Оглавление

Предисловие **17**
Для кого эта книга 18
Структура книги 18
Условные обозначения 20
Использование исходного кода примеров 21
Как связаться с автором 22
Благодарности 22
От издательства 23

Глава 1. Установка и настройка SQL Server **24**
Аппаратное обеспечение и операционная система 24
Центральный процессор 25
Оперативная память 25
Дисковая подсистема 26
Сеть 27
Операционные системы и приложения 28
Виртуализация и облачные технологии 29
Настройка SQL-сервера 29
Версия SQL Server и уровень обновления 30
Мгновенная инициализация файлов 30
Настройка базы tempdb 32
Флаги трассировки 33
Параметры сервера 35
Настройка баз данных 38
Настройки базы данных 39

Настройки журнала транзакций....40
Файлы данных и файловые группы....41
Анализ журнала ошибок SQL Server....43
Консолидация экземпляров и баз данных....46
Эффект наблюдателя....47
Резюме....50
Чек-лист устранения неполадок....50

Глава 2. Модель выполнения SQL Server и статистика ожидания....51

SQL Server: высокоуровневая архитектура....51
SQLOS и модель выполнения....53
Статистика ожидания....56
Динамические административные представления, связанные с моделью выполнения....61
sys.dm_os_wait_stats....61
sys.dm_exec_session_wait_stats....62
sys.dm_os_waiting_tasks....63
sys.dm_exec_requests....64
sys.dm_os_schedulers....66
Обзор регулятора ресурсов....67
Резюме....69
Чек-лист устранения неполадок....69

Глава 3. Производительность дисковой подсистемы....70

Как устроена подсистема ввода/вывода SQL Server....70
Планирование и ввод/вывод....71
Чтение данных....73
Запись данных....75
Подсистема хранения: целостный обзор....76
Представление sys.dm_io_virtual_file_stats....77
Счетчики производительности и метрики ОС....81
Виртуализация, хост-адаптер шины и уровни хранения....86
Настройка контрольных точек....87

Ожидания ввода/вывода ... 91
Ожидание ASYNC_IO_COMPLETION ... 91
Ожидание IO_COMPLETION ... 91
Ожидание WRITELOG ... 92
Ожидание WRITE_COMPLETION ... 92
Ожидания PAGEIOLATCH ... 92
Резюме ... 94
Чек-лист устранения неполадок ... 94

Глава 4. Неэффективные запросы ... 95

Чем плохи неэффективные запросы ... 95
Статистика выполнения на основе кэша планов ... 96
Расширенные события и трассировки SQL ... 109
Хранилище запросов ... 115
Отчеты хранилища запросов в SSMS ... 119
Работа с динамическими административными представлениями хранилища запросов ... 122
Сторонние инструменты ... 128
Резюме ... 129
Чек-лист устранения неполадок ... 130

Глава 5. Хранение данных и настройка запросов ... 131

Хранение данных и схемы доступа ... 131
Таблицы на основе строк ... 132
Индексы на основе B-деревьев ... 135
Составные индексы ... 140
Некластеризованные индексы ... 141
Фрагментация индекса ... 146
Статистика и оценка количества элементов ... 150
Как вести статистику ... 153
Модели оценки количества элементов ... 155
Анализ плана выполнения ... 157
Построчный и пакетный режим выполнения ... 157

Динамическая статистика запросов и профилирование статистики выполнения ... 160
Характерные проблемы при настройке запросов ... 164
Неэффективный код ... 164
Неэффективный поиск по индексу ... 168
Неправильный тип соединения ... 171
Избыточный поиск по ключу ... 180
Индексирование данных ... 182
Резюме ... 185
Чек-лист устранения неполадок ... 186

Глава 6. Загрузка процессора ... 188
Неоптимизированные запросы и код T-SQL ... 188
Неэффективный код T-SQL ... 189
Сценарии для контроля за загрузкой ЦП ... 190
Шаблоны неоптимизированных запросов ... 192
Компиляция запросов и кэширование планов ... 193
Планы, чувствительные к параметрам ... 194
Независимость от значений параметров ... 200
Компиляция и параметризация ... 203
Автоматическая параметризация ... 205
Простая параметризация ... 206
Принудительная параметризация ... 207
Параллелизм ... 210
Резюме ... 212
Чек-лист устранения неполадок ... 213

