

Краткое описание ER–метода проектирования реляционных баз данных (метод, использующий схему «сущность-связь» -«Entity-Relationships»)

Одним из наиболее понятных и практически используемых методов проектирования реляционных баз данных является метод семантического моделирования. В качестве инструмента используются различные варианты диаграмм.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ:

Сущность определяется как некоторый объект рассматриваемой предметной области, информация о котором должна быть отражена в базе данных.

Этот объект должен иметь **экземпляры** - конкретные представители данной сущности, отличающиеся друг от друга и допускающие однозначную идентификацию.

Связь – это некоторая ассоциация между двумя сущностями.

Атрибут – это свойство сущности.

Сущность – это, как правило, существительное; связь чаще всего выражается глаголом.

Например, проектируется база данных издательства, предназначенная для хранения информации о книгах и авторах, которые их написали. Тогда два главных объекта (две сущности, информация о которых должна быть отражена в базе данных) – это **книга** и **автор**. Эти сущности содержательно соединены с помощью связи **пишет**. Атрибуты сущности **книга** – это название, количество страниц, тираж, дата выхода сигнального экземпляра, цена и т.д. Атрибуты сущности **автор** – это фамилия, адрес, телефон, №счета и т.д.

Сущности изображаются в виде прямоугольника, атрибуты вписываются внутрь прямоугольника, изображающего сущность:

АВТОР
Фамилия И.О. Адрес Телефон №счета

КНИГА
Название Количество страниц Тираж Дата выхода

Данные определения не являются формальными, однако они приемлемы для использования при проектировании базы данных. Особенность ER-метода заключается в том, что разные проектировщики могут рассматривать одну и ту же предметную область с различных точек зрения, получая в итоге разные наборы сущностей и связей. Определение лучшего из нескольких возможных наборов является вопросом личного предпочтения.

Атрибут или набор атрибутов, используемый для идентификации экземпляра сущности, называется **ключом сущности**. Таким образом, ключ сущности должен быть уникальным для каждого экземпляра этой сущности. Ключ каждой сущности не должен быть избыточным, т.е. удаление любого атрибута из этого набора будет нарушать его уникальность. Ключевые атрибуты каким-либо образом выделяются на диаграмме (например, подчеркиванием или более жирным шрифтом).

АВТОР
Фамилия И.О. Адрес Телефон №счета

КНИГА
Название Количество страниц Тираж Дата выхода

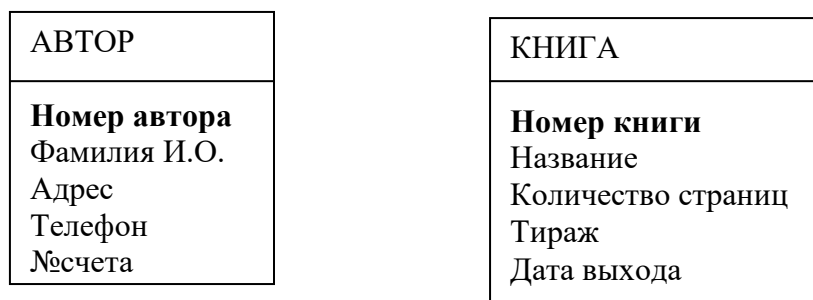
В нашем примере в качестве ключевого атрибута сущности АВТОР было решено взять фамилию, а в качестве ключевого атрибута сущности КНИГА взять её название. Первое решение заведомо не является бесспорным: возможно появление авторов-однофамильцев (тогда атрибут **Фамилия И.О.** теряет уникальность и не может быть использован в качестве ключа). В принципе, допустимо появление книг с одинаковыми названиями.

Если есть хотя бы минимальное подозрение, что атрибут, выбираемый в качестве ключевого, может потерять свою уникальность, нужно отказаться от его использования в качестве ключа и попытаться подобрать на эту роль другой атрибут.

