

Автоматическая поддержка целостности по ссылкам

Ситуации, при которых возможно нарушение целостности связей	Действия СУБД
1. Обновление подчиненной таблицы, т.е. вставка новых записей или изменение значений внешнего ключа (FK) для существующих записей	Следить, чтобы не появлялись некорректные значения внешнего ключа (FK) и сообщать о таких ситуациях

Автоматическая поддержка целостности по ссылкам (продолжение)

Ситуации, при которых возможно нарушение целостности связей	Действия СУБД
2. Изменение значений первичного ключа (РК) в главной таблице	Автоматическое обновление значений внешнего ключа (FK) в связанных записях подчиненных таблиц <i>(каскадное обновление)</i>

3. Из главной таблицы требуется удалить запись, с которой связаны подчиненные записи

Возможны три подхода:

- а) запретить такую операцию, т.е. **предварительно нужно удалить подчиненные записи** либо соответствующим образом изменить значения FK для этих записей
- б) во всех подчиненных записях, которые ссылаются на удаляемую запись, **присвоить неопределенное значение внешнему ключу (FK)**
- в) одновременно с удалением записи из главной таблицы удалить все подчиненные записи, которые ссылаются на удаляемую запись (**каскадное удаление**)

Установка режимов поддержки целостности связей в СУБД MS Access

Изменение связей

Таблица/запрос: Кафедры Связанная таблица/запрос: Преподаватели

Код кафедры	Код кафедры

Обеспечение целостности данных
 каскадное обновление связанных полей
 каскадное удаление связанных записей

Тип отношения: один-ко-многим

Создать
Отмена
Объединение...
Новое..

Реляционная алгебра и реляционное исчисление

Реляционная алгебра (РА) и реляционное исчисление (РИ) – это инструменты для манипулирования табличными данными в реляционных БД.

В частности, любой запрос к БД можно записать в виде некоторой формулы РА или некоторого выражения (предиката) РИ.

Средства РА и РИ эквивалентны между собой, однако отличаются уровнем (степенью) **процедурности**.

РА – это теоретический язык операций, которые позволяют получить на основе одной или нескольких таблиц другую таблицу.

Можно конструировать вложенные формулы, причем для любой глубины вложенности результатом **всегда** является таблица (свойство **замкнутости** на таблицы).

Формулы РА, состоящие из отдельных операндов и операций, имеют четко выраженную **процедурность**, т.к. результат запроса, который записан в виде формулы РА, **вычисляется** при поочередном выполнении элементарных операций

В отличие от этого, выражение РИ ***только формулирует условия***, которым должен удовлетворять результат запроса.

Поэтому средства РИ являются ***непроцедурными*** или ***декларативными*** (описательными), т.к. они всего лишь ***описывают свойства*** желаемого результата.

В совокупности РА и РИ составляют **формальную основу** реальных языков DML (Data Manipulation Language) для существующих СУБД.

К примеру, **язык SQL** с точки зрения пользователя является **непроцедурным языком**, т.к. при записи запроса на этом языке в первую очередь указываются источники данных и условия, которым должен удовлетворять требуемый результат.

С другой стороны, при выполнении запроса **на уровне СУБД** реализуется некоторая **процедура** с использованием операций РА

Операции реляционной алгебры

Любая таблица (отношение) – это **множество** записей, а отдельная запись – это **множество** значений атрибутов.

Следовательно, традиционные операции, которые применяются в **теории множеств**, пригодны для манипулирования табличными данными в реляционных БД.

Дополнением к этому являются **специальные операции**, которые нужны для работы с базами данных.

Теоретико-множественные операции	Специальные реляционные операции
1. Объединение таблиц 2. Разность таблиц 3. Пересечение таблиц 4. Декартово произведение таблиц	1. Выборка из таблицы (селекция) 2. Проекция таблицы 3. Соединение таблиц 4. Деление таблиц

Этот набор операций РА был предложен Коддом (Codd E.F.) в 1972 г.

Среди перечисленных восьми операций **основными** являются следующие **пять**:

- выборка (selection);
- проекция (projection);
- декартово произведение (Cartesian product);
- объединение таблиц (union);
- ~~разность таблиц (difference)~~ **Остальные операции – дополнительные:**
- соединение (join);
- пересечение (intersection);
- деление (division).

