

Содержание

Об авторе	29
Предисловие к восьмому изданию	31
Для кого предназначена эта книга	31
Структура книги	31
Дополнительные материалы, доступные в оперативном режиме	32
Как читать эту книгу	33
Сравнение с предыдущими изданиями	34
Отличительные особенности данной книги	35
Заключительное замечание	37
Благодарности	37
Ждем ваших отзывов!	39
ЧАСТЬ I. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ	41
Глава 1. Базы данных и управление ими	43
1.1. Вводный пример	43
1.2. Общее определение системы баз данных	46
Данные	47
Аппаратное обеспечение	49
Программное обеспечение	49
Пользователи	50
1.3. Общее определение базы данных	51
Перманентные данные	51
Сущности и связи	52
Свойства	55
Данные и модели данных	56
1.4. Назначение баз данных	58
Администрирование данных и администрирование базы данных	59
Преимущества подхода, предусматривающего использование базы данных	59
1.5. Независимость от данных	62
1.6. Реляционные и другие системы	68
1.7. Резюме	71
Упражнения	72
Список литературы	74

8 *Содержание*

Глава 2. Архитектура системы баз данных	75
2.1. Введение	75
2.2. Три уровня архитектуры	76
2.3. Внешний уровень	79
2.4. Концептуальный уровень	82
2.5. Внутренний уровень	83
2.6. Отображения	84
2.7. Администратор базы данных	85
2.8. Система управления базой данных	87
2.9. Система управления передачей данных	91
2.10. Архитектура “клиент/сервер”	92
2.11. Утилиты	94
2.12. Распределенная обработка	95
2.13. Резюме	99
Упражнения	100
Список литературы	101
Глава 3. Введение в реляционные базы данных	103
3.1. Введение	103
3.2. Реляционная модель	103
Более формальное определение	108
3.3. Отношения и переменные отношения	109
3.4. Смысл отношений	111
3.5. Оптимизация	114
3.6. Каталог	116
3.7. Базовые переменные отношения и представления	117
3.8. Транзакции	122
3.9. База данных поставщиков и деталей	123
3.10. Резюме	125
Упражнения	127
Список литературы	128
Глава 4. Введение в язык SQL	133
4.1. введение	133
4.2. Обзор языка SQL	135
4.3. Каталог	138
4.4. Представления	139
4.5. Транзакции	140
4.6. Внедрение операторов SQL	140
Операции, в которых не используются курсоры	144
Операции, в которых используются курсоры	145
Динамический язык SQL и интерфейс SQL/CLI	148
4.7. Несовершенство языка SQL	152
4.8. Резюме	152
Упражнения	153
Список литературы	155

ЧАСТЬ II. РЕЛЯЦИОННАЯ МОДЕЛЬ	163
Глава 5. Типы	165
5.1. Введение	165
5.2. Определение значений и переменных	167
Типизация значений и переменных	168
5.3. Определения типов и форматов представления	169
Определения скалярных и нескаларных типов	170
Возможные форматы представления, селекторы и операторы THE_	170
5.4. Определение типа	175
5.5. операторы	178
Преобразования типов	181
Заключительные замечания	183
5.6. Генераторы типов	184
5.7. Средства SQL	186
Встроенные типы	186
Типы DISTINCT	188
Структурированные типы	191
Генераторы типов	194
5.8. Резюме	196
Упражнения	198
Список литературы	200
Глава 6. Отношения	201
6.1. Введение	201
6.2. Кортежи	201
Свойства кортежей	203
Генератор типа TUPLE	203
Операции с кортежами	204
Сравнение типов кортежей и возможных представлений	206
6.3. Типы отношений	207
Генератор типа RELATION	209
6.4. Значения отношений	209
Сравнение отношений и таблиц	212
Атрибуты со значениями в виде отношения	214
Отношения без атрибутов	216
Операции с отношениями	217
6.5. Переменные отношения	219
Определение базовой переменной отношения	219
Обновление переменных отношения	221
Переменные отношения и их интерпретация	224
6.6. Средства SQL	225
Строки	225
Типы таблиц	226
Значения и переменные таблицы	227
Структурированные типы	229
6.7. Резюме	232
Упражнения	234
Список литературы	236

