

УДК 004.655  
ББК 32.973.26-018.2  
С96

**Эдвард Сьоре**

**С96** Проектирование и реализация систем управления базами данных / пер. с англ. А. Н. Киселева; научн. ред. Е. В. Рогов. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 466 с.: ил.

**ISBN 978-5-97060-488-5**

В книге рассматриваются системы баз данных с точки зрения разработчика ПО. Автор подробно разбирает исходный код полностью функциональной, но при этом очень простой для изучения системы баз данных SimpleDB и предлагает читателям, изменяя отдельные ее компоненты, разобраться в том, к чему это приведет. Это отличный способ погрузиться в тему и изучить, как работают базы данных, на уровне исходного кода.

В начале книги приводится краткий обзор систем баз данных; рассказывается о том, как написать приложение базы данных на Java. Далее подробно описываются отдельные компоненты типичной системы баз данных, начиная с самого низкого уровня абстракции (управление дисками и диспетчер файлов) и заканчивая самым верхним (интерфейс клиента JDBC). Заключительные главы посвящены эффективной обработке запросов. В конце каждой главы приводятся практические упражнения и список дополнительных ресурсов.

Издание предназначено для студентов вузов, изучающих курс информатики, а также всех, кто хочет научиться создавать системы баз данных. Предполагается, что читатель знаком с основами программирования на Java.

УДК 004.655  
ББК 32.973.26-018.2

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embedded in critical articles or reviews.

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN (англ.) 978-3-030-33835-0  
ISBN (рус.) 978-5-97060-488-5

© Springer Nature Switzerland AG 2021  
© Оформление, издание, перевод, ДМК Пресс, 2021

# Оглавление

<b>Предисловие от издательства</b> .....	9
<b>Вступление</b> .....	10
<b>Об авторе</b> .....	14
<b>Глава 1. Системы баз данных</b> .....	15
1.1. Зачем нужны системы баз данных?.....	15
1.2. Система баз данных Derby.....	20
1.3. Механизмы баз данных .....	22
1.4. Система баз данных SimpleDB .....	24
1.5. Версия SQL, поддерживаемая в SimpleDB .....	25
1.6. Итоги .....	26
1.7. Для дополнительного чтения .....	27
1.8. Упражнения .....	27
<b>Глава 2. JDBC</b> .....	29
2.1. Ядро JDBC .....	29
2.2. Дополнительные инструменты JDBC.....	39
2.4. Итоги .....	57
2.5. Для дополнительного чтения.....	59
2.6. Упражнения .....	59
<b>Глава 3. Управление дисками и файлами</b> .....	61
3.1. Долговременное хранилище данных .....	61
3.2. Интерфейс блочного доступа к диску.....	73
3.3. Интерфейс файлов для доступа к диску .....	74
3.4. Система баз данных и операционная система .....	78
3.5. Диспетчер файлов в SimpleDB .....	79
3.6. Итоги .....	86
3.7. Для дополнительного чтения .....	88
3.8. Упражнения .....	89
<b>Глава 4. Управление памятью</b> .....	93
4.1. Два принципа управления памятью баз данных.....	93
4.2. Управление журналом .....	95
4.3. Диспетчер журнала в SimpleDB.....	97

4.4. Управление пользовательскими данными.....	102
4.5. Диспетчер буферов в SimpleDB.....	107
4.6. Итоги.....	114
4.7. Для дополнительного чтения.....	114
4.8. Упражнения.....	115

## **Глава 5. Управление транзакциями..... 118**

5.1. Транзакции.....	118
5.2. Использование транзакций в SimpleDB.....	121
5.3. Управление восстановлением.....	123
5.4. Диспетчер конкуренции.....	138
5.5. Реализация транзакций в SimpleDB.....	157
5.6. Итоги.....	161
5.7. Для дополнительного чтения.....	163
5.8. Упражнения.....	165

## **Глава 6. Управление записями..... 172**

6.1. Архитектура диспетчера записей.....	172
6.2. Реализация файла с записями.....	178
6.3. Страницы записей в SimpleDB.....	183
6.4. Сканирование таблиц в SimpleDB.....	191
6.5. Итоги.....	196
6.6. Для дополнительного чтения.....	197
6.7. Упражнения.....	198