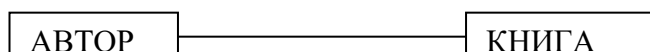
Если окажется, что ни один содержательный атрибут не может быть использован как ключевой, то существует (по меньшей мере) два способа решения этой проблемы:

- подобрать набор атрибутов, значения которых будут уникальными для каждого экземпляра сущности;
- ввести еще один атрибут, который не будет отражать какое-либо свойство сущности, но будет пригоден в качестве ключевого. Обычно таким атрибутом становится номер экземпляра анализируемой сущности.

Для нашего примера выберем второй способ:



Связь между двумя сущностями может быть представлена графически в виде ER-диаграммы:



Важной характеристикой связи является **степень связи**. Возможны следующие степени связи: **один-к-одному**, **один-ко-многим** и **многие-ко-многим**.

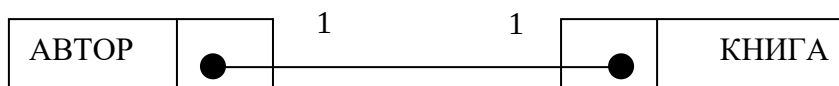
Кроме того, надо выявить **класс принадлежности сущности**, который характеризует обязательность включения каждого экземпляра сущности в связь.

Связь ОДИН-К-ОДНОМУ:

Связь один-к-одному подразумевает, что каждый экземпляр сущности, расположенной как в левой, так и в правой частях диаграммы, связывается не более чем с одним экземпляром сущности, расположенной в противоположной части диаграммы.

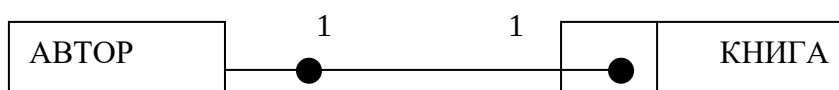
Если все экземпляры сущности должны участвовать в связи, то участие называется обязательным, и изображается на ER-диаграмме кружком, помещенным в блок, изображающий сущность.

жающий сущность (при словесной формулировке такой связи обычно используется глагол «должен»):



В этой диаграмме отражено правило: «каждый автор должен писать книгу, причем только одну, и каждую книгу должен писать только один автор», т.е. в базе данных не будет информации об авторах, не пишущих ни одной книги, а также информации о книгах, которые пока никто не пишет.

Если не все экземпляры сущности должны участвовать в связи, то участие называется необязательным, и кружок на ER-диаграмме располагается вне блока сущности (при словесной формулировке такой связи обычно используется глагол «может»):

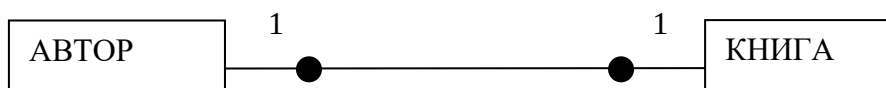


В этой диаграмме отражено правило: «каждый автор может писать не более одной книги, и каждую книгу должен писать только один автор», т.е. в базе данных допускается наличие авторов, не пишущих ни одной книги, но нет информации о книгах, которые пока никто не пишет.

Для сущностей АВТОР - КНИГА возможны еще два типа связи один-к-одному, отражающих два оставшихся варианта обязательности включения экземпляров:



«Каждый автор должен писать книгу, причем только одну, и каждую книгу пишет не более чем один автор (один или никто)», т.е. в базе данных не будет храниться информация об авторах, которые в данный момент не пишут ни одной книги, но допускаются книги, которые еще никто не пишет.



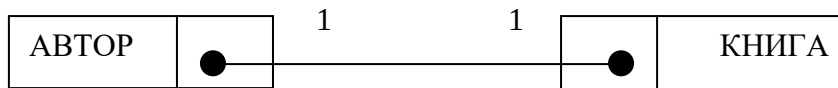
«Каждый автор пишет не более одной книги, и каждая книга пишется не более чем одним автором», т.е. в базе данных допускается наличие авторов, не пишущих сейчас ни одной книги, и наличие книг, которые еще никто не пишет.

Каждая диаграмма представляет некоторый набор правил, принятых в данной предметной области (например, в издательстве) по поводу того, какого рода информация должна храниться в базе данных.

