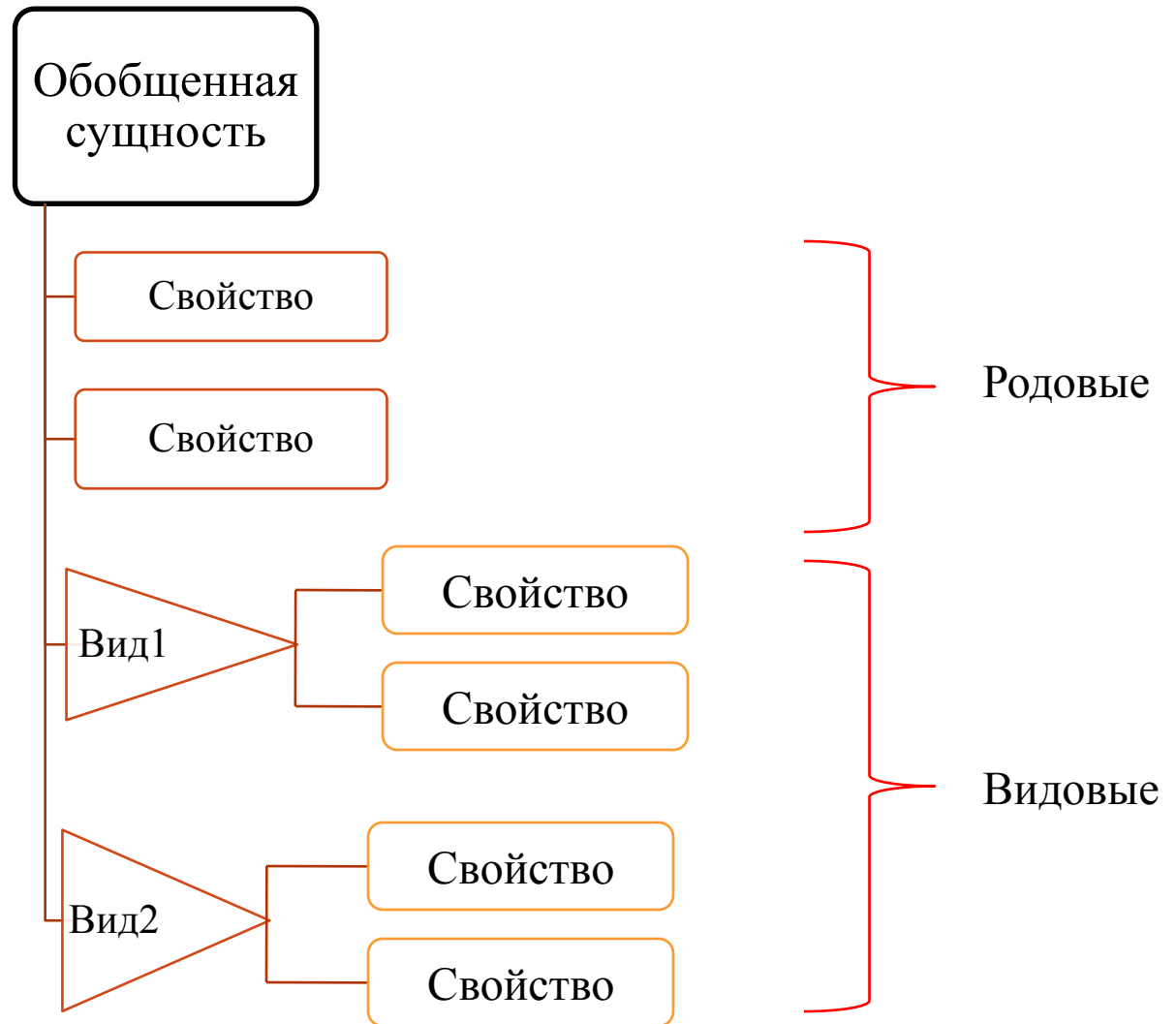
Курс
Группа
Специальность



Преподаватели:

Должность
Уч.Степень

Условное обозначение



Задача 2.

