

Модели данных

В2. Универсальные модели. EAV



Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

Факультет ИБМ

сен 2024 – ноя 2025 года

Москва

Артемьев Валерий Иванович © 2024-25

9. Универсальные модели данных. Модели «сущность – атрибут – значение»

- Что такое универсальная модель данных?
- Переход к метамоделям и денормализация
- Сценарии применения
- Широкие таблицы
- Узкие таблицы
- Модели «сущность – атрибут – значение» EAV
- Варианты реализации модели EAV
- Пример финансовой отчётности
- Пример магазина с широкой номенклатурой товаров
- Достоинства и недостатки модели EAV
- Альтернативы: применение XML / JSON

Актуализировать,
когда устоится

Вопросы для самопроверки

Что такое архитектура данных?



► Архитектура данных

образует фундамент управления данными. Удовлетворяет насущную потребность в их представлении на разных уровнях абстракции так, чтобы они были понимаемы бизнесом и руководство могло принимать относительно этих данных соответствующие решения.

Архитектура данных включает:

- **Корпоративная модель данных**
- **Схемы потоков данных и их преобразований**

Корпоративная модель данных

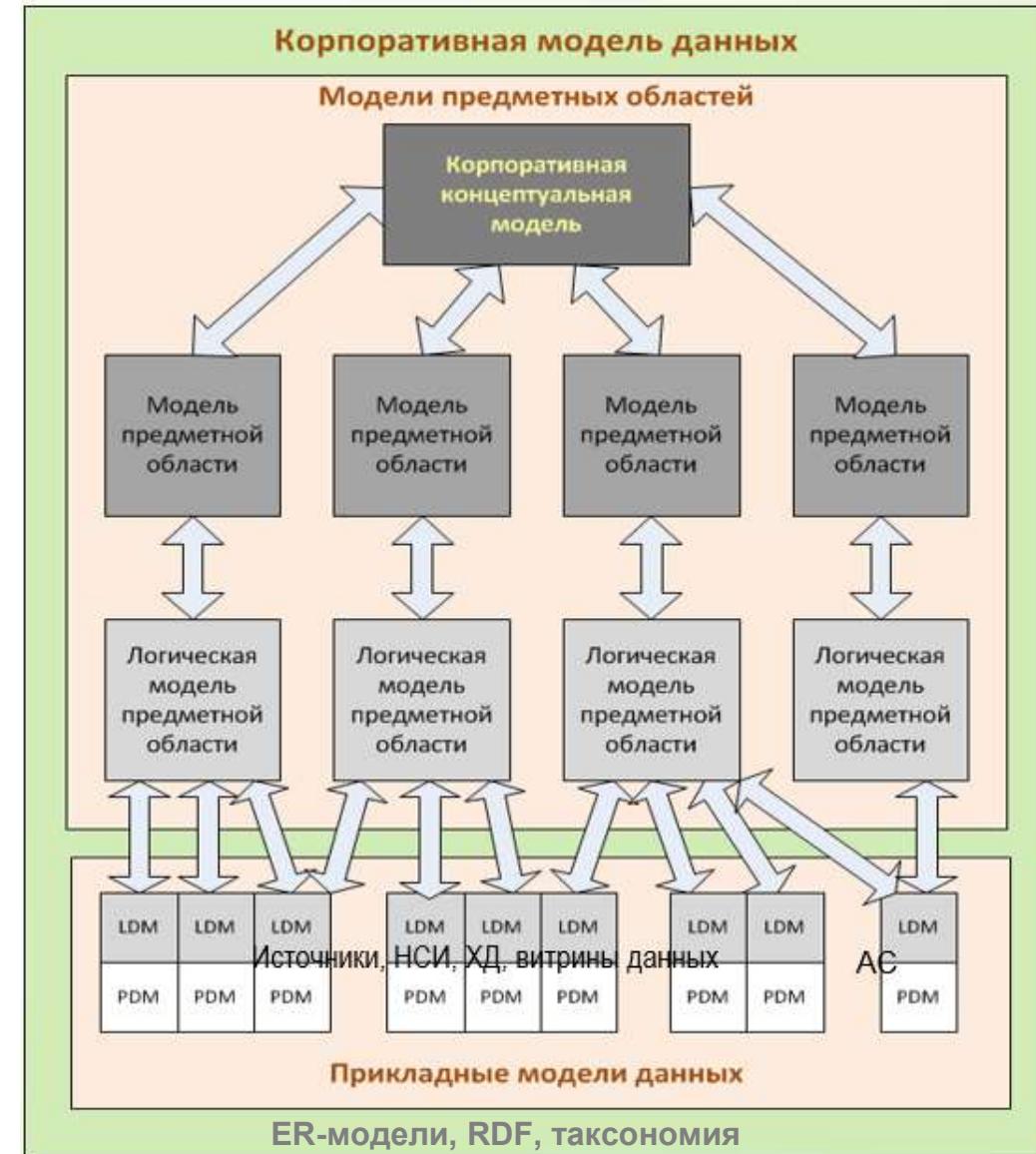
Здесь широко используются
универсальные модели данных

Концептуальный обзор всех
предметных областей
корпорации

Концептуальное
представление сущностей и
связей для каждой
предметной области

Логическое представление
для каждой предметной
области

Подробные логические и
физические модели данных,
специфичные для
реализации приложений или
проектов

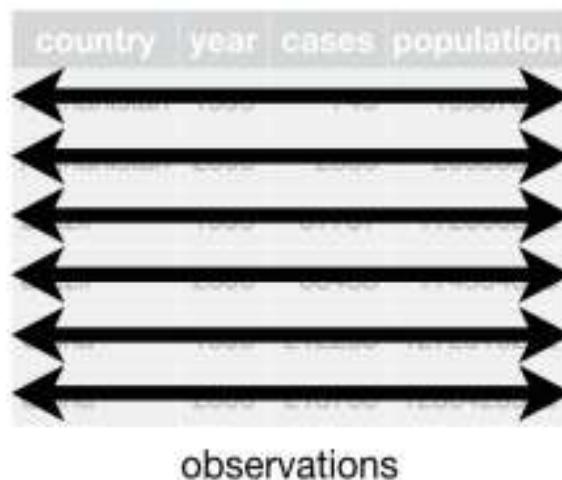


Традиционные модели данных

- Ориентированы на создание БД для узкого применения
- Затрудняют адаптацию структуры и состава данных
- Добавление атрибута или сущности приводит к реорганизации схемы
- Нельзя использовать модель для разных предметных областей
- Специализированы для предметной области и неуниверсальны:
 - определённой бизнес-сущности соответствует таблица
 - каждый экземпляр сущности – запись в таблице
 - каждый атрибут экземпляра сущности – колонка таблицы
 - каждое значение – в своей ячейки таблицы.

country	year	cases	population
Afghanistan	1999	45	183071
Afghanistan	2000	566	2095360
Brazil	1999	3737	17206362
Brazil	2000	80488	17404898
China	1999	21258	127215272
China	2000	21766	128042583

variables



country	year	cases	population
Afghanistan	99	75	183071
Afghanistan	00	566	2095360
Brazil	99	3737	17206362
Brazil	00	80488	17404898
China	99	21258	127215272
China	00	21766	128042583

values

Что такое универсальная модель данных?

Универсальная модель данных (УМД) представляет собой стандартную реляционную модель для гибкого представления разных наборов данных и / или определённые приёмы метамоделирования с помощью стандартных компонентов.

Два основных вида УМД:

1. Создание и расширение УМД с фиксированным набором таблиц требует только добавления новых записей в существующие таблицы без изменения структуры данных.
2. Создание и расширение УМД путём соединения типовых компонентов метамодели по определённым правилам.

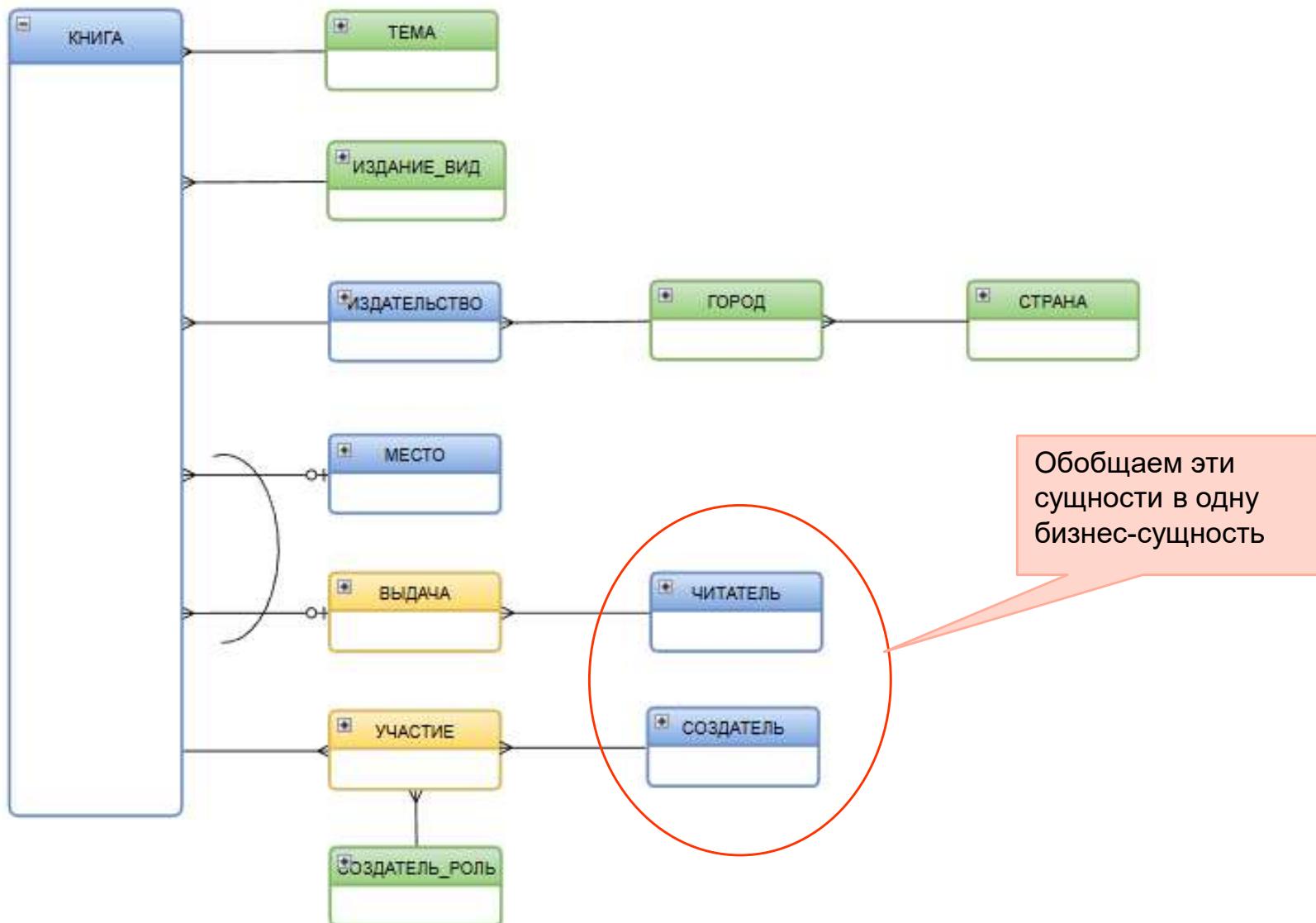
Возможности и особенности универсальных моделей данных