Каждую из дополнительных операций можно выразить в терминах пяти основных.

Объединение таблиц: $R = X \cup Y$

Результатом этой бинарной операции является таблица **R**, в которой каждая запись принадлежит либо таблице **X**, либо таблице **Y**.

Таблицы **X** и **Y** должны быть *совместимыми*:

- одинаковое число атрибутов;
- соответствующие атрибуты имеют одинаковый домен.

X=

ID	ФИО
123	Иванов
124	Петров
125	Смирнов

Y=

ID	ФИО
122	Васин
124	Петров
125	Смирнов
126	Усов

R=

ID	ФИО
122	Васин
123	Иванов
124	Петров
125	Смирнов
126	Усов

Разность таблиц: $R=X-Y$

Результатом этой бинарной операции является таблица **R**, в которой каждая запись принадлежит таблице **X**, но не принадлежит таблице **Y**.

Таблицы **X** и **Y** должны быть **совместимыми**.

X=

ID	ФИО
222	Иванов
223	Сидоров
224	Пушкин
226	Цветков
228	Козлов

Y=

ID	ФИО
226	Цветков
228	Козлов
225	Петров
227	Мухин

R=

ID	ФИО
222	Иванов
223	Сидоров
224	Пушкин

Пересечение таблиц: $R = X \cap Y$

Результатом этой бинарной операции является таблица R , в которой каждая запись принадлежит как таблице X , так и таблице Y .

$X =$

ID	ФИО
122	Васин
123	Иванов
124	Петров
125	Смирнов
126	Усов

$Y =$

ID	ФИО
121	Акимов
124	Петров
125	Смирнов
127	Федоров

$R =$

ID	ФИО
124	Петров
125	Смирнов

Выражение $(X - Y)$ дает записи из X , которых нет в Y . Тогда из тождества $X \cap Y = X - (X - Y)$ вытекает, что операция пересечения является производной от операции разности.

Декартово произведение: $R=X \times Y$

Результатом этой бинарной операции является таблица **R**, в которой все записи получены как неповторяющиеся сцепления одной записи из таблицы **X** и одной записи из таблицы **Y**.

Ограничений на структуру таблиц **X** и **Y** нет.

X=

A	B	C
1	2	3
3	2	2

Y=

D	E
8	9
10	11
12	13

R=

A	B	C	D	E
1	2	3	8	9
1	2	3	10	11
1	2	3	12	13
3	2	2	8	9
3	2	2	10	11
3	2	2	12	13

Проекция таблицы: $R = \Pi_{\langle \text{список} \rangle}(X)$

Эта унарная операция получает результирующую таблицу **R** путем удаления из таблицы **X** всех атрибутов, которые не входят в **заданный список**.

Повторяющиеся записи исключаются.

$X =$

ID	ФИО	Пол	Группа
123	Иванов	муж	С-86
245	Петрова	жен	С-87
378	Смирнов	муж	С-87
272	Усова	жен	С-86

$$R = \Pi_{\text{ФИО, Группа}}(X) =$$

ФИО	Группа
Иванов	С-86
Петрова	С-87
Смирнов	С-87
Усова	С-86

Выборка из таблицы: $R = \sigma_{\langle \text{условие} \rangle}(X)$

Эта унарная операция включает в результирующую таблицу R только те записи из таблицы X , которые удовлетворяют *заданному условию*.

$X =$

ID	ФИО	Пол
123	Иванов	муж
245	Петрова	жен
378	Смирнов	муж
272	Усова	жен

$R = \sigma_{\text{Пол=муж}}(X) =$

ID	ФИО	Пол
123	Иванов	муж
378	Смирнов	муж

Операция соединения (join)

При этой операции соединяются записи, которые хранятся в разных таблицах и характеризуются определенными логическими связями.

Операция соединения имеет **несколько разновидностей**
1. **Естественное соединение: $R = X \triangleright \triangleleft Y$**

Из таблиц X и Y связываются записи, которые имеют **равные значения** в общих (одноименных) столбцах.