Правила генерации таблиц по ER-диаграмме при связи ОДИН-К-ОДНОМУ

Правило 1: Если класс принадлежности обеих сущностей является обязательным, то требуется только одна таблица. Первичным ключом этой таблицы может быть ключ любой из двух сущностей.

Пусть в нашем примере между сущностями АВТОР и КНИГА выявлена такая связь:



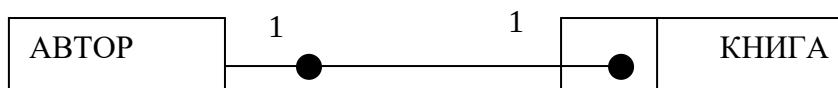
Тогда в базе данных будет только одна таблица, отображающая свойства этих сущностей:

План издательства

Номер	Название	Кол-во стр.	Тираж	Дата	Фамилия автора	Адрес	Телефон	№счета
1	«Городок»	263	50000	15.03.02	Орлов А.С.	Москва	345-67-89	25348217632
2	«Ранним утром»	450	30000	10.09.03	Станов О.Т.	Курск	34-23-78	56487392028
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Правило 2: Если класс принадлежности одной сущности является обязательным, а другой – необязательным, то необходимо построение двух таблиц. Под каждую сущность необходимо выделить по таблице. При этом первичные ключи каждой из сущностей должны быть ключами соответствующих таблиц. Кроме того, ключ сущности, для которой класс принадлежности является необязательным, добавляется в качестве атрибута в таблицу, созданную для сущности с обязательным классом принадлежности.

Пусть в нашем примере между сущностями АВТОР и КНИГА выявлена такая связь:



В этом случае в базу данных будет включено две таблицы - по одной для каждой сущности. Поскольку класс принадлежности сущности АВТОР является необязательным, в таблицу КНИГА добавляется еще один атрибут – Автор, значениями которого будут значения ключевого атрибута таблицы АВТОР. Такой атрибут, предназначенный для фиксации связей между экземплярами двух сущностей, называется **вторичным ключом**.

Автор

Номер автора	Фамилия И.О.	Адрес	Телефон	№счета
1	Орлов А.С.	Москва, Лесная 34-1-75	263-67-89	21436587
2	Станов О.Т.	Курск, Новая 23-56	23-45-12	65748392
3	Рыбаков И.И.	Казань, Рыбная 2-34	34-54-12	98765430
4	Туманов П.Р.	Москва, Стасовой 6-2-56	943-45-89	23894567
...	...	...	...	...

Книга

Номер книги	Название	Кол-во страниц	Тираж	Дата выхода	Автор
1	«Городок»	263	50000	15.03.2002	1
2	«Ранним утром»	450	30000	10.09.2003	2
3	«Рыжий»	341	45000	25.05.2002	4
...	...	...	...	...	...

Правило 3: Если класс принадлежности ни одной из сущностей не является обязательным, то необходимо использовать три таблицы: по одной для каждой сущности, ключи которых служат в качестве первичных ключей соответствующих таблиц, и одну таблицу для связи. Таблица, создаваемая для связи, должна иметь по одному ключу от каждой сущности, т.е. содержать два вторичных ключа.

Автор

Номер автора	Фамилия И.О.	Адрес	Телефон	№счета
1	Орлов А.С.	Москва, Лесная 34-1-75	263-67-89	21436587
2	Станов О.Т.	Курск, Новая 23-56	23-45-12	65748392
3	Рыбаков И.И.	Казань, Рыбная 2-34	34-54-12	98765430
...	...	...	...	...

Книга

Номер книги	Название	Кол-во страниц	Тираж	Дата выхода
1	«Городок»	263	50000	15.03.2002
2	«Ранним утром»	450	30000	10.09.2003
3	«Рыжий»	341	45000	25.05.2002
...	...	...	...	...