По словесному описанию предметной области построить ее инфологическую модель (ER-диаграмму):

ВУЗ. *В некотором вузе имеются факультеты (НазваниеФ, КраткоеНазвание, НомераКорпусов). Имеются кафедры (НазваниеК, Кол-во Преподавателей). В состав каждого факультета входят кафедры, кафедра может входить в состав не более одного факультета. В вузе есть личности (ФИО, Пол, ДатаРожд) двух категорий – преподаватели (УченаяСтепень, Должности) и студенты (Курс, Группа). Каждый студент учится на одном из факультетов. Каждый преподаватель может работать на одной или нескольких кафедрах. Каждый факультет возглавляет декан из числа преподавателей.*

Решение задачи:

1. Выделяем сущности:

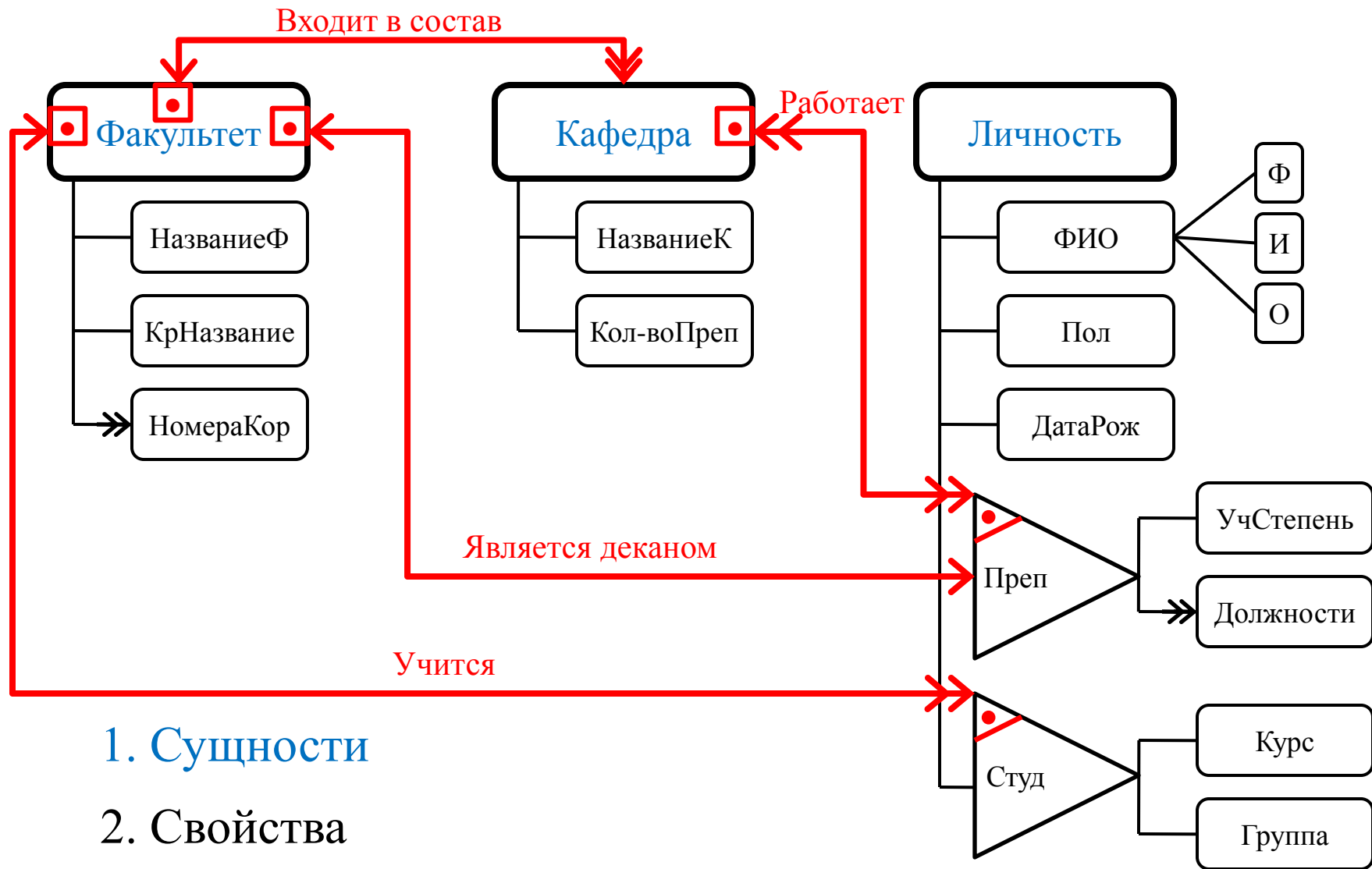
- Факультет
- Кафедра
- Личность (Личности бывают Студентами или Преподавателями).

2. Определяем свойства сущностей.

3. Определяем связи между сущностями:

- Кафедра входит в состав Факультета
- Студент учится на Факультете
- Преподаватель работает на Кафедре
- Преподаватель является деканом Факультета

§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь



1. Сущности

2. Свойства

3. Связи

§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

- **Цель даталогического проектирования** реляционной базы данных – построение описания логической структуры БД (концептуальной схемы) в виде совокупности схем реляционных таблиц.

