

УДК 004.65:004.451 Oracle Database
ББК 32.973.34
Ф25

**Фарук Т., Олт М., Португал П., Хури М., Хуссейн С. Дж.,
Чупрински Дж., Хэррисон Г.**

Ф25 Руководство по диагностике и устранению проблем в Oracle / пер. с англ. А. В. Снастина. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 498 с.: ил.

ISBN 978-5-97060-448-9

Книга предоставляет исчерпывающие и актуальные рекомендации по обеспечению надежной и эффективной работы СУБД Oracle в сложных производственных корпоративных средах. Семь ведущих экспертов по Oracle объединили свои усилия, чтобы создать не имеющий аналогов сборник испытанных решений, практических примеров и пошаговых описаний процедур для Oracle версий 12c, 11g и более поздних. Каждое решение тщательно подготовлено, для того чтобы помочь опытным администраторам понять и устранить серьезные проблемы как можно быстрее.

Рассмотрены сегменты LOB, пространства таблиц UNDO, циклы ожидания высоконагруженных буферов сборщика мусора, время задержек при ответах на запросы, конкуренция при блокировках, индексация, распределенные XA-транзакции, резервное копирование/восстановление RMAN и др. Описаны оптимизация языка определения данных, настройка механизма VLDB, исследование и тестирование баз данных, гибкая настройка совместного использования курсоров, извлечение больших объемов данных, перемещение данных, SSD, индексация, а также способы решения проблем с Oracle RAC.

Издание предназначено администраторам баз данных, а также программистам, работающим с Oracle.

УДК 004.65:004.451 Oracle Database
ББК 32.973.34

Authorized translation from the English language edition, entitled Oracle Database Problem Solving and Troubleshooting Handbook; ISBN 0134429206; by Farooq, Tariq; and by Ault, Mike; and by Portugal, Paulo; and by Hour, Mohamed; and by Hussain, Syed Jaffar; and by Czuprinski, Jim; and by Harrison, Guy; published by Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley professional. Copyright © 2016 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc. RUSSIAN language edition published by DMK PUBLISHERS, Copyright © 2017.

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 978-0-13-442920-5 (анг.)
ISBN 978-5-97060-448-9 (рус.)

Copyright © 2016 Pearson Education, Inc.
© Оформление, издание, перевод, ДМК Пресс, 2018

Содержание

Предисловие	14
Благодарности	16
Об авторах	19
О технических рецензентах и прочих участниках проекта	23
Глава 1. Диагностика и настройка производительности сегментов LOB	25
Краткое описание типа данных LOB.....	25
Устранение проблемы с LOB-объектом: пример из практики.....	26
Еще один пример из реальной практики: HW Resolution.....	28
Проблемы BASICFILE LOB: более эффективное решение.....	32
Сравнение LOB-объектов BASICFILE с SECUREFILE LOB.....	32
Различия между новыми и старыми типами LOB.....	33
Преобразование BASICFILE LOB-объектов в SECUREFILE LOB-объекты.....	36
Воздействие параметра PCTFREE на LOB-объекты.....	38
Улучшение производительности операции вставки данных INSERT.....	41
Резюме.....	42
Глава 2. Восстановление табличного пространства, поврежденного при выполнении операции UNDO	43
Общий обзор процедуры отмены изменения данных.....	43
Важность параметра UNDO_RETENTION.....	44
Настройка параметра UNDO_RETENTION.....	45
Сегменты DTP, XA и сегмент отката (rollback).....	46
Прочие нестандартные ситуации, возникающие в сегментах отката и сегментах Undo.....	48
Восстановление поврежденного табличного пространства Undo.....	48
Профилактика, обнаружение и восстановление повреждений.....	49
Обработка повреждений памяти.....	50
Обработка логических повреждений.....	53
Устранение повреждений носителей информации.....	53
Резюме.....	56
Глава 3. Обработка событий ожидания освобождения буферов глобального кэша	58
Обзор событий ожидания освобождения буферов.....	58
Практическое применение утилиты ORAchk.....	59
Установка утилиты ORAchk.....	59
Результаты выполнения ORAchk: пример выводимой информации.....	61
Устранение событий gc buffer busy wait.....	61
Использование ADDM для поиска информации о событии.....	63
Использование AWR для поиска информации о событии.....	64
Использование ASH для поиска информации о событиях.....	66
Определение проблем, связанных с событием gc buffer busy wait.....	67
Использование представлений ASH для поиска ожидающих сеансов.....	68
Быстрое определение узких мест, снижающих производительность.....	69