План издательства

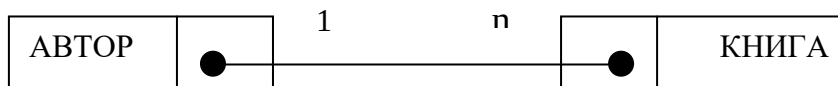
Номер книги	Номер автора	Верстка
1	3	да
2	1	нет
3	2	нет

Связь ОДИН-КО -МНОГИМ:

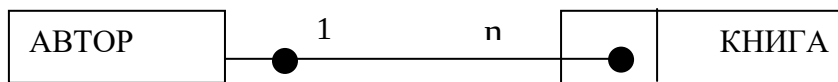
Связь один-ко-многим подразумевает, что один экземпляр сущности, расположенной в левой части диаграммы, связан с несколькими экземплярами сущности, расположенной в правой части диаграммы.

По-прежнему, если все экземпляры сущности должны участвовать в связи, то участие является обязательным, и изображается на ER-диаграмме кружком, помещенным в блок, изображающий сущность. Если не все экземпляры сущности должны участвовать в связи, то участие является необязательным, и кружок на ER-диаграмме располагается вне блока сущности.

Следующая диаграмма отражает связь один-ко-многим сущностей АВТОР – КНИГА, где экземпляры обеих сущностей вступают в обязательную связь:

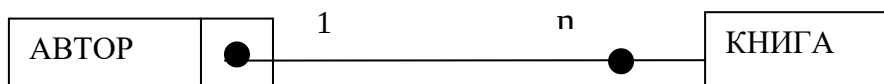


Таким образом, в этой диаграмме отражено правило: «каждую книгу пишет только один автор, но каждый автор может писать несколько книг»; обязательность включения экземпляров говорит о том, что в базе данных не будет информации об авторах, не пишущих ни одной книги, а также информации о книгах, которые пока никто не пишет.

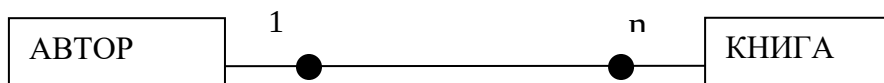


В этой диаграмме отражено правило: «каждую книгу пишет только один автор, каждый автор может писать несколько книг либо не писать их вовсе», т.е. в базе данных допускается наличие авторов, не пишущих ни одной книги, но нет информации о книгах, которые пока никто не пишет.

Для сущностей АВТОР - КНИГА возможны еще два типа связи один-ко-многим, отражающих два оставшихся варианта обязательности включения экземпляров:

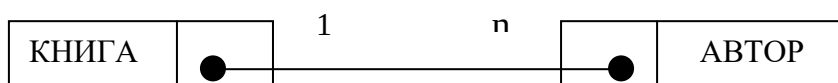


«Каждую книгу может писать не более чем один автор; каждый автор может писать несколько книг (но должен писать хотя бы одну)», т.е. в базе данных не будет информации об авторах, которые не пишут ни одной книги, но допускается хранить информацию о книгах, которые еще никто не пишет.



«Каждую книгу может писать не более чем один автор; каждый автор может писать несколько книг либо не писать их вовсе», т.е. в базе данных допускается наличие авторов, не пишущих сейчас ни одной книги, и наличие книг, которые еще никто не пишет.

Аналогично анализируются и фиксируются все варианты связи один-ко-многим сущностей КНИГА - АВТОР (с учетом обязательности / необязательности участия в связи всех экземпляров этих сущностей). Здесь также возможны четыре различных варианта.



Например, в этой диаграмме отражено правило: «каждую книгу пишут несколько авторов, каждый автор должен писать только одну книгу»; обязательность включения эк-

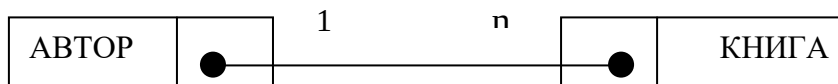
земпляров говорит о том, что в базе данных не будет информации об авторах, не пишущих ни одной книги, а также информации о книгах, которые пока никто не пишет.