10 Содержание

Глава 7. Реляционная алгебра	241
7.1. Введение	241
7.2. Дополнительные сведения о реляционном свойстве замкнутости	244
7.3. Оригинальная алгебра — синтаксис	246
7.4. Оригинальная алгебра — семантика	249
Объединение	249
Пересечение	250
Разность	251
Произведение	251
Сокращение	252
Проекция	254
Соединение	255
Деление	258
7.5. Примеры	260
7.5.1. Определить имена поставщиков, которые поставляют деталь P2	260
7.5.2. Определить имена поставщиков, которые поставляют по меньшей мере одну деталь красного цвета	261
7.5.3. Определить имена поставщиков, которые поставляют все детали	261
7.5.4. Определить номера поставщиков, поставляющих, по меньшей мере, все детали, поставляемые поставщиком S2	261
7.5.5. Определить все пары номеров поставщиков, таких что рассматриваемые поставщики находятся в одном городе	261
7.5.6. Определить имена поставщиков, которые не поставляют деталь P2	262
7.6. Общее назначение алгебры	263
7.7. Некоторые дополнительные замечания	265
Ассоциативность и коммутативность	265
Некоторые эквивалентности	266
Некоторые обобщения	266
7.8. Дополнительные операции	267
Полусоединение	268
Полуразность	268
Расширение	268
Агрегирование	272
Транзитивное замыкание	275
7.9. Группирование и разгруппирование	276
7.10. Резюме	279
Упражнения	281
Упражнения по составлению запросов	282
Список литературы	285
Глава 8. Реляционное исчисление	289
8.1. Введение	289
8.2. Исчисление кортежей	291
Синтаксис	291
Переменные области значений	293
Свободные и связанные переменные области значений	294
Кванторы	295

Дополнительные сведения о свободных и связанных переменных	297
Реляционные операции	298
8.3. Примеры	300
8.3.1. Определить номера поставщиков из Парижа со статусом, большим 20	300
8.3.2. Найти все пары номеров таких поставщиков, которые находятся в одном городе (повторение примера 7.5.5)	300
8.3.3. Получить полную информацию о поставщиках детали с номером P2 (модифицированная версия примера 7.5.1)	301
8.3.4. Определить имена поставщиков по крайней мере одной детали красного цвета (повторение примера 7.5.2)	301
8.3.5. Найти имена поставщиков по крайней мере одной детали, поставляемой поставщиком с номером S2	302
8.3.6. Получить имена поставщиков всех типов деталей (повторение примера 7.5.3)	302
8.3.7. Определить имена поставщиков, которые не поставляют деталь с номером P2 (повторение примера 7.5.6)	302
8.3.8. Определить номера поставщиков, по крайней мере, тех деталей, которые поставляет поставщик с номером S2 (повторение примера 7.5.4)	302
8.3.9. Получить номера деталей, которые весят более 16 фунтов, поставляются поставщиком с номером S2 или соответствуют обоим условиям	303
8.4. Сравнительный анализ реляционного исчисления и реляционной алгебры	303
8.5. Вычислительные возможности	308
8.5.1. Определить номера и вес в граммах всех типов деталей, вес которых превышает 10000 г	309
8.5.2. Выбрать сведения обо всех поставщиках и обозначить каждого из них литеральным значением "Supplier"	309
8.5.3. Получить полные сведения о каждой поставке, включая общий вес поставки	309
8.5.4. Для каждой детали получить номер детали и общий объем поставки в штуках	309
8.5.5. Определить общее количество поставляемых деталей	309
8.5.6. Для каждого поставщика получить номер поставщика и общий объем поставки в штуках	309
8.5.7. Указать названия таких городов, в которых хранятся детали, что в них находится больше пяти деталей красного цвета	309
8.6. Средства языка SQL	309
8.6.1. Указать цвета деталей и названия городов для деталей, которые имеют вес свыше 10 фунтов и хранятся в городах, отличных от Парижа	310
8.6.2. Для всех деталей указать номер детали и вес в граммах (упрощенная версия примера 8.5.1)	312
8.6.3. Получить все комбинации данных о поставщиках и деталях, находящихся в одном городе	313
8.6.4. Найти все пары названий городов, таких что поставщик, находящийся в первом городе, поставляет деталь, хранящуюся во втором городе	313
8.6.5. Получить все пары номеров поставщиков, таких что оба поставщика в каждой паре находятся в одном городе (см. пример 8.3.2)	314
8.6.6. Определить общее количество поставщиков	314