В таблице R каждый из общих столбцов остается в **единственном экземпляре**.

X=

ID	ФИО	Группа
1	Иванов	С-86
2	Петрова	С-87
3	Смирнов	С-87
4	Усова	С-86

Y=

ID	Оценка
2	4
4	5
3	3
5	4

R=X \triangleright \triangleleft **Y=**

ID	ФИО	Группа	Оценка
2	Петрова	С-87	4
3	Смирнов	С-87	3
4	Усова	С-86	5

2. Θ -соединение: $R = X \triangleright \triangleleft_{\Theta} Y$

Из таблиц X и Y связываются записи, в которых значения для определенных столбцов удовлетворяют заданному условию Θ .

Условие Θ записывается в виде логического выражения, в котором могут присутствовать следующие операторы сравнения: $=$, $<>$, $<$, $>$, $<=$, $>=$.

$$X \triangleright \triangleleft_{\Theta} Y = \sigma_{\Theta}(X \times Y)$$

Если в выражении Θ используется только условие равенства ($=$), то Θ -соединение называют **эквисоединением**.

3. Внешнее соединение (outer join)

Для этой операции существует *несколько разновидностей*.

❖ Левое внешнее соединение: $R=X \supset \triangleleft Y$

Выполняется как естественное соединение, но в таблицу **R** попадают даже те записи из таблицы **X**, для которых не подходит ни одна из записей в таблице **Y**.

Следовательно, в таблицу **R** включаются *абсолютно все данные* из таблицы **X**.

$$X =$$

ID	ФИО	Группа
1	Иванов	С-86
2	Петрова	С-87
3	Смирнов	С-87
4	Усова	С-86

$$Y =$$

ID	Оценка
2	4
4	5
3	3
5	4

$$R = X \supset \triangleleft Y$$

$$=$$

ID	ФИО	Группа	Оценка
1	Иванов	С-86	NULL
2	Петрова	С-87	4
3	Смирнов	С-87	3
4	Усова	С-86	5

❖ **Правое внешнее соединение: $R=X \triangleright \subset Y$**

Выполняется как естественное соединение, но в таблицу **R** попадают даже те записи из таблицы **Y**, для которых не подходит ни одна из записей в таблице **X**.

Следовательно, в таблицу **R** включаются **абсолютно все данные** из таблицы **Y**.

❖ **Полное внешнее соединение: $R=X \supset \subset Y$**

Формируется как объединение результатов левого и правого внешних соединений для таблиц **X** и **Y**:

X=

ID	ФИО	Группа
1	Иванов	С-86
2	Петрова	С-87
3	Смирнов	С-87
4	Усова	С-86

Y=

ID	Оценка
2	4
4	5
3	3
5	4

R=X \triangleright \subset Y
=

ID	ФИО	Группа	Оценка
2	Петрова	С-87	4
4	Усова	С-86	5
3	Смирнов	С-87	3
5	NULL	NULL	4