§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

- **Схемой** реляционной таблицы называется описание ее имени и перечень полей
- **ИмяТаблицы** (Код, Поле1, Поле2, Поле3...)
- Поля, входящие в первичный ключ подчеркиваются

ИмяТаблицы			
<u>Код</u>	Поле1	Поле2	Поле3

Опр. **Внешним ключом** реляционной таблицы называется такое его неключевое поле (набор полей), которое является первичным ключом другой таблицы и используется для связывания записей этих таблиц.

Опр. **Миграцией первичного ключа** называется включение в таблицу внешнего ключа, который является первичным ключом другой таблицы.

§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

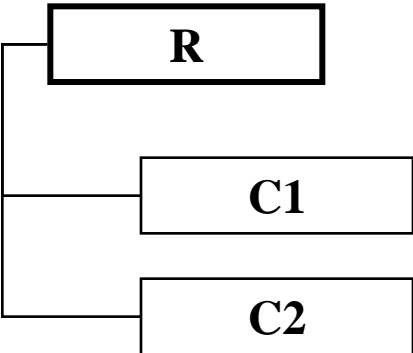
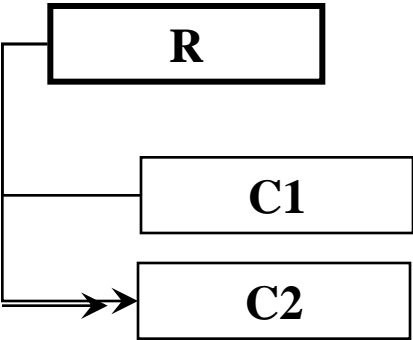
Пример.



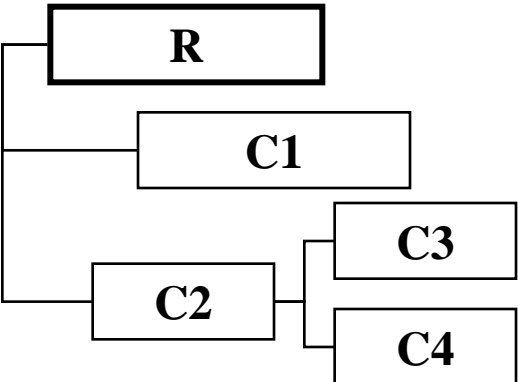
§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

- Для построения даталогической модели (ДлМ) реляционной базы данных по инфологической модели (ИлМ) предметной области, построенной в виде схемы «Сущность-связь» (ER-модели), можно использовать следующий алгоритм:
- Каждая сущность, каждый атрибут (свойство) сущности и каждая связь ER-модели преобразуются в элементы ДлМ в соответствии со следующими правилами (см. таблицу) .

Правила преобразования ИлМ в ДлМ РБД

Правила преобразования ИлМ в ДлМ (1 стр)			
№	Сущ./свойство	ИлМ	ДлМ
A	Простая сущность с единичными свойствами		$R(\underline{K}, C1, C2)$
B	Сущность с множественным свойством		$R(\underline{K}, C1)$ $C2(\underline{K}, \underline{C2})$

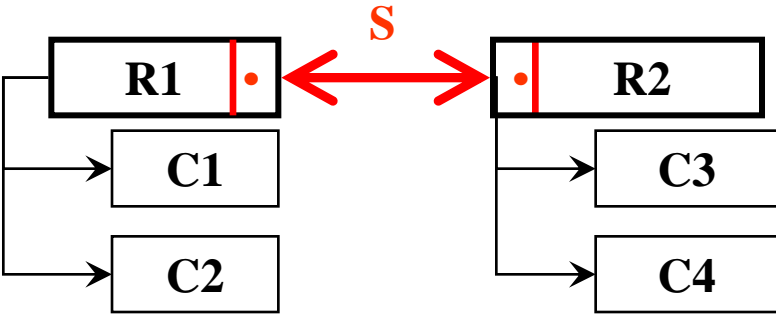

§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

Правила преобразования ИлМ в ДлМ (2 стр)			
№	Сущ./свойство	ИлМ	ДлМ
C	Сущность с составным свойством	 <pre> graph LR R[R] --- C1[C1] R --- C2[C2] C2 --- C3[C3] C2 --- C4[C4] </pre>	R(<u>K</u> , C1, C3, C4)