Правила генерации таблиц по ER-диаграмме при связи ОДИН-КО-МНОГИМ

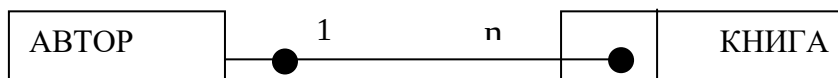
Замечание: в этом случае определяющим фактором является класс принадлежности n -связной сущности; класс принадлежности 1 -связной сущности на конечный результат не влияет.

Правило 1: Если класс принадлежности n -связной сущности является обязательным, то достаточно использовать две таблицы (по одной для каждой сущности); ключ каждой сущности служит в качестве первичного ключа соответствующей таблицы. Кроме того, ключ 1 -связной сущности должен быть добавлен как атрибут в таблицу, представляющую n -связную сущность.

Пусть в нашем примере между сущностями АВТОР и КНИГА выявлена такая связь:



либо такая:



Поскольку определяющим фактором является класс принадлежности n -связной сущности, а класс принадлежности 1 -связной сущности на конечный результат не влияет, то в обоих случаях количество таблиц и связи между ними будут одинаковыми:

Автор

Номер автора	Фамилия И.О.	Адрес	Телефон	№счета
1	Орлов А.С.	Москва, Лесная 34-1-75	263-67-89	21436587
2	Станов О.Т.	Курск, Новая 23-56	23-45-12	65748392
3	Рыбаков И.И.	Казань, Рыбная 2-34	34-54-12	98765430
4	Туманов П.Р.	Москва, Стасовой 6-2-56	943-45-89	23894567
...	...	...	...	...

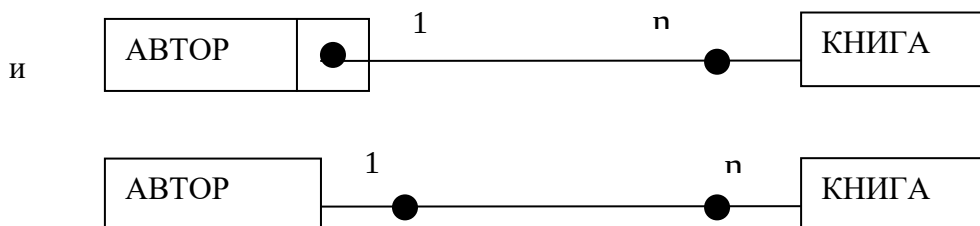
Книга

Номер книги	Название	Кол-во страниц	Тираж	Дата выхода	Автор
1	«Городок»	263	50000	15.03.2002	1
2	«Ранним утром»	450	30000	10.09.2003	2
3	«Рыжий»	341	45000	25.05.2002	4
...	...	...	...	...	...

Правило 2: Если класс принадлежности n -связной сущности не является обязательным, то необходимо формирование трех таблиц – по одной для каждой сущности (ключ каждой сущности служит в качестве первичного ключа соответствующей таблицы),

а также таблицы для связи. Таблица, создаваемая для связи, должна иметь по одному ключу от каждой сущности.

Таким образом, для ситуаций



необходимо три таблицы: по одной для каждой сущности и таблица-связка:

Автор

Номер автора	Фамилия И.О.	Адрес	Телефон	№счета
1	Орлов А.С.	Москва, Лесная 34-1-75	263-67-89	21436587
2	Станов О.Т.	Курск, Новая 23-56	23-45-12	65748392
3	Рыбаков И.И.	Казань, Рыбная 2-34	34-54-12	98765430
...	...	...	...	...

Книга

Номер книги	Название	Кол-во страниц	Тираж	Дата выхода
1	«Городок»	263	50000	15.03.2002
2	«Ранним утром»	450	30000	10.09.2003
3	«Рыжий»	341	45000	25.05.2002
...	...	...	...	...