Глава 7. Проблемы с оперативной памятью ... 214
Использование и конфигурация памяти в SQL Server ... 214
Настройка памяти SQL Server ... 217
Сколько нужно памяти? ... 219
Выделение памяти ... 219
Клерки памяти ... 222
Команда DBCC MEMORYSTATUS ... 232

Выполнение запросов и предоставление памяти ... 232
Оптимизация запросов, интенсивно использующих память ... 236
Обратная связь по предоставлению памяти ... 242
Управление объемом предоставленной памяти ... 243
In-Memory OLTP и устранение неполадок ... 244
Резюме ... 248
Чек-лист устранения неполадок ... 248

Глава 8. Блокировки и конкурентный доступ ... 249

Типы блокировок и их поведение ... 250
Основные типы блокировок ... 251
Совместимость блокировок ... 255
Уровни изоляции транзакций и поведение блокировок ... 256
Проблемы блокирования ... 260
Устранение неполадок блокирования в реальном времени ... 261
Работа с отчетом о заблокированном процессе ... 266
Уведомления о событиях и Blocking Monitoring Framework ... 270
Взаимные блокировки (Deadlocks) ... 271
Устранение взаимных блокировок ... 272
Блокировки и индексы ... 276
Оптимистичные уровни изоляции ... 277
Уровень изоляции READ COMMITTED SNAPSHOT ... 280
Уровень изоляции SNAPSHOT ... 281
Блокировки схемы ... 282
Укрупнение блокировок ... 284
Устранение неполадок с укрупнением блокировок ... 287
Ожидания, связанные с блокировками ... 290
Тип ожидания LCK_M_U ... 290
Тип ожидания LCK_M_S ... 291
Тип ожидания LCK_M_X ... 291
Типы ожидания LCK_M_SCH_S и LCK_M_SCH_M ... 292
Типы ожидания интентной блокировки LCK_M_I* ... 293
Типы ожидания блокировки диапазона LCK_M_R* ... 293

Резюме ... 294
Чек-лист устранения неполадок ... 295

Глава 9. Работа с базой данных tempdb и ее производительность ... 296

Временные объекты в tempdb ... 296
Временные таблицы и табличные переменные ... 297
Кэширование временных объектов ... 303
Параметры с табличным значением ... 306
Обычные таблицы в базе данных tempdb и протоколирование транзакций ... 307
Внутренние компоненты, использующие tempdb ... 309
Хранилище версий ... 309
Переносы (spills) ... 312
Распространенные проблемы с tempdb ... 315
Состязания за доступ к системным страницам ... 318
Нехватка места ... 322
Конфигурация базы данных tempdb ... 325
Резюме ... 326
Чек-лист устранения неполадок ... 327

Глава 10. Кратковременные блокировки ... 328

Введение в кратковременные блокировки ... 328
Кратковременные блокировки страниц ... 331
Решение проблем с горячими точками: параметр индекса OPTIMIZE_FOR_SEQUENTIAL_KEY ... 334
Решение проблем с горячими точками: хеш-разбиение ... 336
Решение проблем с горячими точками: In-Memory OLTP ... 338
Другие типы кратковременных блокировок ... 339
Резюме ... 342
Чек-лист устранения неполадок ... 343

Глава 11. Журнал транзакций ... 344

Внутреннее устройство журнала транзакций ... 344
Модификация данных и протоколирование транзакций ... 345

Явные и автоматически фиксируемые транзакции и накладные расходы журнала ... 350
Отложенная устойчивость ... 353
Протоколирование транзакций In-Memory OLTP ... 354
Виртуальные файлы журналов ... 355
Конфигурация журнала транзакций ... 358
Проблемы с усечением журнала ... 359
Ожидание повторного использования журнала LOG_BACKUP ... 361
Ожидание повторного использования журнала ACTIVE_TRANSACTION ... 362
Ожидание повторного использования журнала AVAILABILITY_REPLICA ... 363
Ожидание повторного использования журнала DATABASE_MIRRORING ... 363
Ожидание повторного использования журнала REPLICATION ... 364
Ожидание повторного использования журнала ACTIVE_BACKUP_OR_RESTORE ... 364
Другие стратегии решения проблем с усечением журнала ... 365
Ускоренное восстановление базы данных ... 365
Пропускная способность журнала транзакций ... 366
Резюме ... 368
Чек-лист устранения неполадок ... 369