§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

Правила преобразования ИлМ в ДлМ (3 стр)			
№	Сущ./св-во	ИлМ	ДлМ
D	Обобщенная сущность	<pre> graph LR R[R] --- C1[C1] R --- C2[C2] R --- C3[C3] R1[R1] --- C3 R1 --- C4[C4] R2[R2] --- C5[C5] R2 --- C6[C6] </pre>	<p><u>1 способ ☺</u>:</p> <p>R1(<u>K</u>₁, C1, C2, C3, C4)</p> <p>R2(<u>K</u>₂, C1, C2, C5, C6)</p> <p><u>2 способ ☺</u>:</p> <p>R(<u>K</u>, C1, C2)</p> <p>R1(<u>K</u>, C3, C4)</p> <p>R2(<u>K</u>, C5, C6)</p> <p><u>3 способ ☹</u>:</p> <p>R(<u>K</u>, C1, C2, C3, C4, C5, C6)</p>



§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

Правила преобразования ИлМ в ДлМ (4 стр)			
№	Связь	ИлМ	ДлМ
1	Связь 1:1 Об:Об		R1 (<u>K</u> , C1, C2, C3, C4)
2	Связь 1:1 Об:Необ		R1(<u>K1</u> , C1, C2, <u>K2</u>) R2(<u>K2</u> , C3, C4)


§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

Правила преобразования ИлМ в ДлМ (5 стр)			
№	Связь	ИлМ	ДлМ
3	Связь 1:1 Необ:Необ	 <pre>graph LR; R1[R1] <--> S R2[R2]</pre>	$R1(\underline{K1}, C1, C2)$ $R2(\underline{K2}, C3, C4)$ $S(\underline{K1}, \underline{K2})$

§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

Правила преобразования ИлМ в ДлМ (6 стр)			
№	Связь	ИлМ	ДлМ
4	Связь 1:M ---:Об		R1(<u>K1</u> , C1, C2) R2(<u>K2</u> , C3, C4, K1)
5	Связь 1:M ---:Необ		R1(<u>K1</u> , C1, C2) R2(<u>K2</u> , C3, C4) S (<u>K1</u> , <u>K2</u>)

§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

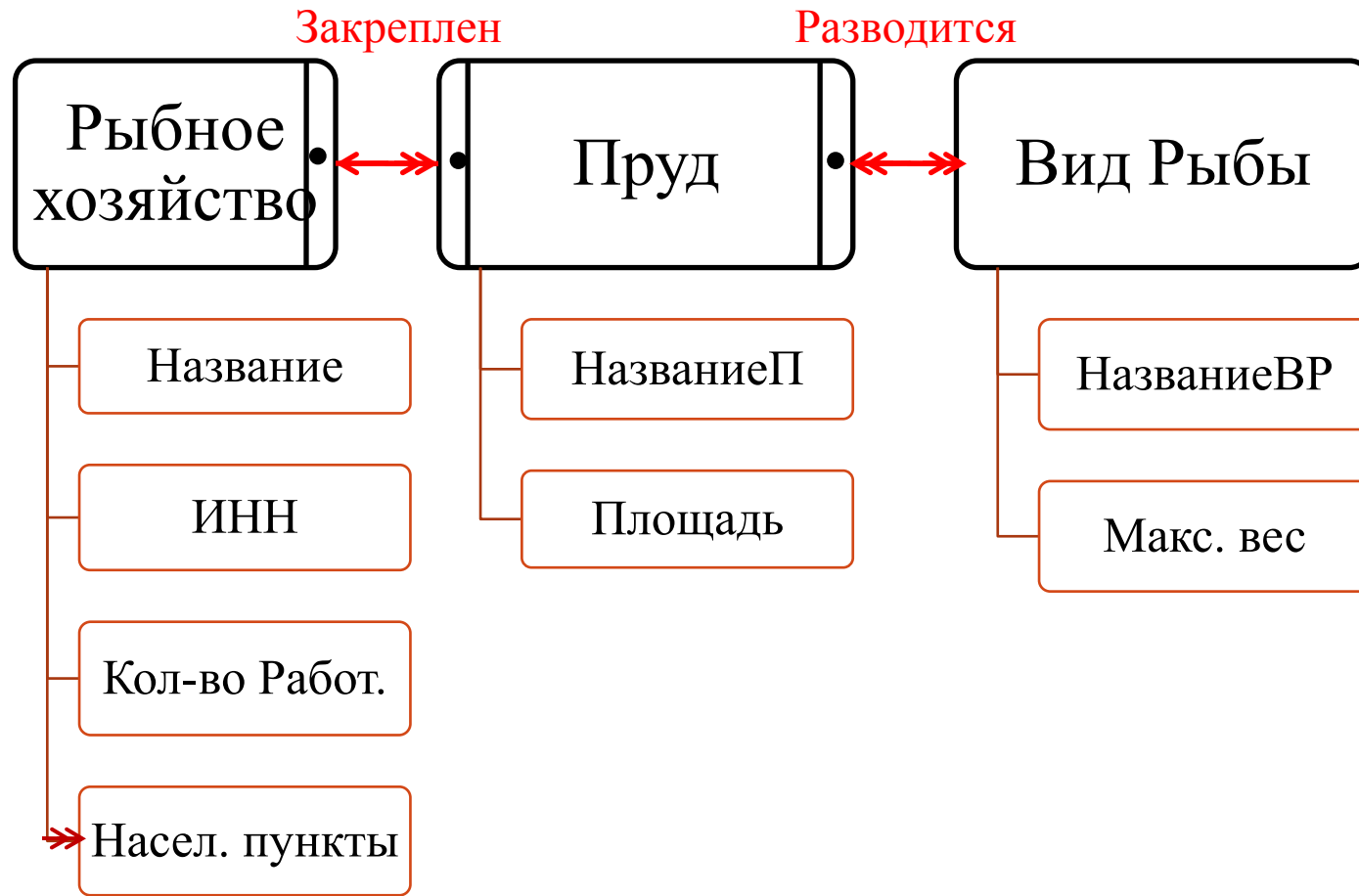
Правила преобразования ИлМ в ДлМ (7 стр)			
№	Связь	ИлМ	ДлМ
6	Связь M:M ---:---		R1(<u>K1</u>, C1, C2) R2(<u>K2</u>, C3, C4) S(<u>K1</u>, <u>K2</u>)