## **Глава 7. Управление метаданными..... 201**

7.1. Диспетчер метаданных.....	201
7.2. Метаданные таблиц.....	202
7.4. Статистические метаданные.....	207
7.5. Метаданные индексов.....	212
7.6. Реализация диспетчера метаданных.....	215
7.7. Итоги.....	219
7.8. Для дополнительного чтения.....	220
7.9. Упражнения.....	221

## **Глава 8. Обработка запросов..... 223**

8.1. Реляционная алгебра.....	223
8.2. Образ сканирования.....	226
8.3. Обновляемые образы.....	229
8.4. Реализация образов сканирования.....	230
8.5. Конвейерная обработка запросов.....	235
8.6. Предикаты.....	236
8.7. Итоги.....	242
8.8. Для дополнительного чтения.....	243
8.9. Упражнения.....	244

<b>Глава 9. Синтаксический анализ</b> .....	247
9.1. Синтаксис и семантика.....	247
9.2. Лексический анализ.....	248
9.3. Лексический анализатор в SimpleDB.....	250
9.4. Грамматика.....	253
9.5. Алгоритм рекурсивного спуска.....	256
9.6. Добавление действий в синтаксический анализатор.....	258
9.7. Итоги .....	268
9.8. Для дополнительного чтения.....	269
9.9. Упражнения .....	270
<b>Глава 10. Планирование</b> .....	275
10.1. Проверка .....	275
10.2. Стоимость выполнения дерева запросов .....	276
10.3. Планы.....	281
10.4. Планирование запроса .....	285
10.5. Планирование операций изменения.....	288
10.6. Планировщик в SimpleDB.....	290
10.7. Итоги .....	294
10.8. Для дополнительного чтения.....	295
10.9. Упражнения .....	295
<b>Глава 11. Интерфейсы JDBC</b> .....	300
11.1. SimpleDB API.....	300
11.2. Встроенный интерфейс JDBC .....	302
11.3. Вызов удаленных методов.....	306
11.4. Реализация удаленных интерфейсов .....	309
11.5. Реализация интерфейсов JDBC .....	311
11.6. Итоги .....	313
11.7. Для дополнительного чтения .....	313
11.8. Упражнение .....	314
<b>Глава 12. Индексирование</b> .....	317
12.1. Ценность индексирования .....	317
12.2. Индексы в SimpleDB.....	320
12.4. Расширяемое хеширование.....	326
12.5. Индексы на основе B-дерева .....	331
12.6. Реализации операторов с поддержкой индексов .....	351
12.7. Планирование обновления индекса .....	356
12.8. Итоги .....	359
12.9. Для дополнительного чтения.....	360
12.10. Упражнения .....	362
<b>Глава 13. Материализация и сортировка</b> .....	367
13.1. Цель материализации.....	367

13.2. Временные таблицы.....	368
13.3. Материализация.....	369
13.4. Сортировка .....	372
13.5. Группировка и агрегирование.....	384
13.6. Соединение слиянием .....	389
13.7. Итоги .....	395
13.8. Для дополнительного чтения .....	396
13.9. Упражнения .....	397

## **Глава 14. Эффективное использование буферов ..... 401**

14.1. Использование буферов в планах запросов .....	401
14.2. Многобуферная сортировка .....	402
14.3. Многобуферное прямое производство .....	404
14.4. Определение необходимого количества буферов .....	406
14.5. Реализация многобуферной сортировки .....	407
14.6. Реализация многобуферного прямого производства.....	408
14.7. Соединение хешированием.....	412
14.8. Сравнение алгоритмов соединения .....	416
14.9. Итоги .....	419
14.10. Для дополнительного чтения .....	420
14.11. Упражнения .....	420

## **Глава 15. Оптимизация запросов ..... 424**

15.1. Использование буферов в планах запросов .....	424
15.2. Необходимость оптимизации запросов .....	431
15.3. Структура оптимизатора запросов .....	434
15.4. Поиск наиболее перспективного дерева запроса .....	435
15.5. Поиск наиболее эффективного плана .....	445
15.6. Объединение двух этапов оптимизации.....	446
15.7. Объединение блоков запроса .....	454
15.8. Итоги .....	455
15.9. Для дополнительного чтения .....	457
15.10. Упражнения .....	458

## **Предметный указатель ..... 461**