



# Оптимизация приложений на платформе .NET

с использованием языка C#

Саша Голдштейн, Дима Зурбалеv, Идо Флатов



apress

**ОМК**  
ИЗДАТЕЛЬСТВО



# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие .....</b>	<b>13</b>
<b>Об авторах .....</b>	<b>16</b>
<b>О научных редакторах .....</b>	<b>18</b>
<b>Благодарности .....</b>	<b>19</b>
<b>Введение .....</b>	<b>20</b>
<b>ГЛАВА 1.</b>	
<b>Характеристики производительности .....</b>	<b>23</b>
Требования к производительности .....	24
Характеристики производительности .....	28
В заключение .....	31
<b>ГЛАВА 2.</b>	
<b>Измерение производительности .....</b>	<b>32</b>
Подходы к измерению производительности .....	32
Встроенные инструменты Windows .....	33
Счетчики производительности .....	34
Механизм трассировки событий для Windows .....	42
Профилировщики времени .....	58
Дискретный профилировщик Visual Studio .....	59
Инструментированный профилировщик Visual Studio .....	64
Дополнительные приемы использования профилировщиков времени .....	67
Профилировщики выделения памяти .....	71
Профилировщик выделения памяти Visual Studio .....	72
CLR Profiler .....	75
Профилировщики памяти .....	81
Другие профилировщики .....	86
Профилировщики доступа к данным и базам данных .....	87
Профилировщики конкуренции .....	88

Профилировщики ввода/вывода .....	91
Микрохронометраж .....	92
Пример неправильного микрохронометража .....	92
Рекомендации по проведению хронометража .....	96
В заключение .....	99

## ГЛАВА 3.

### **Внутреннее устройство типов ..... 102**

Пример.....	102
Семантические отличия между ссылочными типами и типами значений.....	104
Хранение, размещение и удаление .....	105
Внутреннее устройство ссылочных типов .....	108
Таблица методов.....	109
Вызов методов экземпляров ссылочных типов.....	114
Блоки синхронизации и ключевое слово lock.....	122
Внутреннее устройство типов значений.....	128
Ограничения типов значений .....	130
Виртуальные методы типов значений.....	132
Упаковка .....	133
Предотвращение упаковки типов значений с помощью метода Equals .....	136
Метод GetHashCode .....	140
Эффективные приемы использования типов значений.....	144
В заключение .....	144

## ГЛАВА 4.

### **Сборка мусора ..... 145**

Назначение сборщика мусора .....	146
Управление свободным списком .....	146
Сборка мусора на основе подсчета ссылок .....	148
Сборка мусора на основе трассировки .....	150
Фаза маркировки .....	151
Фазы чистки и сжатия .....	158
Закрепление .....	161
Разновидности сборщиков мусора .....	163
Приостановка потоков для сборки мусора.....	163
Сборщик мусора для сервера .....	170
Выбор разновидности сборщика мусора.....	172
Поколения .....	175
Предположения в основе модели поколений.....	176
Реализация поколений в .NET .....	177

Куча больших объектов .....	183
Ссылки между поколениями.....	185
Фоновый сборщик мусора.....	188
Сегменты сборщика мусора и виртуальная память .....	189
Финализация.....	194
Детерминированная финализация вручную .....	194
Автоматическая недетерминированная финализация .....	195
Ловушки недетерминированной финализации .....	198
Шаблон реализации метода Dispose .....	202
Слабые ссылки .....	205
Взаимодействие со сборщиком мусора .....	208
Класс System.GC .....	209
Взаимодействие с применением интерфейсов размещения CLR .....	213
Триггеры сборщика мусора .....	215
Эффективные приемы повышения производительности сборки мусора.....	216
Модель поколений .....	216
Закрепление .....	218
Финализация .....	219
Разные советы и рекомендации .....	220
В заключение .....	226

## ГЛАВА 5.

### Коллекции и обобщенные типы ..... 230

Обобщенные типы .....	230
Обобщенные типы в .NET .....	234
Ограничения обобщенных типов .....	236
Реализация обобщенных типов в CLR.....	239
Коллекции .....	249
Параллельные коллекции .....	252
Проблемы, связанные с кешем .....	254
Собственные коллекции .....	261
Система непересекающихся множеств .....	261
Список с пропусками .....	263
Одноразовые коллекции .....	265
В заключение .....	269

## ГЛАВА 6.

### Конкуренция и параллелизм..... 270

Перспективы и преимущества .....	270
----------------------------------	-----

Зачем использовать приемы параллельного программирования? .....	272
От потоков к пулам потоков и задачам .....	273
Параллелизм задач .....	281
Параллелизм данных .....	290
Асинхронные методы в C# 5 .....	295
Дополнительные шаблоны в TPL .....	300
Синхронизация .....	302
Код без блокировок .....	304
Механизмы синхронизации Windows .....	311
Вопросы оптимального использования кеша .....	314
Использование GPU для вычислений .....	318
Введение в C++ AMP .....	318
Умножение матриц .....	322
Моделирование движения частиц .....	323
Мозаики и разделяемая память .....	325
В заключение .....	331