$X =$

ID	ФИО	Группа
1	Иванов	С-86
2	Петрова	С-87
3	Смирнов	С-87
4	Усова	С-86

 $Y =$

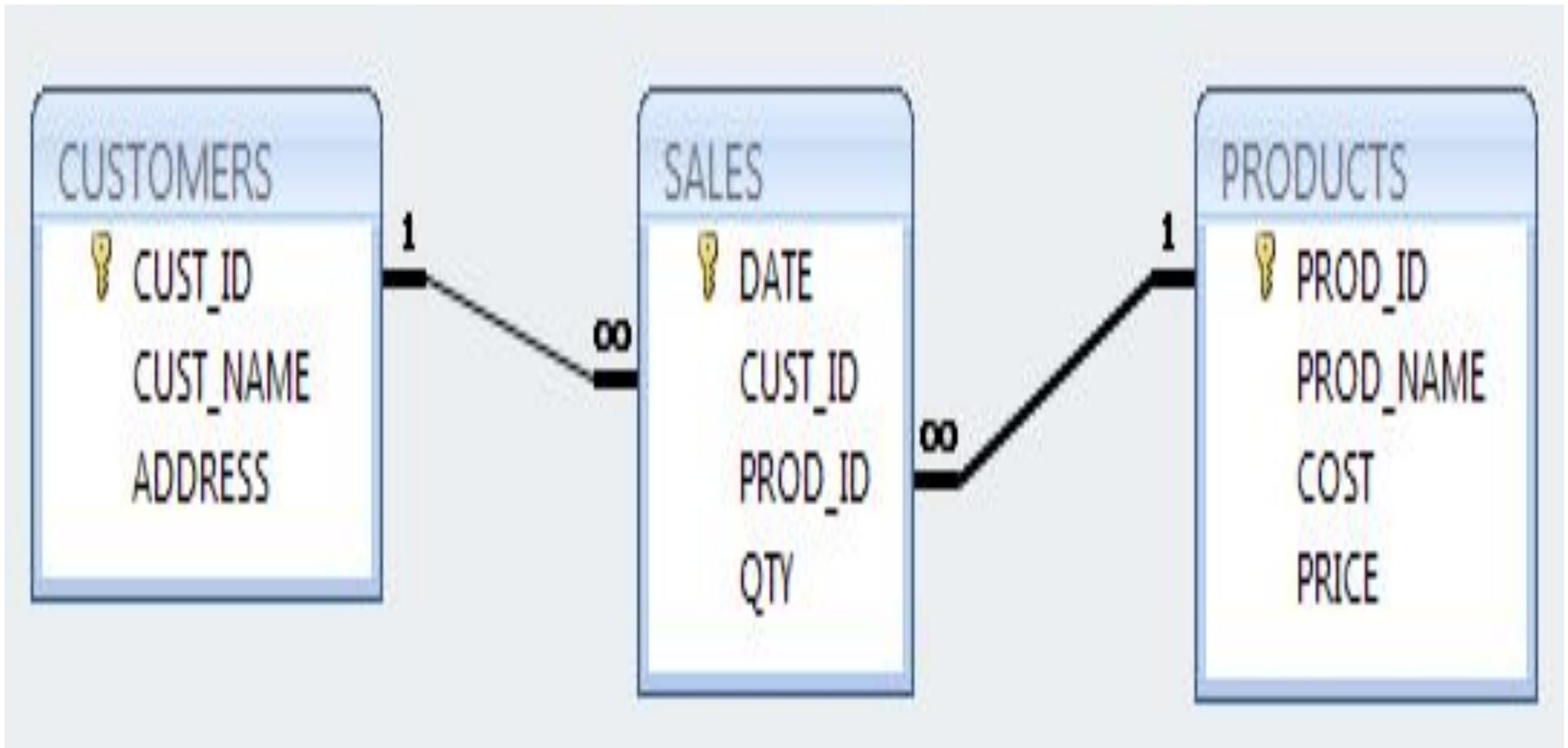
ID	Оценка
2	4
4	5
3	3
5	4

 $R = X \supset \subset Y =$

ID	ФИО	Группа	Оценка
1	Иванов	С-86	NULL
2	Петрова	С-87	4
3	Смирнов	С-87	5
4	Усова	С-86	3
5	NULL	NULL	4

Примеры запросов в виде формул РА

Рассмотрим БД со следующей структурой:



Запрос 1: вывести список клиентов, которые покупали товар с кодом 2518

Вариант 1

$A := \text{CUSTOMERS} \triangleright \triangleleft \text{SALES}$

$R := \Pi_{\text{CUST-NAME}}(\sigma_{\text{PROD-ID}=2518}(A))$

Вариант 2

$A := \sigma_{\text{PROD-ID}=2518}(\text{SALES})$

$R := \Pi_{\text{CUST-NAME}}(\text{CUSTOMERS} \triangleright \triangleleft A)$

Для варианта 2 кардинальность таблицы A значительно меньше, чем у таблицы SALES.

Следовательно, в этом случае операция соединения выполняется существенно быстрее.

Запрос 2: вывести список клиентов,
которые покупали товар XXXXX

A := $\sigma_{\text{PROD_NAME}=\text{"XXXXX"}}(\text{PRODUCTS})$

B := SALES $\triangleright \triangleleft$ A

R := $\Pi_{\text{CUST_NAME}}(\text{CUSTOMERS} \triangleright \triangleleft \text{B})$