- Результат стандартизации моделей данных
- Обобщение традиционных моделей данных
- Переход к метамоделям данных
- Структура УМД может не зависеть от набора данных
- УМД можно настроить для разных проблемных областей
- Прототипирование решений по БД
- Сокращению затрат на создание и развитие БД

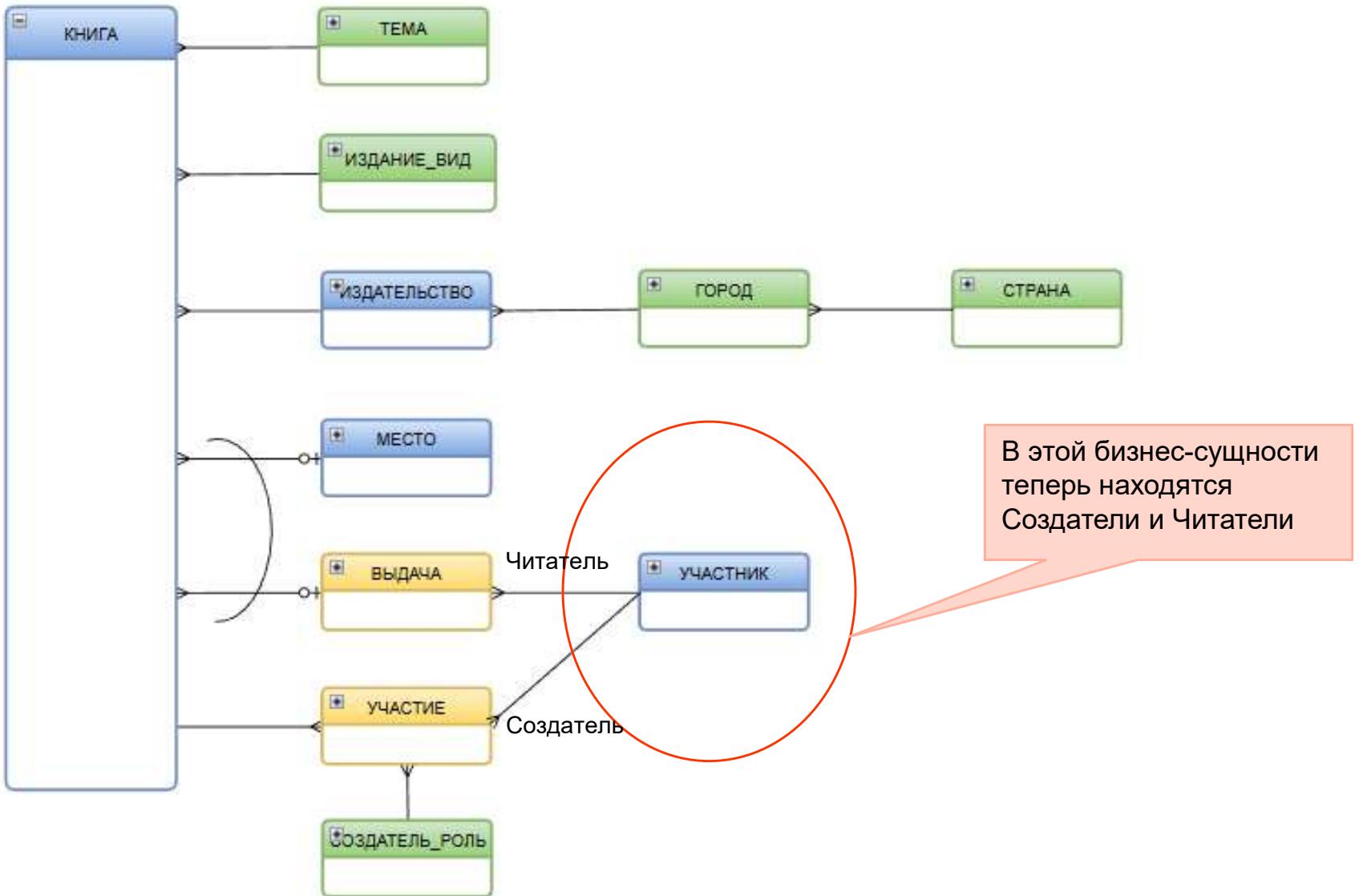
Простые приемы стандартизации и обобщения моделей данных

- Обобщение подобных бизнес-сущностей путём объединения в общую бизнес-сущность
- Стандартизация линейных классификаторов путём объединения в один справочник
- Стандартизация иерархических справочников в виде рекурсивных моделей данных
- Обобщение связей бизнес-сущностей путём их замены кросс-сущностями.

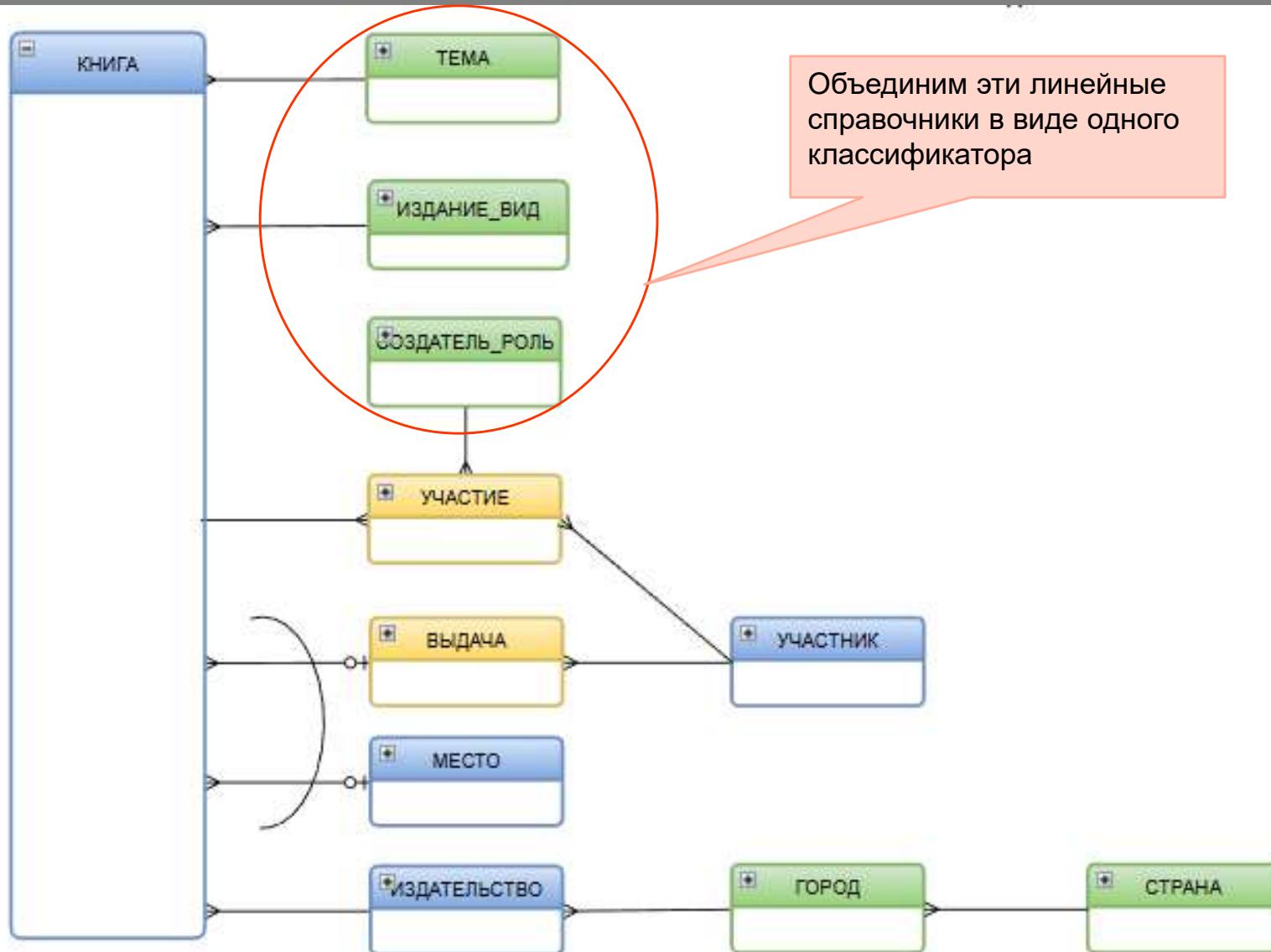
Обобщение подобных бизнес-сущностей (1)