План издательства

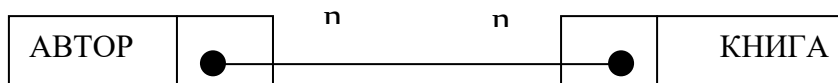
Номер книги	Номер автора	Верстка
1	3	да
2	1	нет
3	3	нет

Связь МНОГИЕ-КО -МНОГИМ:

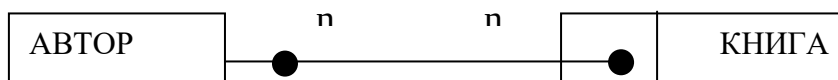
Связь многие-ко-многим подразумевает, что один экземпляр сущности, расположенной в левой части диаграммы, связан с несколькими экземплярами сущности, расположенной в правой части диаграммы, и один экземпляр сущности, расположенной в правой части диаграммы, связан с несколькими экземплярами сущности, расположенной в левой части диаграммы.

По-прежнему, если все экземпляры сущности должны участвовать в связи, то участие является обязательным, и изображается на ER-диаграмме кружком, помещенным в блок, изображающий сущность. Если не все экземпляры сущности должны участвовать в связи, то участие является необязательным, и кружок на ER-диаграмме располагается вне блока сущности.

Следующая диаграмма отражает связь многие-ко-многим сущностей АВТОР – КНИГА, где экземпляры обеих сущностей вступают в обязательную связь:

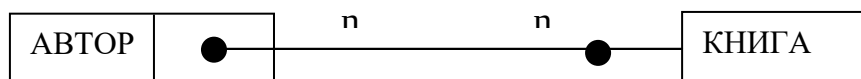


Таким образом, в этой диаграмме отражено правило: «каждую книгу пишут несколько авторов, каждый автор пишет несколько книг»; обязательность включения экземпляров говорит о том, что в базе данных не будет информации об авторах, не пишущих ни одной книги, а также информации о книгах, которые пока никто не пишет.

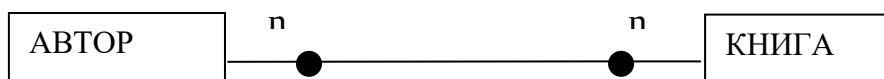


В этой диаграмме отражено правило: «каждую книгу пишут несколько авторов, каждый автор может писать несколько книг либо не писать их вовсе», т.е. в базе данных допускается наличие авторов, не пишущих ни одной книги, но нет информации о книгах, которые пока никто не пишет.

Для сущностей АВТОР - КНИГА возможны еще два типа связи многие-ко-многим, отражающих два оставшихся варианта обязательности включения экземпляров:



«Каждую книгу может писать несколько авторов; каждый автор может писать несколько книг (но должен писать хотя бы одну)», т.е. в базе данных не будет информации об авторах, которые не пишут ни одной книги, но допускается хранить информацию о книгах, которые еще никто не пишет.



«Каждую книгу может писать несколько авторов; каждый автор может писать несколько книг либо не писать их вовсе», т.е. в базе данных допускается наличие авторов, не пишущих сейчас ни одной книги, и наличие книг, которые еще никто не пишет.

Правила генерации таблиц по ER-диаграмме при связи МНОГИЕ-КО-МНОГИМ

Правило 1: В этом случае вне зависимости от класса принадлежности каждой сущности потребуется три таблицы: по одной для каждой сущности (ключ каждой сущности служит в качестве первичного ключа соответствующей таблицы), а также таблицы для связи. Таблица, создаваемая для связи, должна иметь по одному ключу от каждой сущности.

Автор

Номер автора	Фамилия И.О.	Адрес	Телефон	№счета
1	Орлов А.С.	Москва, Лесная 34-1-75	263-67-89	21436587
2	Станов О.Т.	Курск, Новая 23-56	23-45-12	65748392
3	Рыбаков И.И.	Казань, Рыбная 2-34	34-54-12	98765430
...	...	...	...	...

Книга

Номер книги	Название	Кол-во страниц	Тираж	Дата выхода
1	«Городок»	263	50000	15.03.2002
2	«Ранним утром»	450	30000	10.09.2003
3	«Рыжий»	341	45000	25.05.2002
...	...	...	...	...

План издательства

Номер книги	Номер автора
1	3
1	2
2	3
3	1
3	2