Вернемся к нашим примерам.

Задание: построить даталогическую модель (ДлМ) реляционной базы данных (РБД) по инфологической модели (ИлМ) предметной области:

- Рыбные хозяйства
- Вуз

Инфологическая модель «Рыбные хозяйства»



Даталогическая модель РБД «Рыбные хозяйства»

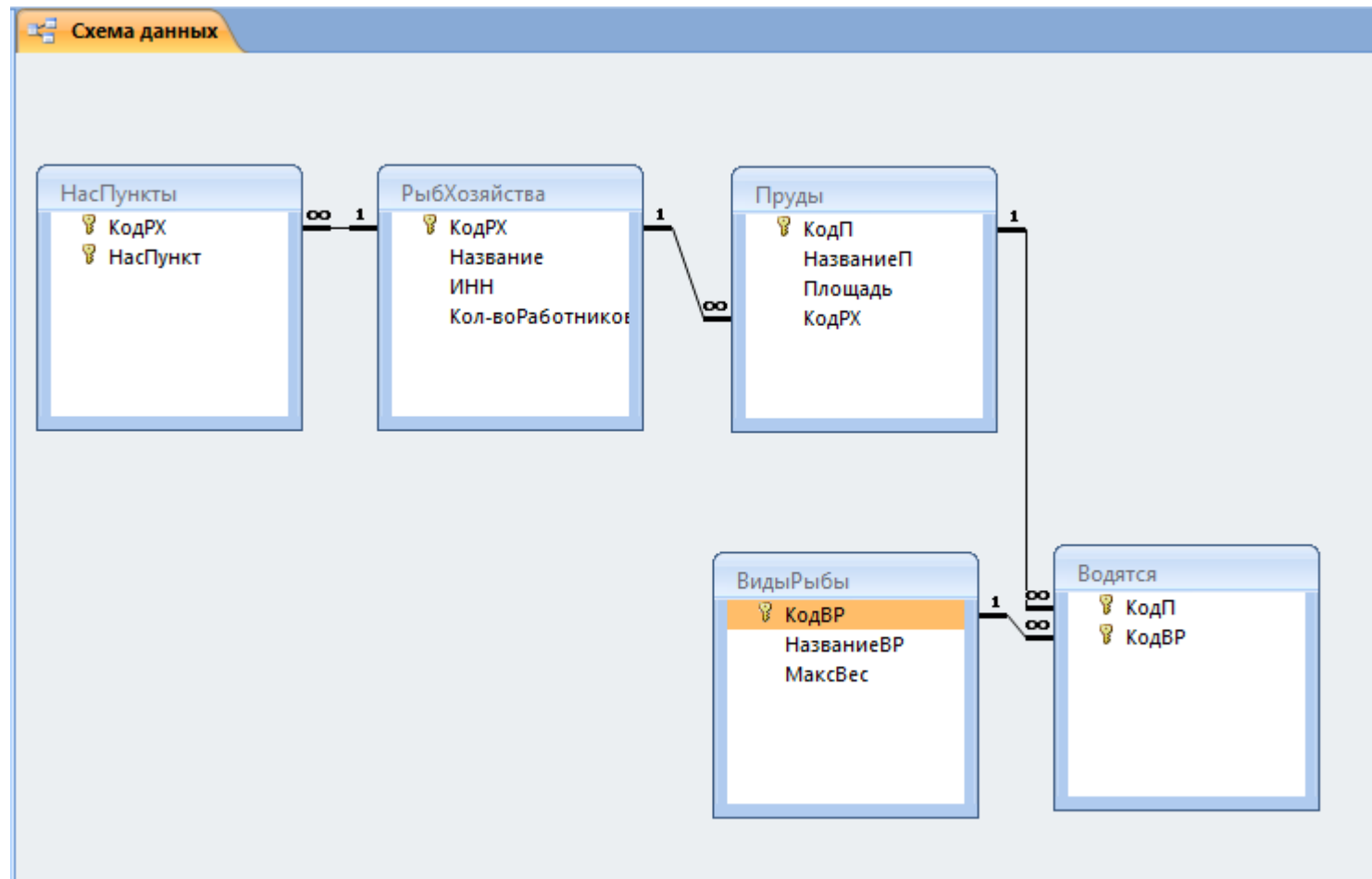
Реляционные таблицы:

Правило:

РыбныеХозяйства (<u>КодРХ</u> , Название, ИНН, Кол-воРаботников)	А
НаселПункты (<u>КодРХ</u> , <u>НаселПункт</u>)	Б
Пруды (<u>КодП</u> , НазваниеП, Площадь, КодРХ)	А, 4
ВидыРыбы (<u>КодВР</u> , НазваниеВР, МаксВес)	А
Водятся (<u>КодП</u> , <u>КодВР</u>)	Б

Примечание. Имена таблиц обозначены **полужирным** шрифтом, первичные ключи подчеркнуты

Схема данных РБД «Рыбные хозяйства» в MS Access: физическая модель



§ 7. Даталогическое проектирование базы данных

Пример заполнения таблиц РБД «Рыбные хозяйства»

РыбХозяйства				
	КодРХ	Название	ИНН	Кол-воРабс
+	1	Восточный	1833454567	250
+	2	Бабинский	1848123456	185

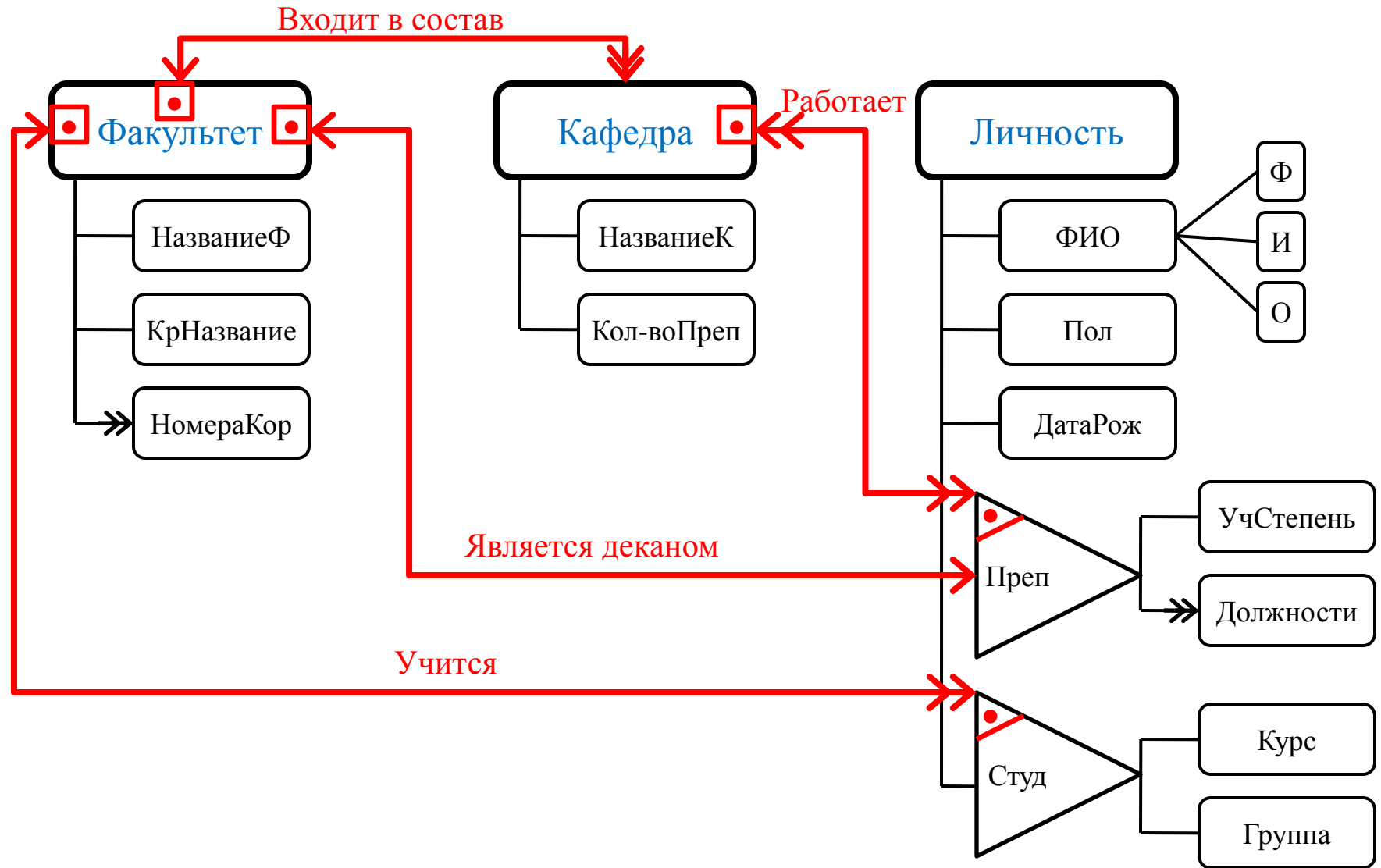
НасПункты	
КодРХ	НасПункт
	1 Июльское
	1 Каменное
	2 Бабино
	2 Завьялово