12 Содержание

8.6.7. Определить максимальное и минимальное количество деталей с номером P2	315
8.6.8. Для каждой поставляемой детали указать номер детали и общий объем поставки в штуках (модифицированная версия примера 8.5.4)	315
8.6.9. Определить номера всех деталей, поставляемых больше чем одним поставщиком	316
8.6.10. Определить имена поставщиков детали с номером P2 (см. пример 7.5.1)	316
8.6.11. Определить имена поставщиков по крайней мере одной детали красного цвета (см. пример 8.3.4)	317
8.6.12. Определить номера поставщиков, имеющих статус меньше того, который в данное время является максимальным в таблице S	317
8.6.13. Определить имена поставщиков детали с номером P2	317
8.6.14. Определить имена поставщиков, которые не поставляют деталь с номером P2 (пример 8.3.7)	318
8.6.15. Определить имена поставщиков, которые поставляют детали всех типов (см. пример 8.3.6)	318
8.6.16. Определить номера деталей, которые либо весят более 16 фунтов, либо поставляются поставщиком с номером S2, либо соответствуют и тому, и другому условию (см. пример 8.3.9)	319
8.6.17. Определить номер детали и вес в граммах для каждой детали с весом > 10 000 г (см. пример 8.5.1)	320
8.7. Исчисление доменов	321
8.7.1. Определить номера поставщиков из Парижа со статусом больше 20 (упрощенная версия примера 8.3.1)	322
8.7.2. Найти все такие пары номеров поставщиков, в которых два поставщика находятся в одном городе (см. пример 8.3.2)	322
8.7.3. Определить имена поставщиков по крайней мере одной детали красного цвета (см. пример 8.3.4)	322
8.7.4. Определить имена поставщиков, которые поставляют хотя бы один тип деталей, поставляемых поставщиком с номером S2 (см. пример 8.3.5)	323
8.7.5. Определить имена поставщиков, которые поставляют детали всех типов (см. пример 8.3.6)	323
8.7.6. Определить имена поставщиков, которые не поставляют деталь с номером P2 (см. пример 8.3.7)	323
8.7.7. Определить номера поставщиков, которые поставляют, по меньшей мере, детали всех типов, поставляемых поставщиком с номером S2 (см. пример 8.3.8)	323
8.7.8. Получить номера деталей, которые либо весят более 16 фунтов, либо поставляются поставщиком с номером S2, либо соответствуют и тому, и другому условию (см. пример 8.3.9)	323
8.8. Язык запросов по образцу	323
8.8.1. Определить номера поставщиков, находящихся в Париже, которые имеют статус > 20 (пример 8.7.1)	324
8.8.2. Определить номера всех поставляемых деталей, удалив ненужные дубликаты	325

8.8.3. Получить номера и данные о статусе поставщиков, находящихся в Париже, вначале выполнив сортировку в порядке убывания статуса, а затем — в порядке возрастания номеров	325
8.8.4. Получить номера и данные о статусе поставщиков, которые либо находятся в Париже, либо имеют статус > 20, либо соответствуют обоим условиям (модифицированная версия примера 8.8.1)	326
8.8.5. Определить детали, вес которых находится в пределах от 16 до 19 включительно	326
8.8.6. Для всех деталей определить номер детали и вес детали в граммах (пример 8.6.2)	326
8.8.7. Определить номера поставщиков, которые поставляют деталь P2 (пример 7.5.1)	326
8.8.8. Определить все пары номеров поставщиков и номеров деталей, такие что поставщик находится в том же городе, где хранится рассматриваемая деталь (модифицированная версия примера 8.6.3)	327
8.8.9. Определить все пары номеров поставщиков, таких что оба поставщика в каждой паре находятся в одном городе (пример 8.6.5)	327
8.8.10. Определить общее количество поставляемых деталей P2	327
8.8.11. Для каждой поставляемой детали определить номер детали и общий объем поставки (пример 8.6.8)	328
8.8.12. Определить номера всех деталей, поставляемых больше чем одним поставщиком	328
8.8.13. Определить номера деталей, которые либо весят больше 16 фунтов, либо поставляются поставщиком S2, либо соответствуют и тому, и другому условию (пример 8.7.8).	328
8.8.14. Вставить в таблицу P данные о детали с номером P7 (город Афины, вес 24, название и цвет в настоящее время не известны)	328
8.8.15. Удалить данные обо всех поставках, в которых количество поставляемых деталей было больше 300	328
8.8.16. Изменить цвет детали P2 на желтый, увеличить ее вес на пять и указать в соответствующей колонке город Осло	329
8.8.17. Для всех поставщиков, находящихся в Лондоне, изменить объем поставки на пять	329
8.9. Резюме	329
Упражнения	330
Упражнения по запросам	333
Список литературы	333
Глава 9. Целостность данных	337
9.1. Введение	337
9.2. Подробные сведения об ограничениях целостности	339
Примеры на языке Tutorial D	342
9.3. Предикаты и высказывания	343
9.4. Предикаты переменной отношения и предикаты базы данных	344
9.5. Проверка ограничений	346
9.6. Сопоставление внутренних и внешних предикатов	347
9.7. Сравнение понятий правильности и непротиворечивости	350
9.8. Ограничения целостности и представления	351