Глава 12. Группы доступности AlwaysOn ... 370

Обзор групп доступности AlwaysOn ... 370
Очереди групп доступности ... 372
Синхронная репликация и опасное ожидание HADR_SYNC_COMMIT ... 377
Расширенные события групп доступности ... 380
Асинхронная репликация и доступные для чтения вторичные реплики ... 385
Особенности доступных для чтения вторичных реплик ... 386
Параллельный повтор ... 390

Устранение неполадок аварийного переключения ... 391
Группы доступности и отказоустойчивая кластеризация Windows Server ... 391
Устранение неполадок аварийного переключения ... 394
Когда аварийное переключение не происходит ... 395
Резюме ... 396
Чек-лист устранения неполадок ... 397

Глава 13. Другие примечательные типы ожиданий ... 398

Ожидания ASYNC_NETWORK_IO ... 398
Ожидания THREADPOOL ... 400
Ожидания, связанные с резервным копированием ... 405
Повышение производительности резервного копирования ... 405
Параметры BUFFERCOUNT и MAXTRANSFERSIZE ... 406
Частичные резервные копии базы данных ... 407
HTBUILD и другие ожидания с префиксом HT* ... 407
Вытесняющие ожидания ... 408
Тип ожидания PREEMPTIVE_OS_WRITEFILEGATHER ... 408
Тип ожидания PREEMPTIVE_OS_WRITEFILE ... 409
Типы ожидания, связанные с аутентификацией ... 409
Ожидания OLEDB ... 410
Типы ожидания: подводим итоги ... 410
Резюме ... 411
Чек-лист устранения неполадок ... 412

Глава 14. Анализ схемы базы данных и индексов ... 413

Анализ схемы базы данных ... 413
Таблицы-кучи ... 414
Индексы с типом данных uniqueidentifier ... 417
Широкие и неуникальные кластеризованные индексы ... 418
Недоверенные внешние ключи ... 421
Неиндексированные внешние ключи ... 422
Избыточные индексы ... 424

Высокие значения идентификаторов ... 428
Анализ индекса ... 431
Представление sys.dm_db_index_usage_stats ... 432
Представление sys.dm_db_index_operational_stats ... 439
Целостное представление: sp_Index_Analysis ... 443
Резюме ... 445
Чек-лист устранения неполадок ... 446

Глава 15. SQL Server в виртуализированных средах ... 447

Виртуализировать или не виртуализировать — вот в чем вопрос ... 447
Настройка SQL Server в виртуализированных средах ... 449
Планирование мощности ... 449
Конфигурация ЦП ... 451
Память ... 457
Хранилище ... 458
Сеть ... 460
Управление виртуальными дисками ... 461
Стратегия и инструменты резервного копирования ... 462
Устранение неполадок в виртуальных средах ... 463
Недостаточная пропускная способность процессора ... 463
Нехватка памяти ... 468
Производительность дисковой подсистемы ... 469
Резюме ... 471
Чек-лист устранения неполадок ... 472

Глава 16. SQL Server в облаке ... 473

Облачные платформы с высоты птичьего полета ... 473
Надежность платформы ... 474
Лимитирование ресурсов ... 474
Топология ... 475
Связь и обработка случайных ошибок ... 476
Доступ к экземпляру базы данных ... 476
Случайные ошибки ... 477

SQL Server в облачных виртуальных машинах ... 478
Настройка ввода/вывода и производительность ... 478
Настройка высокой доступности ... 480
Межрегиональная задержка ... 480
Управляемые службы Microsoft Azure SQL ... 482
Рекомендации по архитектуре и проектированию служб ... 482
Подходы к устранению неполадок ... 486
Amazon SQL Server RDS ... 489
CloudWatch ... 490
Performance Insights ... 491
Google Cloud SQL ... 493
Резюме ... 494
Чек-лист устранения неполадок ... 495

Приложение. Типы ожиданий ... 496

Об авторе ... 510

Иллюстрация на обложке ... 511