Методики устранения событий gc buffer busy wait	72
Резюме.....	73
Глава 4. Адаптивное разделение курсора	74
Алгоритм работы механизма ACS	75
Чувствительность к связыванию с определением диапазона избирательности.....	75
Чувствительность к связыванию с предикатом равенства и гистограммой	78
Чувствительность к связыванию при секционировании по диапазонам ключей	79
Работа механизма адаптивного разделения курсора (ACS)	81
Мониторинг осведомленности о связывании в механизме ACS.....	85
Связь BUCKET_ID и COUNT.....	86
Как сделать курсор осведомленным о связывании	89
Курсор, осведомленный о связывании	96
Практический пример.....	99
Резюме.....	105
Глава 5. Стабилизация времени ответа на запрос с помощью механизма управления планами SQL.....	106
Общие положения	107
Создание базовой линии плана выполнения SQL.....	110
Автоматический захват плана выполнения.....	110
Загрузка планов из кэша курсора	113
Имитация базовых линий.....	115
Оптимизатор Oracle и его взаимодействие с механизмом управления планами SQL	119
План стоимостного оптимизатора не соответствует базовой линии плана выполнения SQL.....	122
Базовая линия плана выполнения SQL не является воспроизводимой.....	128
Воспроизводимость базовой линии плана выполнения SQL.....	132
Переименование индекса.....	133
Изменение типа индекса.....	135
Добавление в индекс замыкающих столбцов	136
Реверсирование индекса	137
Параметр NLS_SORT и воспроизводимость базовой линии плана выполнения SQL	138
Сравнение параметров ALL_ROWS и FIRST_ROWS.....	142
Адаптивное разделение курсора и механизм управления планами SQL.....	146
Взаимодействие механизмов ACS и SPM в версии Oracle 11g Release 11.2.0.3.0.....	147
Взаимодействие механизмов ACS и SPM в версии Oracle 12c Release 12.1.0.1.0	152
Резюме.....	155
Глава 6. Советы, методики и особые приемы оптимизации для языка определения данных (DDL).....	156
Основы оптимизации операций языка определения данных	156
Механизм оптимизации операций языка определения данных (DDL).....	159
Оценка мощности таблицы	160
Столбец C_DDL в виртуальном столбце.....	162
Столбец C_DDL в расширении группы столбцов	163
Что происходит при изменении значения по умолчанию для столбца C_DDL.....	165
Столбец C_DDL и индексы	168
Оптимизация операций языка определения данных для столбцов с атрибутом NULL	170
Резюме.....	175

Глава 7. Управление, оптимизация и настройка очень больших баз данных

Общие сведения об очень больших базах данных	176
Оптимальная базовая конфигурация	177
Шаблон конфигурации хранилища данных	178
Выбор оптимального размера блока данных	178
Табличные пространства большого файла	179
Выбор правильных размеров системной глобальной области (SGA) и программной глобальной области (PGA)	180
Группы временных табличных пространств	181
Секционирование данных	181
Секционирование по индексу: сравнение локального и глобального индексов	182
Сжатие данных	183
Сжатие таблицы	183
Инструменты Heat Map и Automatic Data Optimization (ADO)	184
Расширенная функция сжатия секционированного индекса	185
Основные правила настройки производительности очень большой БД	185
Пример из реальной жизни	186
Ограничение воздействия индексов на операции загрузки данных	187
Максимальное использование ресурса	188
Сбор статистических данных оптимизатора	189
Краткий обзор постепенно накапливаемых статистических данных	189
Сбор статистических данных в параллельном режиме	191
Установка значения параметра ESTIMATE_PERCENT	193
Наилучшие практические методики резервного копирования и восстановления данных	193
Решения на основе Exadata	195
Использование среды Data Guard	195
Резюме	195

Глава 8. Эффективные практические методики резервного копирования и восстановления данных с использованием диспетчера восстановления