14 Содержание

9.9. Схема классификации ограничений	353
Ограничения типа	353
Ограничения атрибута	354
Ограничения переменной отношения и базы данных	355
9.10. Ключи	356
Потенциальные ключи	356
Первичные и альтернативные ключи	359
Внешние ключи	360
Ссылочные действия	364
9.11. Триггеры (небольшое отступление)	366
9.12. Средства SQL	369
Ограничения базовой таблицы	370
Утверждения	372
Отложенная проверка	373
Триггеры	374
9.13. Резюме	375
Упражнения	377
Список литературы	381
Глава 10. Представления	391
10.1. Введение	391
Дополнительные примеры	393
Определение и удаление представлений	394
10.2. Область применения представлений	395
Логическая независимость от данных	396
Два важных принципа	398
10.3. Выборка данных из представлений	399
10.4. Обновление данных в представлениях	400
Еще раз о золотом правиле	401
Принципы создания механизма обновления представлений	402
Операция объединения	406
Операция пересечения	409
Операция разности	410
Операция сокращения	410
Операция проекции	411
Операция расширения	413
Операция соединения	415
Прочие операции	420
10.5. Снимки (небольшое отклонение от основной темы)	421
10.6. Поддержка представлений в языке SQL	423
Выборка данных из представлений	424
Обновление данных в представлениях	425
10.7. Резюме	427
Упражнения	428
Список литературы	430

ЧАСТЬ III. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ	433
Глава 11. Функциональные зависимости	437
11.1. Введение	437
11.2. Основные определения	438
11.3. Тривиальные и нетривиальные зависимости	442
11.4. Замыкание множества зависимостей	442
11.5. Замыкание множества атрибутов	444
11.6. Неприводимые множества зависимостей	446
11.7. Резюме	449
Упражнения	451
Список литературы	453
Глава 12. Дальнейшая нормализация: формы 1НФ, 2НФ, 3НФ и НФБК	457
12.1. Введение	457
Нормальные формы	459
Структура главы	461
12.2. Декомпозиция без потерь и функциональные зависимости	462
Дополнительные сведения о функциональных зависимостях	465
12.3. Первая, вторая и третья нормальные формы	466
12.4. Сохранение зависимостей	475
12.5. Нормальная форма Бойса–Кодда	479
12.6. Примечание по поводу атрибутов, содержащих отношения в качестве значений	486
12.7. Резюме	488
Упражнения	489
Список литературы	492
Глава 13. Дальнейшая нормализация: нормальные формы более высокого порядка	495
13.1. Введение	495
13.2. Многозначные зависимости и четвертая нормальная форма	496
13.3. Зависимости соединения и пятая нормальная форма	501
13.4. Общая схема процедуры нормализации	508
13.5. Общие сведения о денормализации	510
Общее определение денормализации	511
Некоторые проблемы денормализации	512
13.6. Ортогональное проектирование (небольшое отступление от темы)	513
Дополнительные замечания	516
13.7. Другие нормальные формы	517
13.8. Резюме	519
Упражнения	520
Список литературы	521