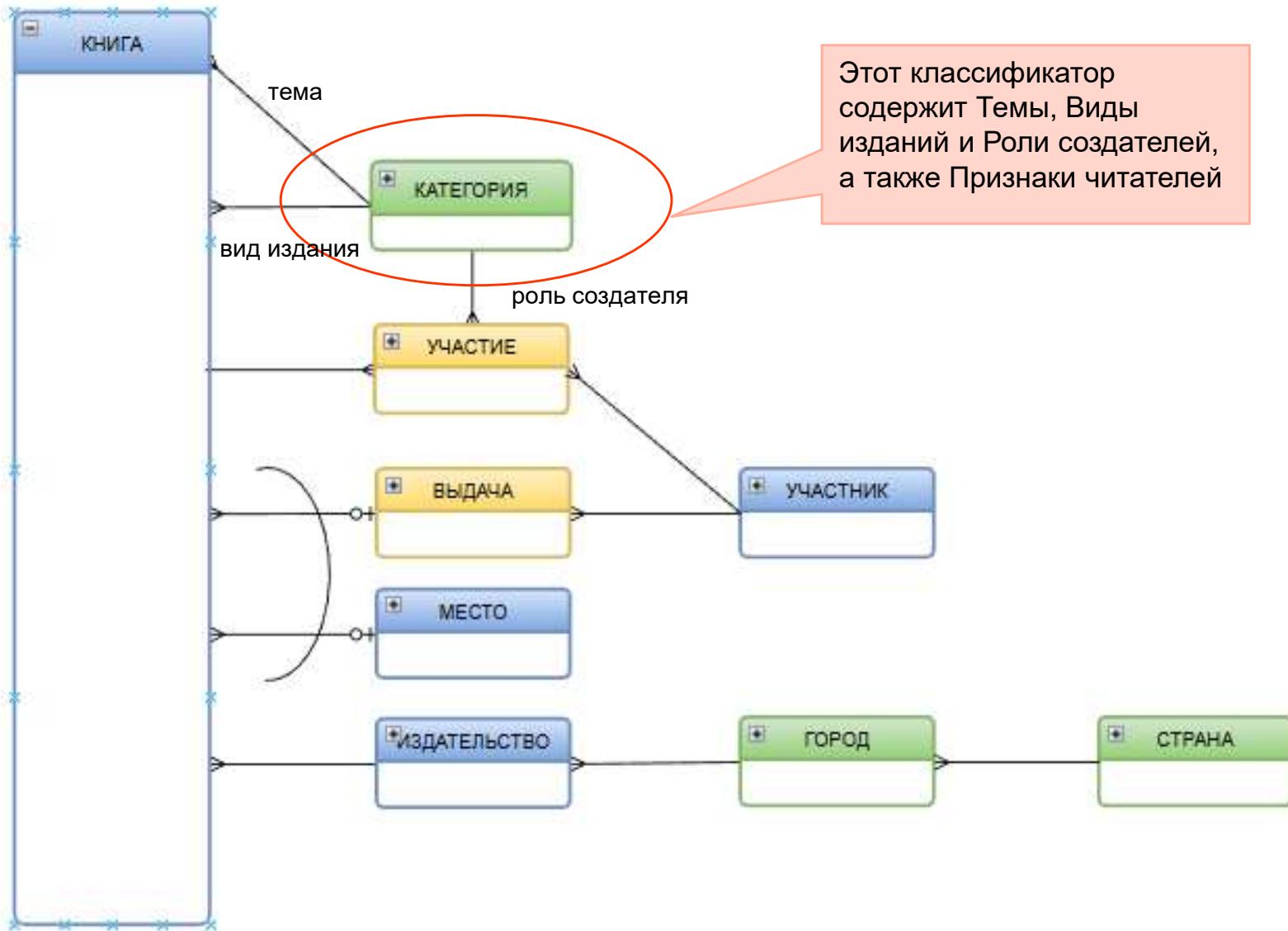
Обобщение подобных бизнес-сущностей (2)



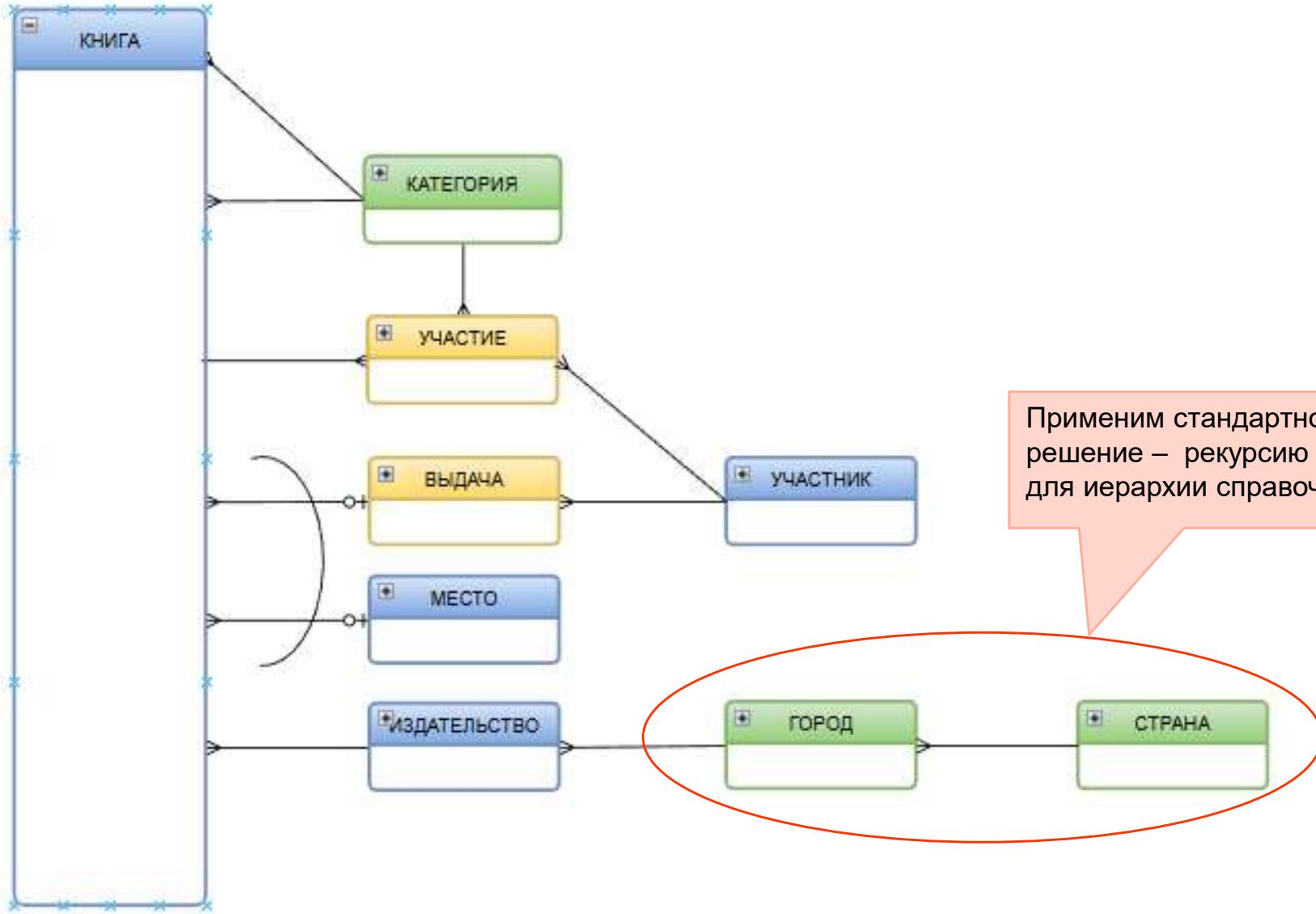
Объединение линейных классификаторов (1)



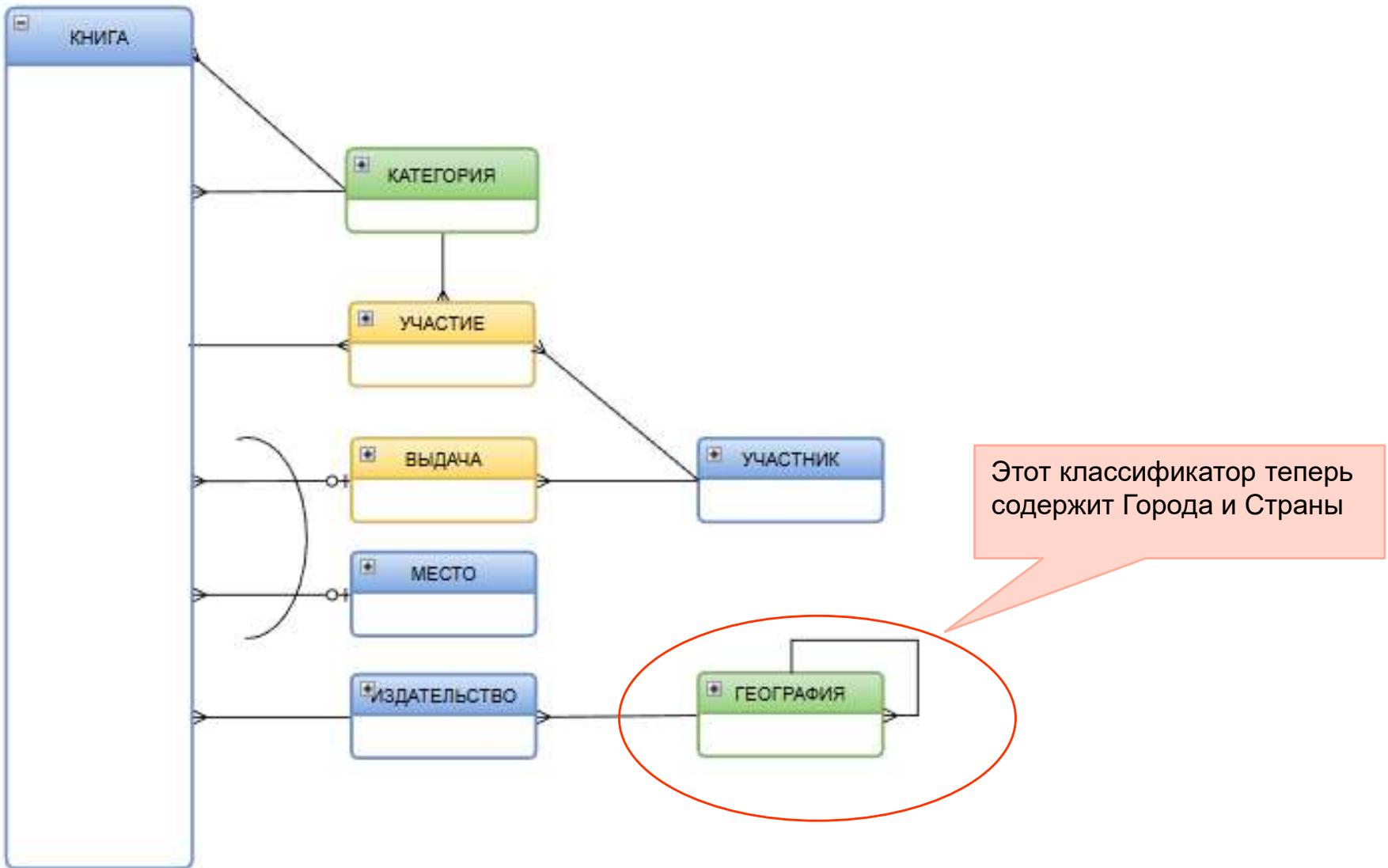
Объединение линейных классификаторов (2)