Идеальный план резервного копирования и восстановления	196
Общий обзор диспетчера восстановления	197
Рекомендации по проектированию стратегий резервного копирования баз данных	198
Процедуры полного и инкрементального резервного копирования	199
Резервное копирование со сжатием данных	199
Инкрементальное резервное копирование	200
Ускоренные операции инкрементального резервного копирования	201
Операции отката к предыдущему состоянию в технологии Oracle Flashback	202
Резервное копирование с использованием дисковой памяти	203
Стратегия Recover Forward Forever	203
Проверка корректности резервных копий диспетчера восстановления	211
Оптимизация и настройка операций резервного копирования	212
Настройка производительности операций резервного копирования с использованием дисковых накопителей	213
Использование диспетчера восстановления в кластерных (RAC) базах данных	214
Хранение данных в каталоге восстановления	216
Надежная стратегия восстановления	216
Использование консультанта по восстановлению данных DRA	218
Резюме	219

Глава 9. Методики тестирования и настройки базы данных с использованием анализа автоматического репозитория

рабочей нагрузки: часть 1	221
Общий обзор автоматического репозитория рабочей нагрузки	222
Что нужно искать	223
Раздел заголовка	224
Профиль нагрузки	226
Характеристики производительности экземпляра БД	227
Совместно используемый пул оперативной памяти	228
Ожидание событий	228
Средняя нагрузка	231
Использование процессоров экземпляром БД	232
Статистические характеристики оперативной памяти	232
Специальные разделы отчета по кластерным (RAC) базам данных	233
Статистические данные по использованию процессоров в кластерной базе данных	234
Статистические данные по нагрузке глобального кэша	234
Глобальный кэш и сервисы формирования очереди	234
Сетевые соединения в кластере	236
Статистические характеристики временной модели	236
Статистические характеристики операционной системы	237
Ожидание событий в интерактивном режиме	238
Ожидание событий в фоновом режиме	240
Гистограммы времени ожидания событий	241
Статистические данные по сервисам	242
Раздел команд SQL	243
Общее затраченное время	243
Общее процессорное время	244
Общее время использования буфера	244
Общее время операций чтения с диска	245
Общее количество выполнения команд	245
Общее количество операций (вызовов) синтаксического анализа	245
Совместно используемая память	246
Счетчик версий команд	246
Общее время ожидания событий в кластере	247
Статистические данные по операциям в экземпляре базы данных	247
Статистические данные для согласованных операций чтения	250
Статистические характеристики операций получения блоков базы данных	251
Статистические данные по «грязным» блокам	251
Статистические данные по очередям	251
Счетчик выполнения	251
Статистические данные по свободным буферам	251
Статистические данные по глобальному кэшу (GC)	252
Статистические данные для поиска по индексу	252
Статистические данные по листьям-узлам в В-деревьях	253
Статистические данные по открытым курсорам	253
Статистические данные по операциям синтаксического анализа	253
Статистические данные по физическим операциям чтения и записи	253
Статистические данные по рекурсивным операциям	256
Статистические данные о повторно выполняемых командах	256
Статистические данные по курсорам сеанса	257

Статистические данные по операциям сортировки.....	257
Общая длина «грязной» очереди	257
Статистические данные по выборкам из таблиц.....	258
Откаты транзакций.....	258
Статистические данные по вектору изменений отмены операций.....	259
Статистические данные пользователей	259
Статистические данные по рабочей области	260
Статистические данные по операциям экземпляра БД – абсолютные значения	260
Статистические данные по операциям экземпляра БД – потоковые операции.....	260
Резюме.....	260

Глава 10. Методики тестирования и настройки базы данных с использованием анализа автоматического репозитория

рабочей нагрузки: часть 2	261
Статистические данные по вводу/выводу в табличном пространстве	261
Статистические данные по пулу буферов.....	263
Статистические данные по пулу буферов	265
Статистические данные по восстановлению экземпляра.....	265
Раздел рекомендаций по пулу буферов.....	266
Статистические данные по программной глобальной области.....	266
Общие показатели по программной глобальной области	268
Сводные статистические показатели цели PGA	268
Сводная гистограмма цели PGA.....	268
Рекомендации по использованию памяти в PGA	270
Статистические данные по совместно используемому пулу	271
Прочие рекомендации	271
Рекомендации по параметру SGA_TARGET	273
Рекомендации по пулу потоков (streams)	273
Рекомендации по пулу Java	273
Статистические данные по ожиданиям, связанным с буферами	273
Статистические данные по очередям	275
Статистические данные по сегментам отмены действий (откатов).....	276
Статистические данные по защелкам.....	278
Операции с защелками.....	280
Нарушения состояния «сна» защелок.....	280
Счетчик защелок и циклов ожиданий.....	280
Защелки как источники промахов	281
Обзор спящих мьютексов	281
Защелки-предки и защелки-потомки	282
Области доступа к сегментам	282
Разделы операций с библиотечным кэшем.....	284
Разделы компонентов динамической памяти	287
Разделы памяти процессов.....	289
Общая сводка по памяти процессов	290
Общая сводка по памяти системной глобальной области	291
Различия в сегментации системной глобальной области.....	291
Разделы компонентов потоков.....	291
Статистические данные по ограничениям ресурсов	293
Изменения параметров инициализации.....	294
Статистические данные по глобальной очереди и другие разделы по кластерной БД.....	295
Статистические данные по глобальной очереди.....	298
Статистические данные по службе глобального согласованного чтения	298