16 *Содержание*

Глава 14. Семантическое моделирование	531
14.1. Введение	531
14.2. Общий подход	533
14.3. Модель “сущность–связь”	536
Сущности	537
Свойства	538
Связи	538
Подтипы и супертипы сущностей	539
14.4. ER-диаграммы	540
Сущности	541
Свойства	541
Связи	542
Подтипы и супертипы сущностей	542
14.5. Проектирование базы данных с помощью метода ER-моделирования	543
Обычные сущности	543
Связи типа “многие ко многим”	543
Связи типа “многие к одному”	545
Слабые сущности	545
Свойства	546
Супертипы и подтипы сущностей	546
14.6. Краткий анализ ER-модели	548
ER-модель как основа реляционной модели	548
Является ли ER-модель моделью данных	549
Сравнительный анализ сущностей и связей	550
Заключительные замечания	551
14.7. Резюме	551
Упражнения	553
Список литературы	554
ЧАСТЬ IV. УПРАВЛЕНИЕ ТРАНЗАКЦИЯМИ	571
Глава 15. Восстановление	573
15.1. Введение	573
15.2. Транзакции	574
15.3. Восстановление транзакции	579
Свойства ACID транзакций	582
15.4. Восстановление системы	582
Алгоритм ARIES	585
15.5. Восстановление носителей	586
15.6. Двухфазная фиксация	586
15.7. Точки сохранения (отступление от основной темы)	588
15.8. Поддержка языка SQL	588
15.9. Резюме	590
Упражнения	591
Список литературы	592

Глава 16. Параллельность	599
16.1. Введение	599
16.2. Три проблемы организации параллельной работы	600
Проблема потеряннного обновления	601
Проблема зависимости от незафиксированных результатов	601
Проблема анализа несовместимости	603
Более подробное описание рассматриваемых проблем	603
16.3. Блокировка	605
16.4. Дальнейшее описание трех проблем организации параллельной работы	607
Проблема потеряннного обновления	607
Проблема зависимости от незафиксированного обновления	608
Проблема анализа несовместимости	609
16.5. Взаимоблокировка	609
Предотвращение взаимоблокировок	611
16.6. УПОРЯДОЧИВАЕМОСТЬ	612
16.7. Дальнейшее описание проблемы восстановления	616
16.8. Уровни изоляции	618
Фантомы	620
16.9. Намеченные блокировки	621
16.10. Критика подхода, основанного на использовании свойств ACID	624
Немедленная проверка ограничений	624
Правильность	627
Изолированность	627
Устойчивость	628
Неразрывность	629
Заключительные замечания	630
16.11. Средства языка SQL	630
16.12. Резюме	631
Упражнения	633
Список литературы	635
ЧАСТЬ V. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТЕМЫ	645
Глава 17. Защита данных	647
17.1. Введение	647
17.2. Избирательная схема управления доступом	650
Модификация запроса	654
Контрольный журнал	656
17.3. Мандатная схема управления доступом	656
Многоуровневая защита	658
17.4. Статистические базы данных	660
17.5. Шифрование данных	666
Стандарт шифрования данных	667
Шифрование на основе открытого ключа	668
17.6. Средства языка SQL	671
Представления и защита данных	671
Операторы GRANT и REVOKE	673

18 Содержание

17.7. Резюме	675
Упражнения	676
Список литературы	678
Глава 18. Оптимизация	681
18.1. Введение	681
18.2. Пример выполнения оптимизации	683
18.3. Оптимизация запросов	685
Стадия 1. Преобразование запроса во внутреннюю форму	686
Стадия 2. Преобразование запроса в каноническую форму	687
Стадия 3. Выбор потенциальных низкоуровневых процедур	688
Стадия 4. Генерация различных вариантов планов вычисления запроса и выбор плана с минимальными затратами	689
18.4. Преобразование выражений	689
Операции сокращения и проекции	690
Распределительный закон	691
Коммутативность и ассоциативность	692
Идемпотентность и поглощение	692
Вычисляемые выражения	693
Логические выражения	693
Семантические преобразования	694
Заключительные замечания	696
18.5. Статистические показатели базы данных	696
18.6. Стратегия организации работы по принципу “разделяй и властвуй”	697
18.7. Реализация реляционных операторов	701
Последовательный просмотр	702
Поиск по индексу	704
Поиск с помощью хэш-функции	705
Метод слияния	705
Хэширование	706
18.8. Резюме	707
Упражнения	708
Список литературы	712
Глава 19. Отсутствующая информация	735
19.1. Введение	735
19.2. Обзор концепции трехзначной логики	737
Логические операторы	737
Кванторы	739
Другие скалярные операторы	740
UNK — это не <i>unk</i>	741
Проблема принадлежности величины UNK к типу	741
Реляционные операторы	741
Операции обновления	743
Ограничения целостности	743
19.3. Некоторые следствия изложенной схемы	743
Преобразование выражений	743
Пример с базой данных отделов и сотрудников	745