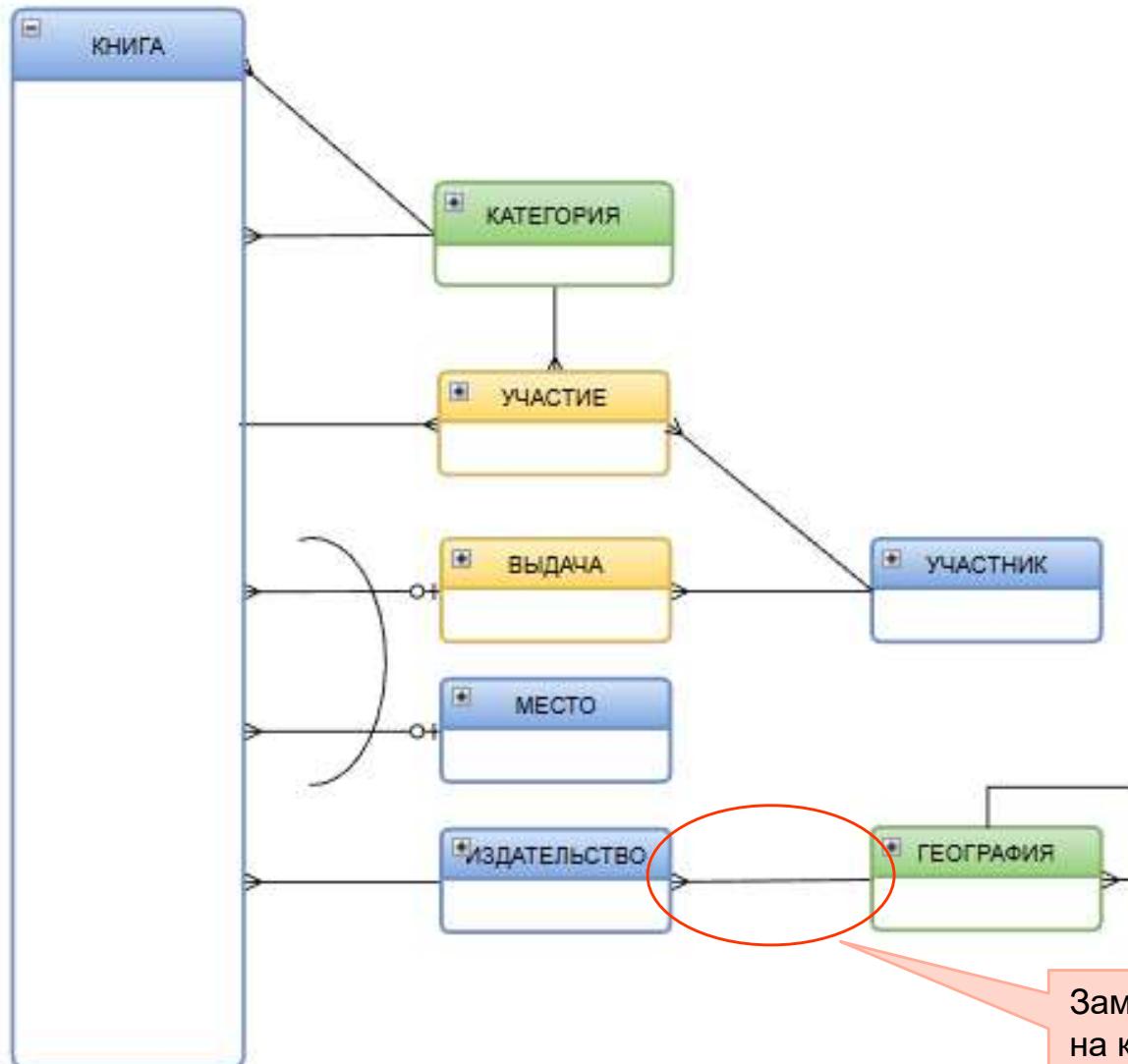
Рекурсии для иерархических справочников (1)



Рекурсии для иерархических справочников (2)

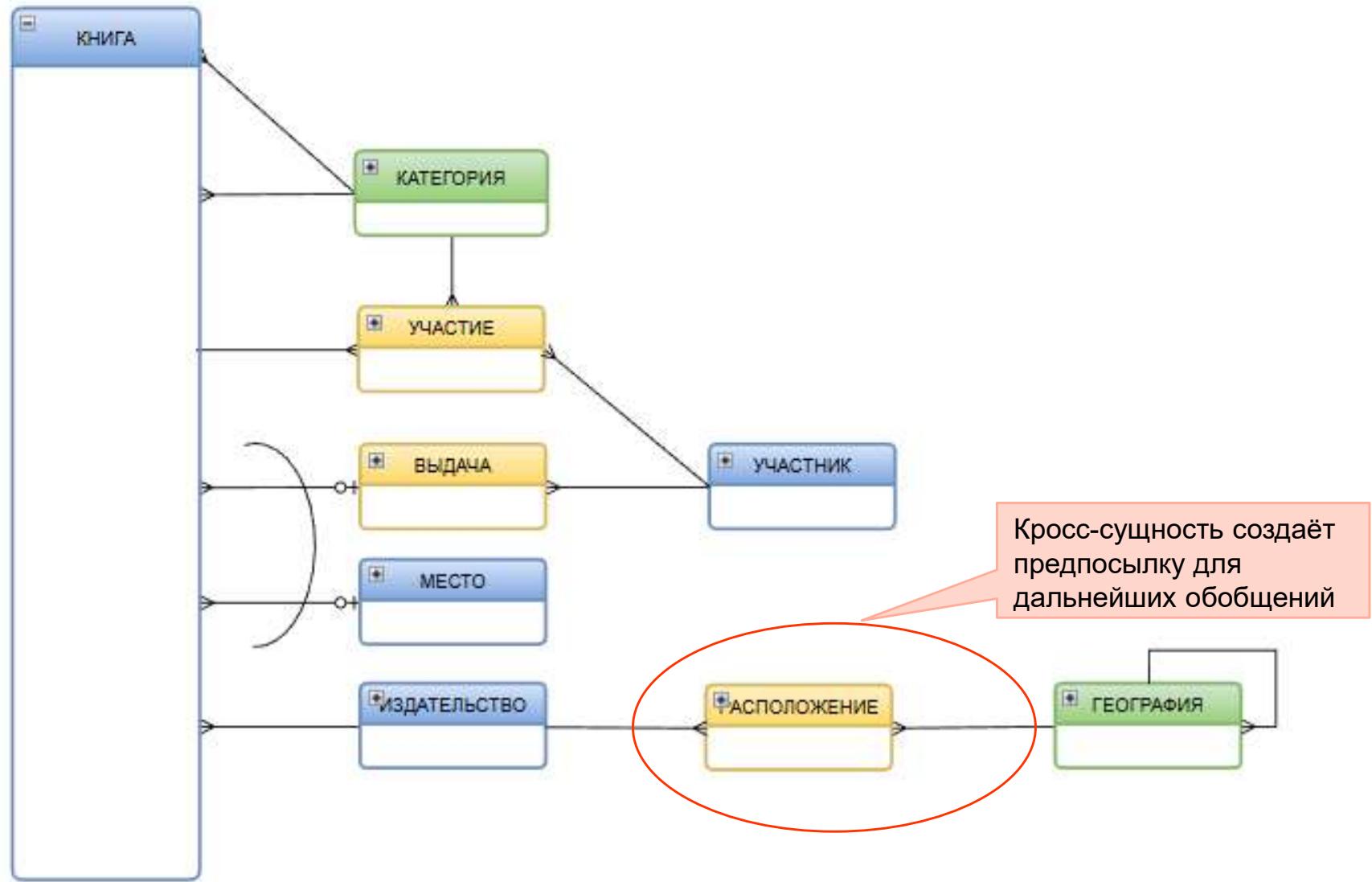


Замена связей кросс-сущностями (1)