Статистические данные по обслуживанию текущих глобальных объектов	299
Статистические данные по обмену с глобальным кэшем	299
Статистические данные по временам обмена с глобальным кэшем	299
Статистические данные по прямому обмену с глобальным кэшем	299
Статистические данные по времени прямого обмена с глобальным кэшем	300
Статистические данные по задержкам пингования сетевого соединения	300
Пропускная способность сетевого соединения на стороне клиента	300
Статистические данные об устройстве сетевого соединения	300
Резюме	301

Глава 11. Сценарии устранения проблем в кластерных базах данных

Устранение проблем и настройка кластерной базы данных	303
Первая проверка с помощью ORAchk	303
Использование утилиты TFA Collector	303
Использование репозитория автоматической диагностики	303
Проверка журнальных файлов предупреждений и трассировки	304
Применение трех «А»	304
Проверка защищенного соединения в кластерной БД	304
Установка режима трассировки и отслеживание журналов трассировки	304
Использование монитора работоспособности кластера	305
Прочие инструменты и утилиты	305
Полезные ресурсы My Oracle Support (MOS)	305
Бесперебойно работающая экосистема RAC	305
Архитектура, обеспечивающая максимальную доступность	306
Оптимизированные и эффективные базы данных в кластере RAC	307
Устранение проблем в кластере RAC с помощью Диспетчера предприятия Oracle 12c	309
Утилиты и команды для устранения проблем	309
Резюме	315

Глава 12. Использование консультантов по командам SQL

для анализа и устранения проблем с языком SQL	316
OEM 12c – SQL Advisors Home	317
Консультант по настройке команд SQL	317
Запуск консультанта по настройке команд SQL в среде OEM 12c	318
Запуск консультанта по настройке команд SQL вручную в среде SQL*Plus	321
Консультант по оптимизации доступа SQL	322
Запуск консультанта по оптимизации доступа SQL в среде OEM 12c	322
Запуск консультанта по оптимизации доступа SQL вручную в среде SQL*Plus	325
Консультант по исправлению кода SQL	326
Анализатор производительности SQL	327
Резюме	328

Глава 13. Применение утилиты Data Pump для перемещения данных и объектов

Использование механизма Data Pump	329
Копирование объектов	330
Режимы механизма Data Pump	331
Работа с частными и общедоступными объектами	332
Сохранение и восстановление связей БД	332
Экспорт общедоступных связей БД и синонимов	333
Проверка корректности содержимого файла дампа экспорта	334

Поиск корректных значений параметров INCLUDE и EXCLUDE.....	334
Экспорт подмножеств данных.....	336
Изменение свойств объекта.....	338
Импорт секционированных таблиц как несекционированных.....	338
Импорт секций таблицы как отдельных таблиц.....	339
Маскирование данных.....	339
Переименование таблиц или изменение табличных пространств.....	339
Использование параметров хранения по умолчанию.....	340
Изменение размеров табличных пространств во время импорта.....	340
Объединение нескольких табличных пространств.....	340
Использование программного интерфейса (API) PL/SQL совместно с Data Pump.....	342
Контроль и изменение ресурсов.....	344
Повышение производительности.....	345
Обновление баз данных.....	346
Резюме.....	347

Глава 14. Стратегии быстрого перемещения данных

между базами данных.....	349
Почему необходимо перемещение данных.....	350
Определение наилучшей стратегии.....	350
Сравнение перемещения в реальном времени с перемещением в «почти реальном времени».....	351
Способность работать в режиме только для чтения.....	351
Обратимость.....	351
Какие данные действительно требуют перемещения.....	352
Методики перемещения данных.....	352
Методики перемещения с возможностью фиксации транзакций.....	353
Методики перемещения без возможности выполнения транзакций.....	355
Методики постепенного перемещения.....	369
Резюме.....	376