Пруды				
	КодП	НазваниеП	Площадь	КодРХ
+	1	Молдаванский	5000	2
+	2	Ижевский	25000	1
+	3	Мартьяновски	4500	2

ВидыРыбы			
	КодВР	НазваниеВР	МаксВес
+	1	Карп	1500
+	2	Стерлядь	1000
+	3	Осетр	3000

Водятся	
КодП	КодВР
1	1
2	1
2	3

§ 7. Даталогическое проектирование базы данных



ДлМ РБД «Вуз»

Реляционные таблицы:

Правило:

Факультеты (КодФ, НазваниеФ, КрНазвание, КодП)

А, 2

НомераКорпусов (КодФ, НомерКорпуса)

В

Кафедры (КодК, НазваниеК, Кол-воПрепод)

А

Преподаватели (КодП, Ф, И, О, Пол, ДатаРож, УчСтепень)

Д, С

Студенты (КодС, Ф, И, О, Пол, ДатаРож, Курс, Группа, КодФ)

Д, С, 4

Должности (КодП, Должность)

В

ВходятВСостав (КодФ, КодК)

5

Работают (КодП, КодК)

6

Решение задач

Задача 3.

По словесному описанию предметной области построить ее инфологическую модель (ER-диаграмму) и даталогическую модель базы данных:

Библиотека. *В библиотеке работают сотрудники (ФИО, Таб№, ДатаР) двух категорий – библиотекари (Абонемент, Образование) и библиографы (Стаж, Иностр. языки). Есть фонд книг (Название, Автор, ГодИзд, Изд-во) . Каждую книгу могут написать несколько авторов. Каждая книга может быть представлена одним или более экземплярами (Инв№, Цена). Библиотеку посещают читатели (ФИО, ДатаР, ДомАдрес). Ведется выдача книг читателям (ДатаВыдачи, Срок), в каждой выдаче участвует один читатель, один библиотекарь, одна или несколько экземпляров выдаваемых книг.*

Задача 4.

По словесному описанию предметной области построить ее инфологическую модель (ER-диаграмму) и даталогическую модель базы данных:

В Интернет-форуме общаются пользователи (Имя, пароль, дата регистрации, e-mail) двух категорий – администраторы (уровень прав) и обычные (кол-во сообщений). В форуме имеется много тем (название темы, дата создания), каждую тему создал один из пользователей. Каждый пользователь может создавать в любой теме сообщение (дата сообщения, номер, текст). Каждое сообщение находится в одной из тем.