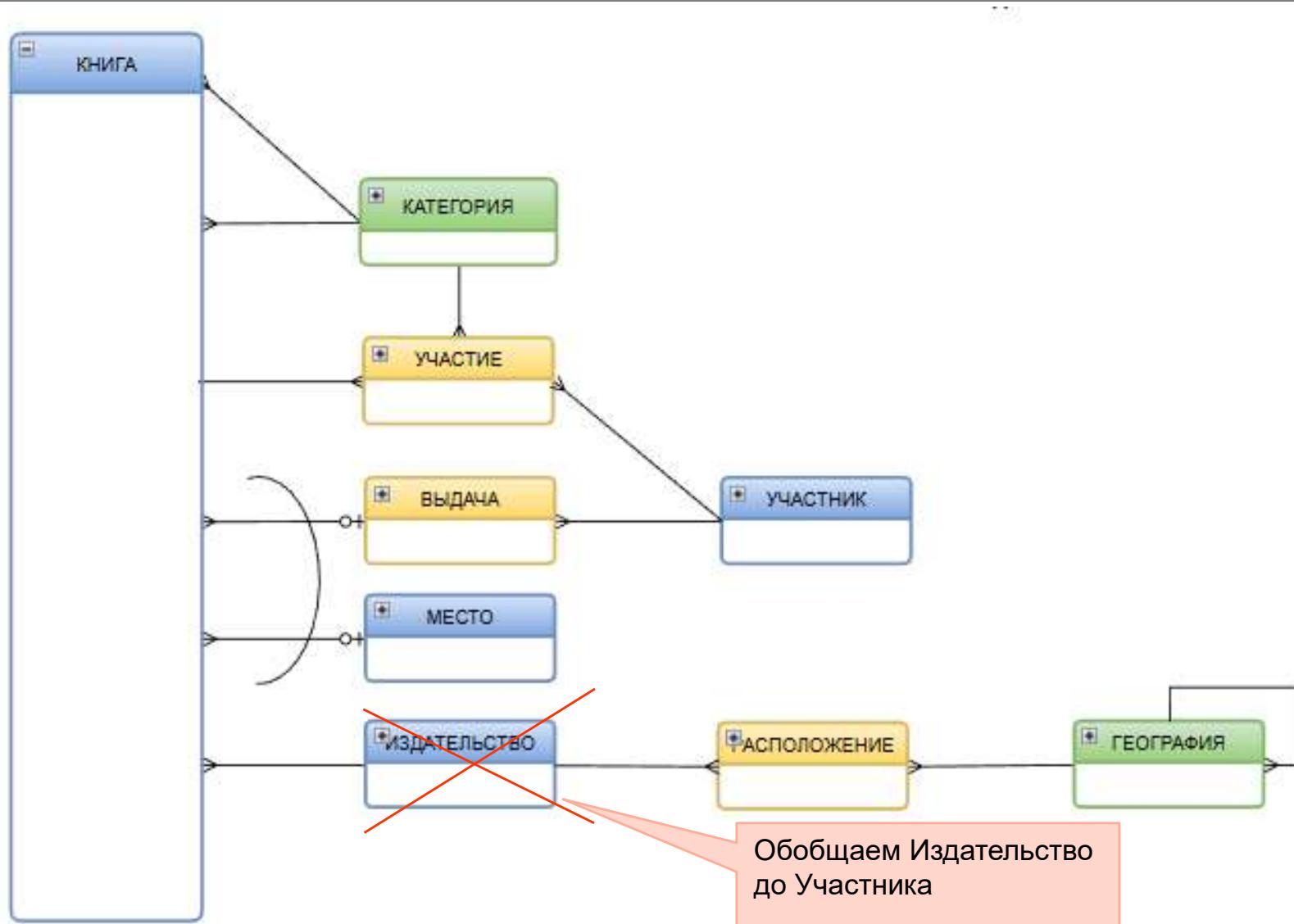


Заменим простую связь
на кросс-сущность

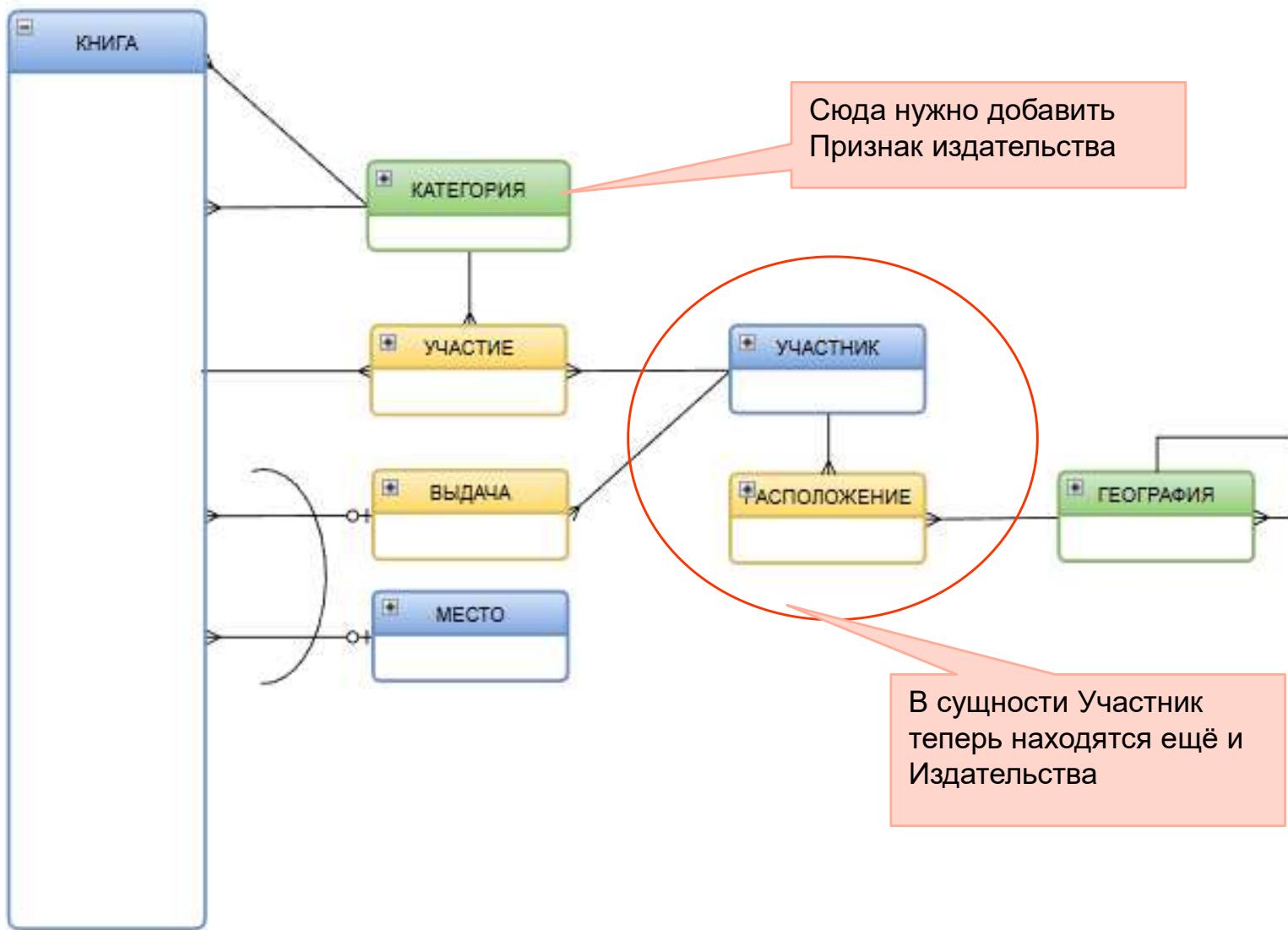
Замена связей кросс-сущностями (2)



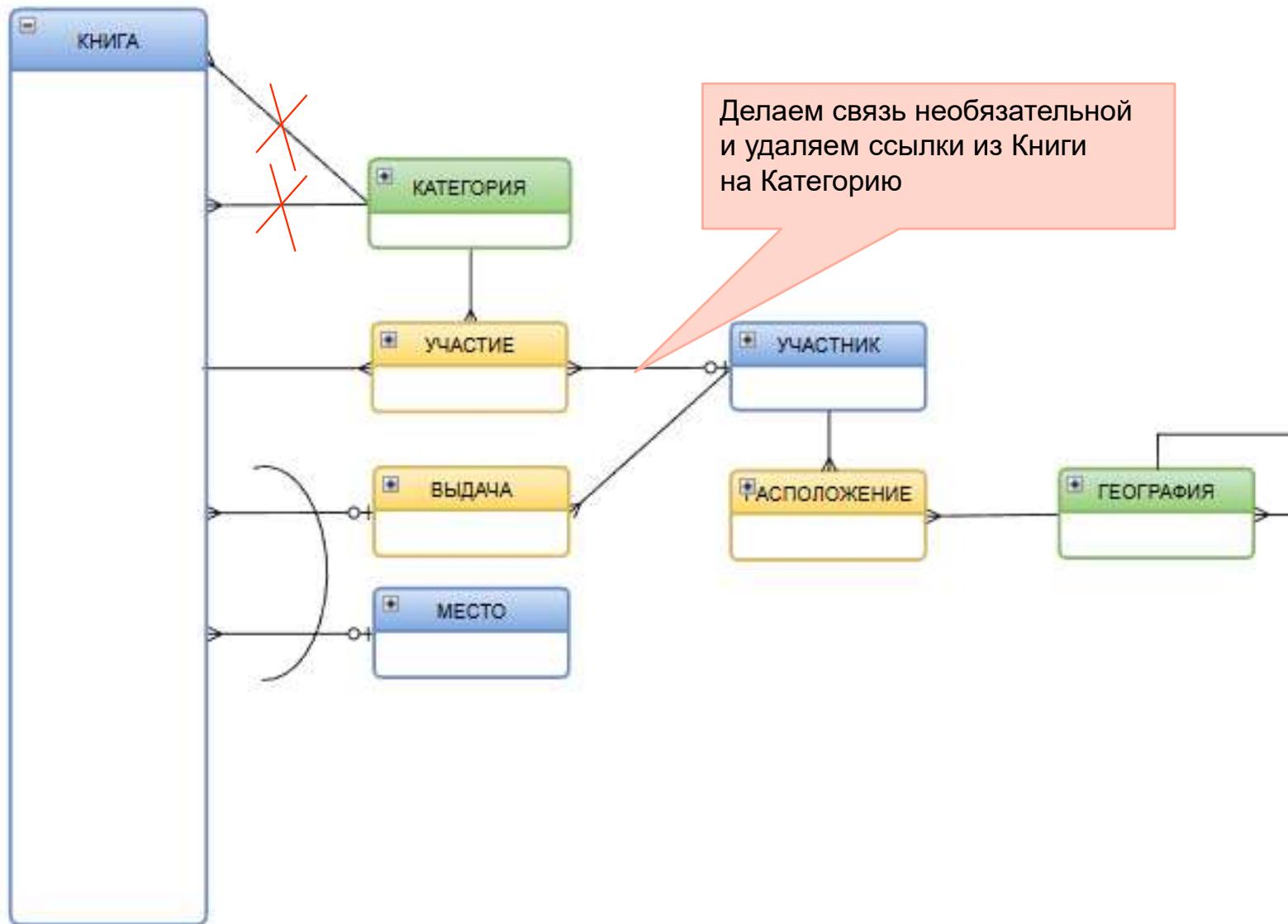
Обобщение подобных бизнес-сущностей (3)