Глава 15. Диагностика проблем и восстановление из временного файла

ввода/вывода TEMPFILE.....	377
Общий обзор временных табличных пространств.....	377
Базы данных в режиме только для чтения.....	378
Локально управляемые временные табличные пространства.....	378
Группы временных табличных пространств.....	379
Глобальные временные таблицы.....	380
Корректировка файла TEMPFILE для изменения состояний ожидания завершения операций ввода/вывода.....	383
Недостаточный размер программной глобальной области.....	384
Нецелесообразное изменение размера экстенда TEMPFILE.....	388
Нецелесообразное использование групп временных табличных пространств.....	389
Резюме.....	389

Глава 16. Работа с защелками и обработка состояния конкуренции

между мьютексами.....	390
Обзор архитектуры защелок и мьютексов.....	390
Что такое защелки.....	391
Что такое мьютексы.....	393
Внутреннее устройство защелки и мьютекса.....	393

Количественные характеристики конкуренции защелок и мьютексов	394
Идентификация отдельных защелок.....	396
Исследование сегментов и команд SQL.....	396
Сценарии использования защелок и мьютексов	398
Ожидание библиотечного кэша для мьютексов	399
Ожидание освобождения занятого библиотечного кэша	401
Защелка совместно используемого пула.....	401
Защелка цепочек кэш-буферов	402
Прочие ситуации конкуренции за защелки.....	405
Трудноразрешимые проблемы конкуренции за защелки.....	407
Алгоритмы точной настройки защелок	407
Резюме.....	408

Глава 17. Использование SSD-накопителей для устранения проблем

с производительностью подсистемы ввода/вывода	410
Сравнение SSD-технологии с HDD-технологией	411
Появление твердотельных flash-накопителей	412
Задержки flash SSD-накопителей.....	413
Экономические характеристики SSD-накопителей	413
Накопители SLC, MLC и TLC	415
Производительность операций записи и долговечность.....	416
Сборка мусора и регулирование уровня износа	416
Сравнение SATA SSD и PCIe SSD.....	418
Использование SSD-устройств в базах данных Oracle	419
Механизм Oracle Database Flash Cache.....	419
Случаи ожидания свободных буферов	419
Конфигурирование и регулирование механизма DBFC	422
Использование опции FLASH_CACHE	423
Статистические данные о производительности flash-кэша	424
Сравнение характеристик SSD-накопителей	426
Чтение индексируемых данных	426
Рабочая нагрузка при операциях чтения/записи в OLTP-системе.....	427
Производительность при поиске по всей таблице	427
Собственный кэш SSD-накопителей и поиск по всей таблице.....	428
Операции сортировки с использованием диска и операции хэширования.....	429
Оптимизация для журналов повторно выполняемых операций	430
Расслоение хранимых данных.....	434
Использование секций для расслоения данных	434
Flash-устройства и комплекс Exadata.....	438
Создание групп дисков ASM на основе flash-устройств в комплексе Exadata.....	440
Резюме.....	442

Глава 18. Проектирование и контроль индексов для достижения

оптимальной производительности	443
Типы индексов	443
B-tree-индексы	444
Битовые индексы	447
Секционированные индексы	449
Другие типы индексов	452
Сжатые индексы.....	453
Несколько индексов по одинаковым столбцам.....	454

Проблемы производительности индексов.....	454
Статистика по индексам.....	454
Влияние низкого фактора кластеризации	456
Важность индексов при выполнении операций	457
Скрытие неиспользуемых индексов.....	459
Проблемы производительности индексов в кластерных (RAC) базах данных	461
Резюме.....	463

Глава 19. Использование SQLT для повышения производительности

запросов	464
Установка утилиты SQLT	465
Использование метода XTRACT	466
Использование метода XECUTE.....	467
Применение других методов утилиты SQLT	470
Пример из реальной практики	471
Резюме.....	472

Глава 20. Устранение проблем в распределенных транзакциях

расширенной архитектуры (XA)	473
Устранение общих проблем при использовании распределенных транзакций.....	474
Восстановление распределенных транзакций-«невидимок»	475
Информация существует, но транзакция отсутствует.....	475
При возникновении ошибки ORA-1591 не найдено соответствующей информации	476
Транзакция зависит при попытке выполнения команды COMMIT или ROLLBACK.....	478
Контроль распределенных транзакций	481
Резюме.....	482

Предметный указатель	483
-----------------------------------	------------