Проблема интерпретации	746
Дополнительные сведения о предикатах	747
19.4. Отсутствующие значения и ключи	747
Первичные ключи	748
Внешние ключи	749
19.5. Внешнее соединение (отступление от основной темы)	750
19.6. Специальные значения	754
19.7. Средства языка SQL	754
Типы данных	755
Базовые таблицы	756
Табличные выражения	756
Логические выражения	756
Другие скалярные выражения	758
Ключи	759
Внедренные операторы SQL	760
19.8. Резюме	761
Упражнения	762
Список литературы	765
Глава 20. Наследование типов	769
20.1. Введение	769
Область применения наследования типов	771
Некоторые предварительные сведения	772
20.2. Иерархии типов	774
Терминология	776
Предположение об отсутствии пересечения	778
Несколько слов о физическом представлении	778
20.3. Полиморфизм и заменяемость	779
Полиморфизм	779
Программирование с использованием полиморфизма	781
Заменяемость	782
20.4. Переменные и операторы присваивания	783
Переменные	785
Дополнительные сведения о заменяемости	786
Оператор TREAT DOWN	786
20.5. Уточнение с помощью ограничения	788
Дополнительные сведения о псевдопеременных THE_	789
Побочные следствия изменения типов	790
20.6. Операции сравнения	791
Применение операций сравнения в реляционной алгебре	791
Проверка типа	793
20.7. Операторы, версии и сигнатуры	795
Сигнатуры	796
Сравнение операторов, обеспечивающих только чтение, и операторов обновления	797
Изменение семантики оператора	798
20.8. Анализ взаимодействия между типами и подтипами на примере окружностей и эллипсов	800

20 Содержание

Дополнительные сведения об изменении семантики	801
Поиск применимой модели наследования	802
Решение задачи определения модели наследования	803
20.9. Дополнительная информация об уточнении с помощью ограничений	804
Наследование возможных представлений	805
Точное определение понятия подтипа	806
20.10. Средства языка SQL	807
Сравнение принципов наследования и делегирования	812
20.11. Резюме	813
Упражнения	815
Список литературы	817
Глава 21. Распределенные базы данных	821
21.1. Введение	821
21.2. Предварительные сведения	822
Преимущества	823
Примеры распределенных систем	824
Фундаментальный принцип	825
21.3. Двенадцать основных целей	826
1. Локальная независимость	826
2. Отсутствие зависимости от центрального узла	827
3. Непрерывное функционирование	827
4. Независимость от расположения	828
5. Независимость от фрагментации	828
6. Независимость от репликации	831
7. Обработка распределенных запросов	833
8. Управление распределенными транзакциями	833
9. Аппаратная независимость	834
10. Независимость от операционной системы	834
11. Независимость от сети	835
12. Независимость от типа СУБД	835
21.4. Проблемы распределенных систем	835
Обработка запросов	836
Управление каталогом	838
Распространение обновлений	841
Управление восстановлением	843
Управление параллельностью	846
21.5. Системы “клиент/сервер”	848
Стандарты для систем “клиент/сервер”	850
Программирование приложений “клиент/сервер”	850
21.6. Независимость от СУБД	852
Шлюзы	852
Промежуточное программное обеспечение для доступа к данным	855
Заключительное слово	857
21.7. Средства SQL	858
21.8. Резюме	859
Упражнения	860
Список литературы	861