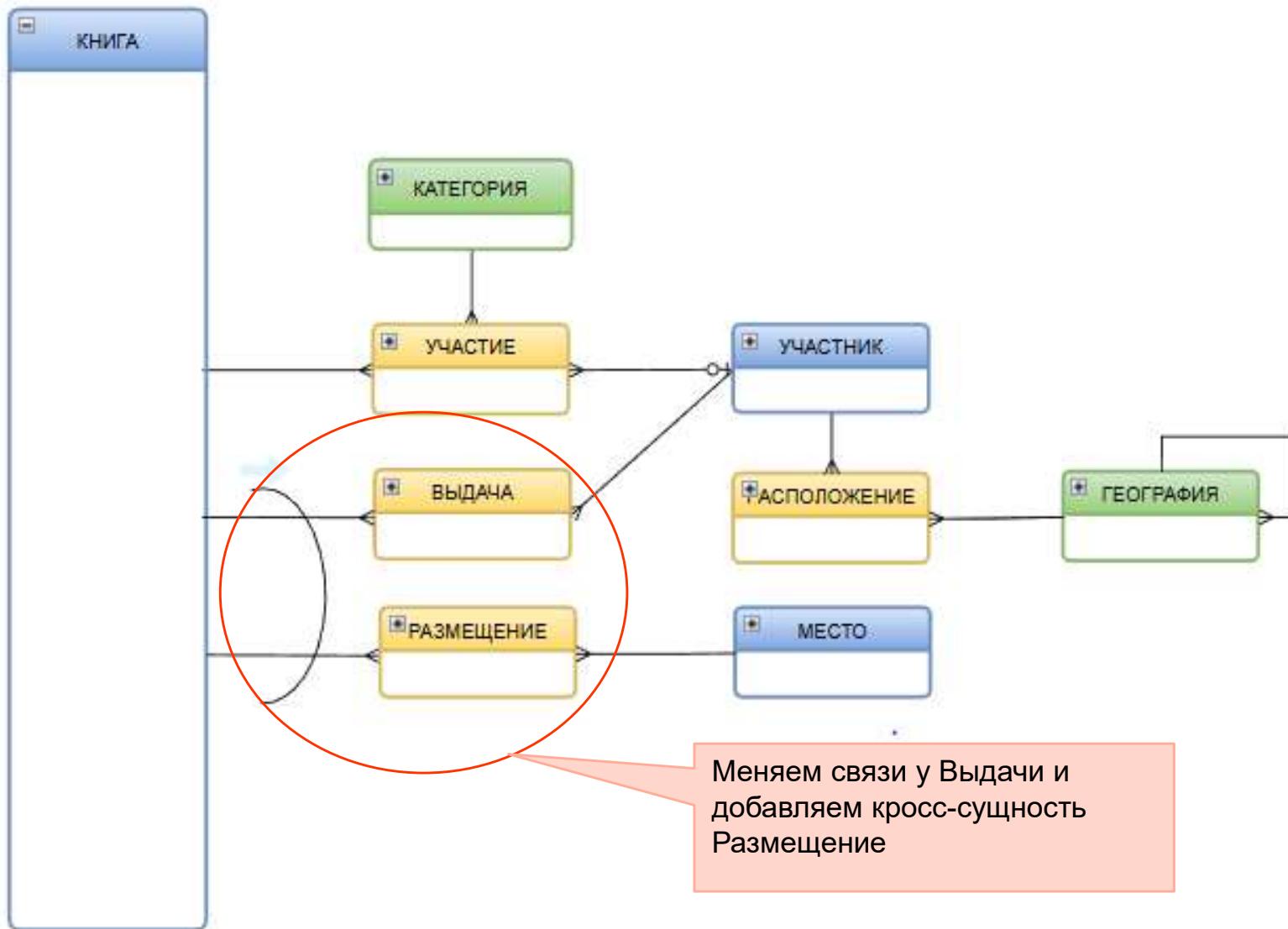
Обобщение подобных бизнес-сущностей (4)



Корректируем связи



Обеспечиваем независимость бизнес-сущности КНИГА



Результат стандартизации и обобщения КМД «Домашняя библиотека»



Характеристика	Начальный вариант	Конечный вариант
Сущностей	12	9
Независимых сущностей	7	5
зависимых сущностей	5	4
Классификаторов	5	2
реестров	5	3
кросс-сущностей	2	4
Связей	11	10

Достоинства и недостатки приёмов стандартизации и обобщения моделей

Повышение уровня абстракции моделей данных важно для интегрированных информационных ресурсов

Унификация представления справочников при их стандартизации

Уменьшение числа справочников и реестров за счёт стандартизации и обобщения бизнес-сущностей

Уменьшение числа независимых сущностей из-за замены связей кросс-сущностями

Гибкость моделей данных за счёт расширения унифицированных справочников, добавления и изменение связей через кросс-сущности.

Ухудшение понимания структуры данных из-за повышения уровня абстракции

Нарушение нормализации данных за счёт наложенных атрибутов справочников и реестров

Увеличение числа кросс-сущностей приводит к таким последствиям:

- **затруднение их ведения**
- **усложнение запросов выборки**

Снижение производительности:

- из-за громоздких и рекурсивных справочников
- из-за сложных соединений сущностей через кросс-сущности.

Сценарии применения УМД

Неопределённый или переменный состав атрибутов сущности предметной области

Пример 1. Химические анализы минералов

Пример 2. Состав продуктов питания

Пример 3. Состав финансовой отчётности

Пример 4. Медицинская диагностика

Объединение сущностей, различающихся атрибутами

Пример 5. Ассортимент товаров в магазине

Пример 6. Работа с разными типами клиентов компании

Неопределённый состав сущностей предметной области

Пример 7. Учёт объектов городского хозяйства

Пример 8. Прототипирование БД (?)

Модели «сущность – атрибут – значение» EAV (Entity-Attribute-Value)

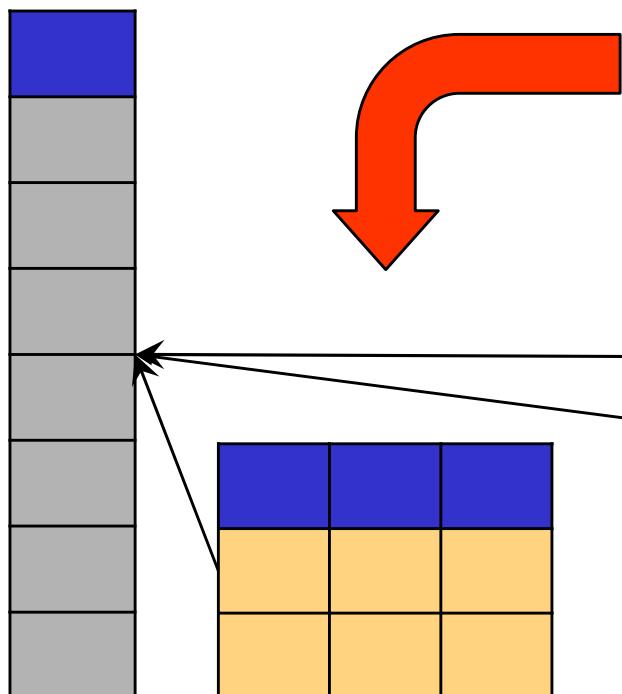
Универсальная модель данных с фиксированным набором таблиц для гибкого представления переменного (неопределенного) состава атрибутов – свойств одной сущности или для объединения сущностей, различающихся атрибутами – свойствами.

Модель оптимизирована для эффективного хранения разреженных матриц или набора неопределённых свойств или значений данных.

Другие названия *вертикальная модель данных* или *открытая схема*.

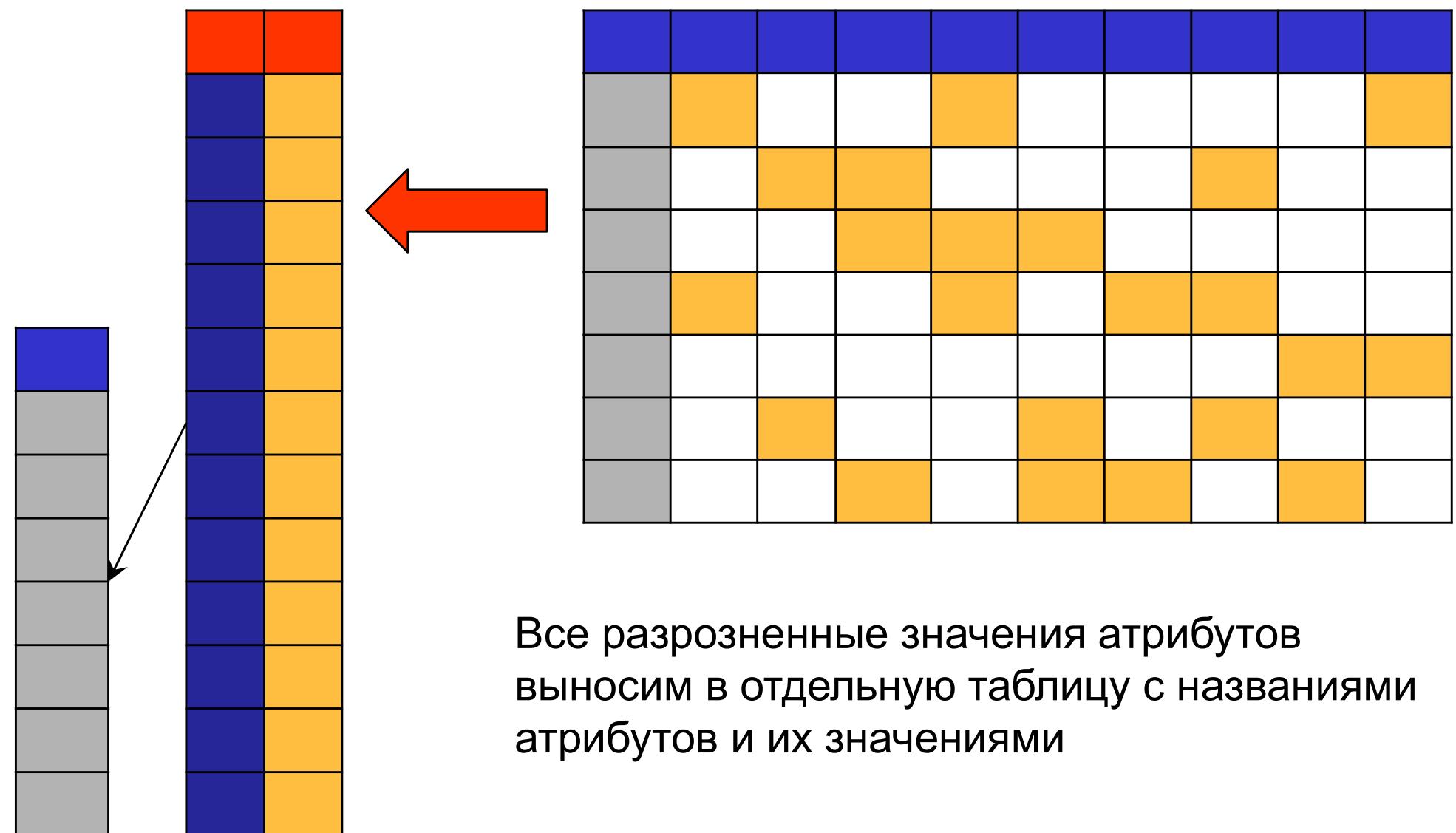
Разреженная таблица с плотными фрагментами

Разбиваем матрицу на отдельные таблицы по плотным фрагментам и связываем вместе.



Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue	Blue
Gray	Orange	Orange	Orange	White	White	White	White	White
Gray	Orange	Orange	Orange	White	White	White	White	White
Gray	White	White	White	Red	Red	Red	White	White
Gray	White	White	White	Red	Red	Red	White	White
Gray	White	White	White	White	White	Green	Green	Green
Gray	White	White	White	White	White	Green	Green	Green
Gray	White	White	White	White	White	Green	Green	Green
Gray	White	White	White	White	White	Green	Green	Green

Разреженная таблица с неплотными фрагментами



Идея метамоделирования таблицы

Широкая (горизонтальная) таблица «Простыня»

№	Имя	Фамилия	Пол	Дата рожд	Отрасль
1	Marinna	Kauschke	Female	1973-03-15	Financial Services
2	Olia	O' Mullan	Female	1973-03-24	Health
3	Brigitte	Whellams	Female	1973-05-09	n/a
4	Ivy	Farr	Female	1973-07-03	IT
5	Beverlee	Ungerechts	Female	1973-10-03	Manufacturing
6	Skipp	Swales	Male	1973-11-14	Entertainment
7	Leighton	Firbanks	Male	1973-12-22	Retail
8	Claudetta	Ricciardiello	Female	1974-04-30	Financial Services
9	Harland	Messenger	Male	1974-05-28	Retail

Узкая (вертикальная) таблица «Портянка»

№	Имя атрибута	Значение
1	Имя	Marinna
1	Фамилия	Kauschke
1	Пол	Female
1	Дата рожд	1973-03-15
1	Отрасль	Financial Services
2	Имя	Olia
2	Фамилия	O' Mullan
2	Пол	Female
2	Дата рожд	1973-03-24
2	Отрасль	Health
3	Имя	Brigitte
3	Фамилия	Whellams
3	Пол	Female
3	Дата рожд	1973-05-09
4	Имя	Ivy
4	Фамилия	Farr
4	Пол	Female
4	Дата рожд	1973-07-03
4	Отрасль	IT
...

Объединение нескольких сущностей в модели EAV

Entity1		
Attribute11	Attribute12	...
Value111	Value121	...
Value112	Value122	...
...

Entity2		
Attribute21	Attribute22	...
Value211	Value221	...
Value212	Value222	...
...

Entity3		
Attribute31	Attribute32	...
Value311	Value321	...
Value312	Value322	...
...



EAV_Entity	
Name	...
Entity1	...
Entity2	...
Entity3	...
...	...

EAV_Attribute	
Name	...
Attribute11	...
Attribute12	...
Attribute21	...
Attribute22	...
Attribute31	...
Attribute32	...
...	...

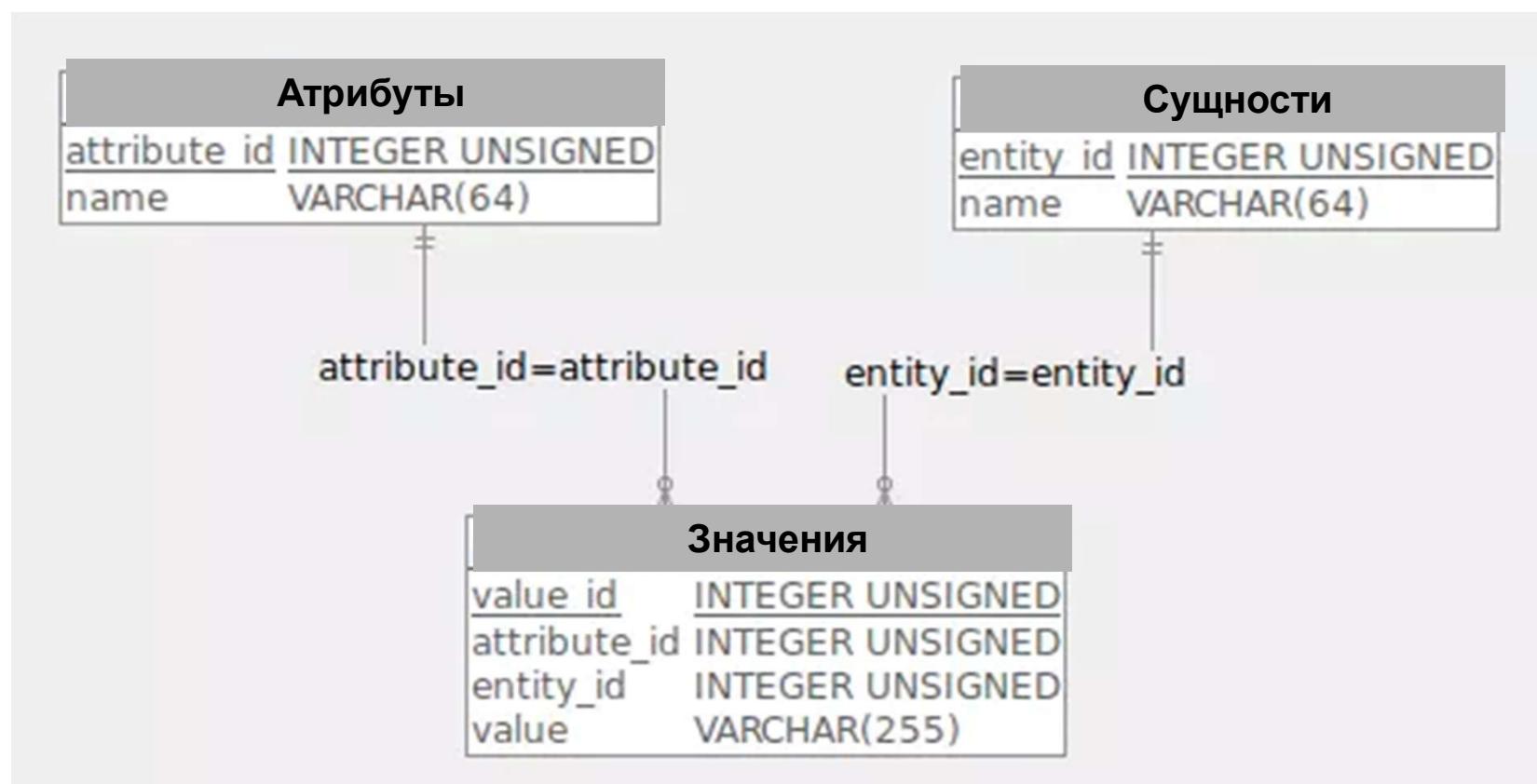
Entity_Ref	Attribute_Ref	Value
Entity1	Attribute11	Value111
Entity1	Attribute11	Value112
Entity1	Attribute12	Value121
...

Варианты реализации модели ЕАУ

1. Типовая реализация с 3-мя таблицами
2. Простая реализация с 2-мя таблицами
3. Реализация с раздельными типами значений
4. Реализация с отражением экземпляров сущностей
5. Гибридная реализация с выделением фиксированных и переменных атрибутов

Типовая реализация модели EAV

Денормализованная модель данных с 3-мя таблицами. В таблице **Значения** заведены ссылки на справочники **Атрибуты** и **Сущности**, а также значение атрибута. Т.е. имеем атрибут с наложенными значениями строкового типа.