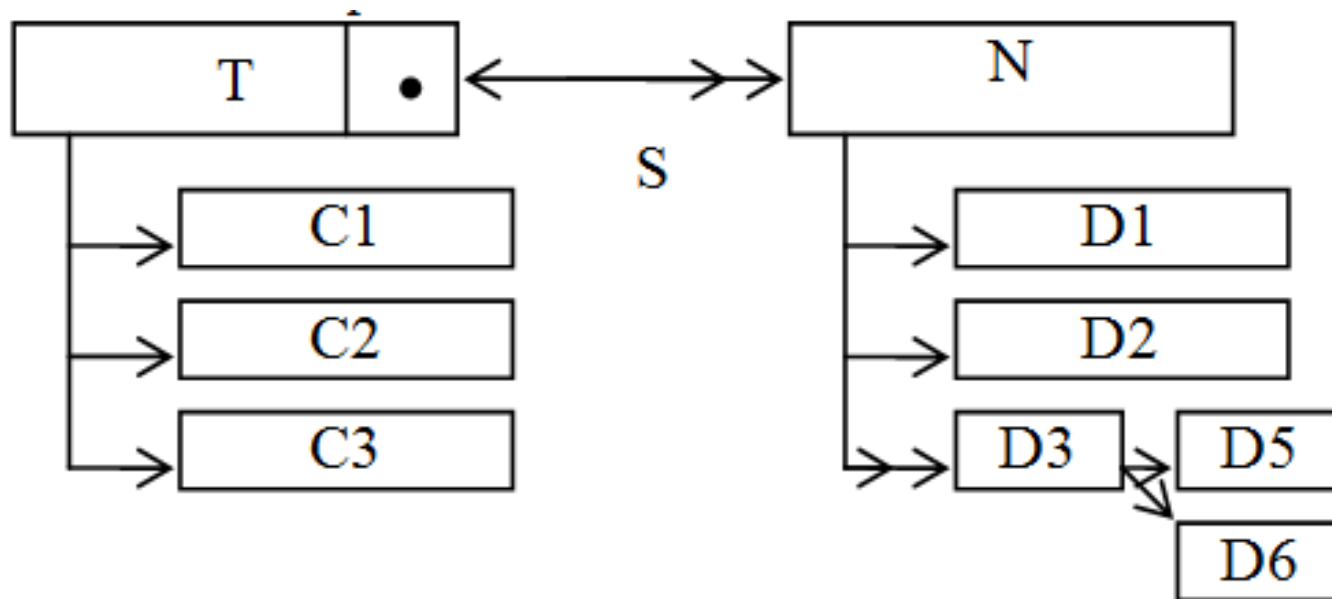
Задача 4а.

По словесному описанию предметной области построить ее инфологическую модель (ER-диаграмму) и даталогическую модель базы данных:

Социальная сеть. Пользователи социальной сети HelloWorld при регистрации вводят о себе следующие данные: фамилия, имя, дата рождения, e-mail, логин, пароль. Пароль может со временем изменяться, но нужно хранить все ранее заданные пароли. У каждого пользователя ровно одна страница (URL, стиль). Любой пользователь может дружить с любым другим пользователем, при этом фиксируется дата начала дружбы и степень дружбы (знакомый, родственник, одноклассник, коллега, мимо шёл). Дружба может также содержать факт подписки на новости, а может и не содержать. Каждый пользователь может создавать страницы обсуждения различных тем (название темы, URLстраницы). Каждый пользователь может подписываться на страницы обсуждения тем (дата подписки, степень участия (создатель/модератор/участник)). Темы содержат черный список пользователей, которые не имеют права на них подписываться.

Задача 5.

Как будет реализован (какими таблицами) в даталогической модели реляционной БД следующий фрагмент инфологической модели предметной области:



§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

Задача 6.

Каким будет результат применения к таблице

СдачаГТО					
КодС	Фамилия	Школа	Подтягивание	Прыжок	Граната
1	Петрыкин	29	6	180	30
2	Зайцев	50	12	190	36
3	Семенов	29	30	160	40
4	Петрович	50	8	200	20
5	Балакин	50	4	120	16

запроса 1

```
SELECT Фамилия, Школа, Подтягивание, Граната
FROM СдачаГТО
WHERE ((Школа=29) AND (Подтягивание<=10) AND (Граната<35)) OR
      ((Школа=50) AND (Граната>=30));
```

запроса 2

```
SELECT Школа, AVG(Прыжок)
FROM СдачаГТО
WHERE Граната >= 20
GROUP BY Школа;
```

§ 6. Инфологическое моделирование. Сущность-связь

Задача 7.

Дана таблица следующей структуры

Рейтинги					
КодС	ФИО	Группа	Предмет	Баллы	Оценка
01	Аверина	604-11	Высшая математика	72	4
01	Аверина	604-11	Информатика	64	3
01	Аверина	604-11	Экономика	69	3
02	Богатырев	611-11	Информатика	89	5
02	Богатырев	611-11	Высшая математика	61	3
03	Вершинин	604-11	Информатика	43	2

Составить запрос на языке SQL по следующему заданию:

- Список студентов, отсортированный по группам, у которых есть предметы, количество баллов по которым более 60, но оценка не больше 3*
- Среднее количество баллов по каждой группе.*
- Количество студентов в каждой группе, у которых по высшей математике баллов не более 65.*