Глава 22. Поддержка принятия решений	871
22.1. Введение	871
22.2. Некоторые особенности технологии поддержки принятия решений	873
22.3. Проектирование базы данных для поддержки принятия решений	876
Логическое проектирование	877
Физическое проектирование	879
Репликация	882
Производные данные	883
Распространенные ошибки проектирования	884
22.4. Подготовка данных	886
Извлечение данных	886
Очистка данных	886
Преобразование и консолидация данных	887
Загрузка данных	888
Обновление данных	888
Банки оперативных данных	889
22.5. Хранилища данных и магазины данных	889
Хранилище данных	890
Магазины данных	890
Многомерные схемы	892
22.6. Оперативная аналитическая обработка	896
Перекрестные таблицы	902
Многомерные базы данных	903
22.7. Разработка данных	905
22.8. Средства SQL	907
22.9. Резюме	908
Упражнения	909
Список литературы	910
Глава 23. Хронологические базы данных	915
23.1. Введение	915
Некоторые фундаментальные допущения	917
Рабочий пример	919
23.2. Общая постановка проблемы	921
23.3. Интервалы времени	928
Операции над позициями и интервалами	932
Примеры запросов	934
23.4. Упаковка и распаковка отношений	935
Операторы EXPAND и COLLAPSE	935
Операторы PACK и UNPACK	938
Дополнительные примеры	944
Заключительные замечания	945
23.5. Обобщение реляционных операторов	946
Реляционные операции сравнения	949
Дополнительные сведения об обычных реляционных операциях	950
23.6. Проект базы данных	951
Горизонтальная декомпозиция	953
Вертикальная декомпозиция	954

22 *Содержание*

Шестая нормальная форма	955
Определение “движущейся по временной шкале позиции текущего времени”	958
23.7. Ограничения целостности	959
Проблема избыточности	960
Проблема многословия	960
Устранение проблем избыточности и многословия	961
Проблема противоречия	962
Решение проблемы противоречия	962
U_ключи	963
Девять требований	965
23.8. Резюме	966
Упражнения	967
Список литературы	969
Глава 24. Логические системы управления базами данных	971
24.1. Введение	971
24.2. Краткий обзор	972
Дедуктивные аксиомы	974
24.3. Исчисление высказываний	975
Термы	976
Формулы	976
Правила вывода	977
Доказательства	978
24.4. Исчисление предикатов	980
Предикаты	980
Правильно построенные формулы	981
Интерпретации и модели	983
Клаузальная форма	985
Использование правила резолюции	986
24.5. Доказательно-теоретическое представление баз данных	988
24.6. Дедуктивные системы баз данных	993
Язык Datalog	996
24.7. Рекурсивная обработка запросов	999
Унификация и резолюция	1000
Примитивный алгоритм вычисления	1001
Полупримитивный алгоритм вычисления	1003
Алгоритм статической фильтрации	1005
24.8. Резюме	1006
Упражнения	1008
Список литературы	1010
ЧАСТЬ VI. ОБЪЕКТЫ, ОТНОШЕНИЯ И ЯЗЫК XML	1015
Глава 25. Объектные базы данных	1017
25.1. Введение	1017
Специальный пример	1020
25.2. Объекты, классы, методы и сообщения	1022

Обзор объектной технологии	1023
Переменные экземпляра	1026
Идентификатор объекта	1027
25.3. Еще раз об объектах и объектных классах	1027
Еще раз об идентификаторе объекта	1032
Сравнение понятий классов, экземпляров и коллекций	1033
Иерархии классов	1036
25.4. Всеобъемлющий пример	1037
Определение данных	1038
Заполнение базы данных	1041
Операции выборки	1045
Операции обновления	1047
25.5. Дополнительные аспекты	1048
Произвольные запросы и связанные с этим проблемы	1048
Целостность базы данных	1050
Реализация связей	1051
Языки программирования баз данных	1053
Повышение производительности	1053
Действительно ли можно рассматривать объектную СУБД как обычную СУБД	1055
25.6. Резюме	1061
Упражнения	1061
Список литературы	1062
Глава 26. Объектно-реляционные базы данных	1073
26.1. Введение	1073
26.2. Первое серьезное заблуждение	1077
Анализ источников возникновения первого серьезного заблуждения	1085
26.3. Второе серьезное заблуждение	1086
Несовместимость указателей и качественной модели наследования	1088
Анализ причин возникновения второго серьезного заблуждения	1090
26.4. Проблемы реализации	1091
Синтаксический анализ и проверка типов	1092
Оптимизация	1092
Структуры хранения данных	1094
26.5. Преимущества подлинного сближения технологий	1094
26.6. Средства SQL	1096
Типы REF	1097
Использование ссылок	1100
Подтаблицы и супертаблицы	1102
Язык SQL и два серьезных заблуждения	1104
26.7. Резюме	1105
Упражнения	1106
Список литературы	1107