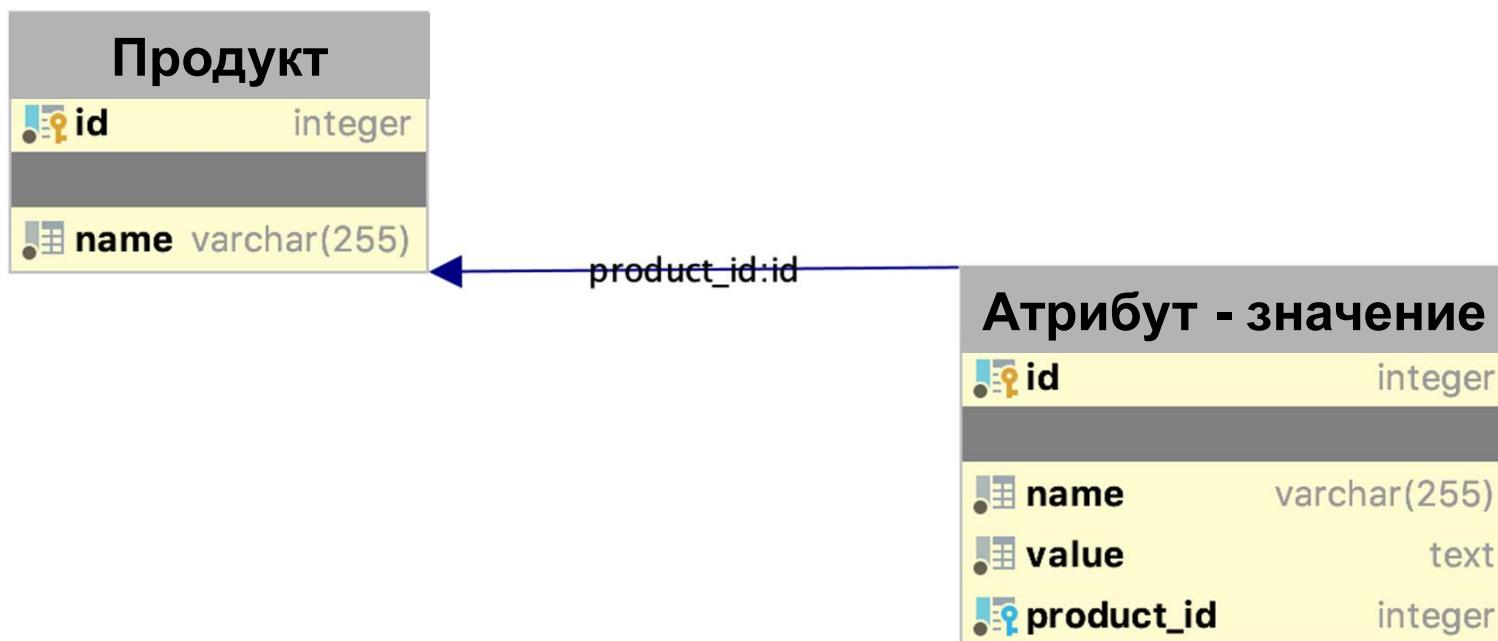


Простая реализация модели ЕАВ

Пример каталога товаров

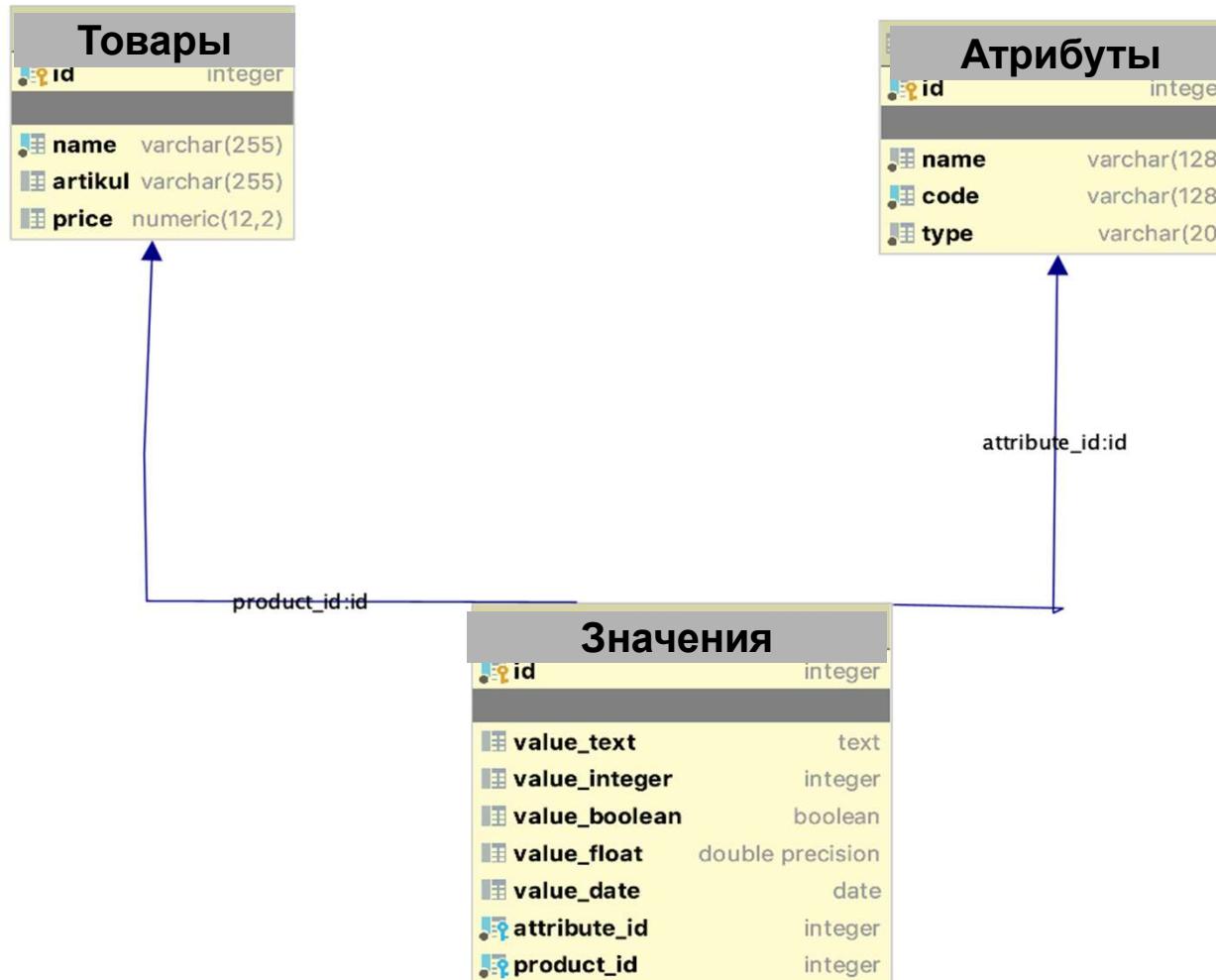
Денормализованная модель с 2-мя таблицами. В таблице **Атрибут-значение** приведены имена атрибутов, их значения и ссылка на справочник **Продуктов**.

Атрибуты всех типов данных представлены в виде строки текста.



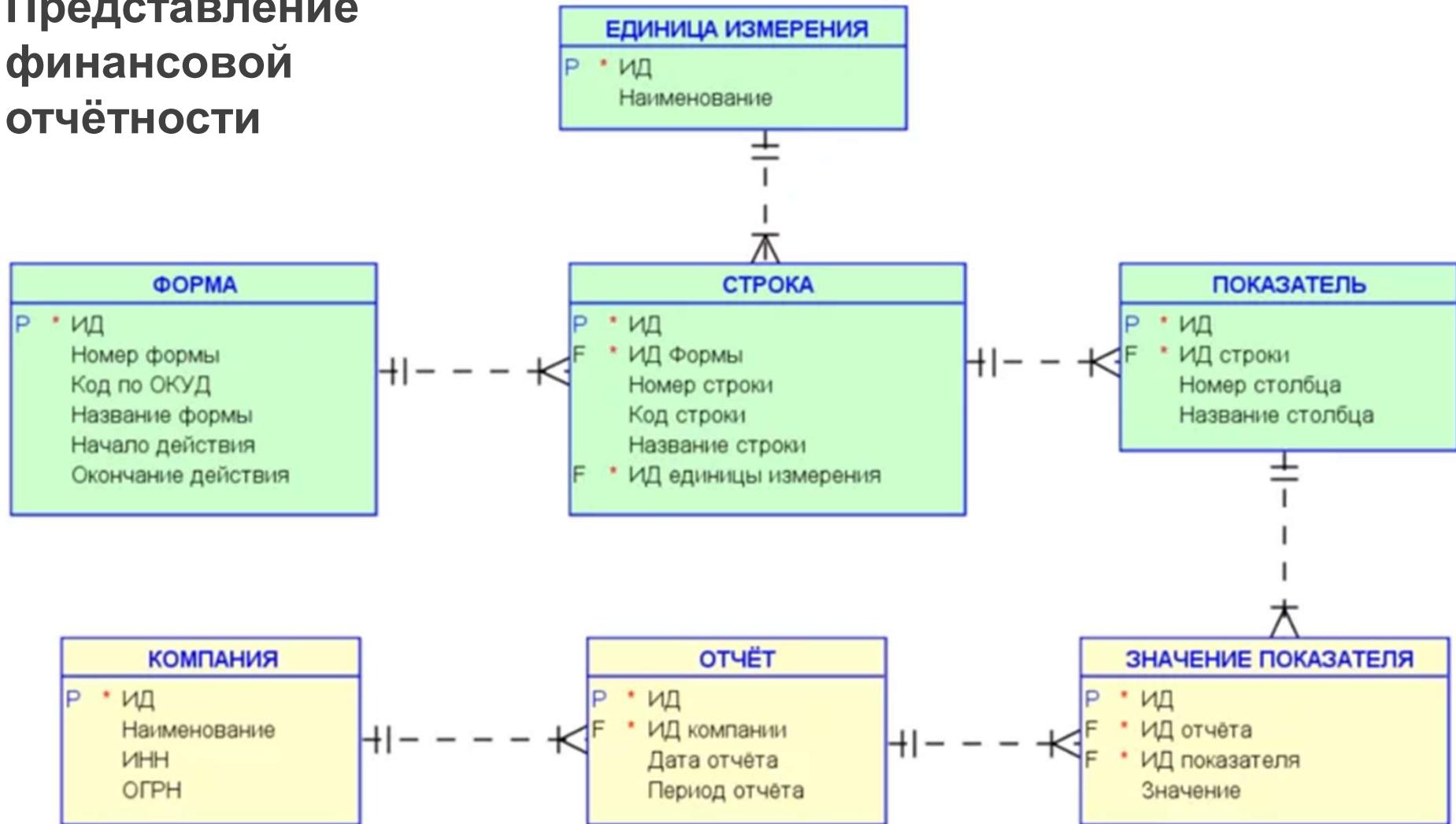
Реализация модели EAV с раздельными типами значений

Пример магазина с широкой номенклатурой товаров



Гибридная реализация модели ЕАВ

Представление финансовой отчётности



Достоинства и недостатки модели ЕАВ

Абстрактное представление сущности с неограниченным набором атрибутов для задания простых или составных значений различных типов данных.

Гибкость добавления новых понятий: не требуется изменение состава и структуры таблиц БД.

Автоматизированное создание и изменение атрибутов: возможно на любом этапе жизненного цикла системы.

Генерация форм ввода данных по описанию атрибутов.

Нельзя использовать ограничения целостности СУБД, надо ввод данных контролировать в клиентской программе.

Сложность обработки данных из-за трудности индексации и невозможности использовать имеющиеся справочники.

Падение производительности на порядок из-за усложнения запросов, чтения сотен тысяч записей, отсутствия оптимизации для такой модели данных и возможной конвертации данных.

Альтернативы EAV

Встроенные в БД сложные типы данных:

- XML
- JSON / JSONB

NOSQL базы данных типа key-value:

- Redis
- Memcached
- Riak
- Apache Cassandra

NOSQL базы данных типа column-family based:

- Apache Cassandra
- Apache HBase

Пример атрибута типа XML

Описания участников создания книги:

```
Books
(PK) book_ID SMALLINT
...
creators XML
...
```

Пример значения атрибута:

```
'<creators editor="Петров А.В."
authors="Шкатов П.Н. Черненький В.М."
artist="Хомич И.С."
/>'
```

Пример атрибута типа JSON

Описания участников создания книги:

Books

(PK) book_ID SMALLINT

...

creators JSON

...

Пример значения атрибута:

```
{"редактор": "Петров А.В.",  
"авторы": ["Иванов С.П.", "Семёнов В.К."],  
"художник": "Филин Р.Б."}
```

**Терпения и удачи всем, кто связан
с моделированием данных**

Спасибо за внимание!



Валерий Иванович Артемьев

МГТУ имени Н.Э. Баумана,
кафедра ИУ-5

Банк России,
Департамент данных, проектов и процессов

**Тел.: +7(495) 753-96-25
e-mail: viart@bmstu.ru**