Глава 27. World Wide Web и XML	1117
27.1. Введение	1117
27.2. Web и Internet	1118
27.3. Краткий обзор языка XML	1120
Языки разметки	1121
Разработка языка XML	1123
Структура документа XML	1127
Языки, производные от XML, и стандарты XML	1131
27.4. Определение данных XML	1133
Определения типа документа	1133
Формальная правильность	1136
Допустимость	1136
Атрибуты типа ID и IDREF	1137
Недостатки определений DTD	1138
Язык XML Schema	1139
Дополнительные сведения о языках, производных от XML	1143
27.5. Манипулирование данными XML	1143
Язык Xpath	1144
Язык XQuery	1147
27.6. Применение языка XML в базах данных	1153
Хранение документов в виде значений атрибута	1153
Принцип “разделяй и публикуй”	1155
Базы данных XML	1156
27.7. Средства языка SQL	1157
Применение “коллекции XML”	1157
Применение “столбца XML”	1159
Специализированные средства поддержки	1160
27.8. Резюме	1162
Упражнения	1164
Список литературы	1167
ЧАСТЬ VII. ПРИЛОЖЕНИЯ	1173
Приложение А. Модель TransRelational™	1175
А.1. Введение	1175
А.2. Три уровня абстракции	1177
А.3. Основная идея	1179
Таблица значений полей	1180
Таблица реконструкции записей	1180
Формирование таблицы реконструкции записей	1184
Неуникальная таблица реконструкции записей	1185
А.4. Сжатые столбцы	1185
Диапазоны строк	1187
Применение сжатых таблиц в процессе реконструкции записей	1188
А.5. Слившиеся столбцы	1189
А.6. Реализация реляционных операторов	1192
Сокращение	1192

Проекция	1194
Агрегирование	1194
Соединение	1195
Объединение, пересечение и разность	1196
Заключительные замечания	1196
А.7. Резюме	1197
Список литературы	1197
Приложение Б. Выражения SQL	1199
Б.1. Введение	1199
Б.2. Табличные выражения	1199
Конструкция SELECT	1201
Конструкция FROM	1202
Конструкция WHERE	1202
Конструкция GROUP BY	1203
Конструкция HAVING	1203
Всеобъемлющий пример	1204
Б.3. Логические выражения	1205
Условия LIKE	1206
Условия MATCH	1207
Условия ALL или ANY	1208
Приложение В. Сокращения и специальные символы	1209
Приложение Г. Структуры хранения и методы доступа	1215
Г.1. Введение	1215
Г.2. Доступ к базе данных — краткий обзор	1216
Диспетчер диска	1217
Диспетчер файлов	1218
Кластеризация	1219
Г.3. Наборы страниц и файлы	1220
Г.4. Индексация	1226
Способы использования индексов	1227
Индексация с применением комбинаций полей	1229
Плотная и неплотная индексация	1229
В-деревья	1231
Г.5. Хэширование	1233
Расширяемый метод хэширования	1236
Г.6. Цепочки указателей	1238
Г.7. Методы сжатия	1241
Иерархические методы сжатия	1243
Кодирование по методу Хаффмена	1244
Г.8. Резюме	1245
Упражнения	1246
Список литературы	1248

Приложение Д. Ответы к отдельным упражнениям	1259
Введение	1259
Ответы к главе 1	1259
Ответы к главе 3	1260
Ответы к главе 4	1262
Ответы к главе 5	1266
Ответы к главе 6	1267
Ответы к главе 7	1270
Ответы к главе 8	1272
Ответы к главе 9	1276
Ответы к главе 10	1284
Ответы к главе 11	1287
Ответы к главе 12	1289
Шаг 0. Определить первоначальную структуру переменной отношения	1290
Шаг 1. Устранение атрибутов со значениями в виде отношения	1291
Шаг 2. Приведение ко второй нормальной форме	1292
Шаг 3. Приведение к третьей нормальной форме	1293
Ответы к главе 13	1295
Ответы к главе 14	1297
Ответы к главе 15	1298
Ответы к главе 16	1299
Ответы к главе 17	1300
Ответы к главе 18	1302
Ответы к главе 19	1303
Ответы к главе 20	1304
Ответы к главе 22	1306
Ответы к главе 23	1307
Ответы к главе 24	1308
Ответы к главе 25	1309
Ответы к главе 26	1309
Ответы к главе 27	1310
Предметный указатель	1315