## ГЛАВА 7.

### Сети, ввод/вывод и сериализация ..... 332

Общие понятия .....	333
Синхронный и асинхронный ввод/вывод .....	333
Порты завершения ввода/вывода .....	335
Пул потоков в .NET .....	340
Копирование памяти .....	341
Чтение вразброс и запись со слиянием .....	342
Файловый ввод/вывод .....	343
Управление кешированием .....	343
Небуферизованный ввод/вывод .....	344
Сети .....	345
Сетевые протоколы .....	346
Сетевые сокеты .....	348
Сериализация и десериализация данных .....	351
Тестирование производительности средств сериализации .....	352
Сериализация объектов DataSet .....	354
Windows Communication Foundation .....	356
Пороговые значения .....	356
Модель обработки .....	357
Кеширование .....	359
Асинхронные клиенты и серверы WCF .....	359
Привязки .....	361
В заключение .....	362

**ГЛАВА 8.****Небезопасный код и взаимодействие с ним ... 364**

Небезопасный код .....	365
Закрепление объектов в памяти и дескрипторы сборщика мусора .....	366
Управление жизненным циклом .....	368
Выделение неуправляемой памяти .....	368
Использование пулов памяти .....	368
P/Invoke .....	370
PInvoke.net и P/Invoke Interop Assistant .....	372
Привязка .....	374
Заглушки маршалера .....	375
Двоично совместимые типы .....	380
Направление маршалинга, ссылочные типы и типы значений .....	382
Code Access Security .....	383
Взаимодействие с COM-объектами .....	384
Управление жизненным циклом .....	386
Маршалинг через границы подразделений .....	386
Импортирование библиотек типов и Code Access Security .....	389
NoPIA .....	390
Исключения .....	391
Расширения языка C++/CLI .....	392
Вспомогательная библиотека marshal_as .....	395
Код на языке IL и неуправляемый код .....	397
Взаимодействие со средой выполнения WinRT в Windows 8 ...	397
Эффективные приемы взаимодействий .....	398
В заключение .....	399

**ГЛАВА 9.****Оптимизация алгоритмов ..... 400**

Систематизация сложности .....	401
Большое O .....	401
Машины Тьюринга и классы сложности .....	403
Мемоизация и динамическое программирование .....	409
Расстояние Левенштейна .....	411
Кратчайший путь между всеми парами вершин .....	413
Аппроксимация .....	416
Задача коммивояжера .....	417
Задача о максимальном разрезе .....	418
Вероятностные алгоритмы .....	419
Вероятностное решение задачи о максимальном разрезе .....	419

Тест простоты Ферма .....	420
Индексирование и сжатие .....	421
Кодировка переменной длины .....	421
Сжатие индексов .....	423
В заключение .....	425

## ГЛАВА 10.

### Шаблоны оптимизации производительности ... 426

Оптимизации JIT-компилятора .....	426
Стандартные оптимизации .....	427
Встраивание методов .....	428
Отключение проверки границ .....	430
Хвостовые вызовы .....	432
Производительность на этапе запуска .....	436
Предварительная JIT-компиляция с помощью NGen (Native Image Generator) .....	438
Фоновая JIT-компиляция в многопроцессорных системах .....	441
Упаковщики образов .....	442
Управляемая оптимизация на основе профилирования .....	443
Различные советы по оптимизации времени запуска .....	445
Аппаратно-зависимые оптимизации .....	447
Единственный поток команд и множество потоков данных .....	448
Распараллеливание инструкций .....	452
Исключения .....	457
Механизм рефлексии .....	458
Генерация кода .....	459
Генерация из исходного кода .....	460
Генерация кода с использованием легковесного генератора кода .....	462
В заключение .....	467

## ГЛАВА 11.

### Производительность веб-приложений ..... 468

Измерение производительности веб-приложений .....	469
Тестирование производительности и нагрузочное тестирование веб-приложений в среде Visual Studio .....	469
Инструменты мониторинга HTTP .....	471
Инструменты анализа веб-взаимодействий .....	473
Увеличение производительности веб-сервера .....	473
Кеширование часто используемых объектов .....	474
Использование асинхронных страниц, модулей и контроллеров .....	476

Настройка окружения ASP.NET .....	481
Отключение механизмов трассировки и отладки в ASP.NET ....	481
Отключение механизма ViewState .....	483
Кеш вывода на стороне сервера.....	485
Предварительная компиляция приложений ASP.NET .....	488
Тонкая настройка модели процесса в ASP.NET .....	488
Настройка IIS.....	491
Кеширование вывода.....	491
Настройка пула приложения.....	493
Оптимизация сети.....	496
Включение HTTP-заголовков кеширования .....	496
Включение сжатия в IIS .....	501
Минификация и объединение .....	504
Использование сетей доставки содержимого (CDN) .....	507
Масштабирование приложений ASP.NET .....	509
Горизонтальное масштабирование .....	510
Механизмы масштабирования в ASP.NET .....	511
Ловушки горизонтального масштабирования.....	512
В заключение .....	513
<b>Предметный указатель .....</b>	<b>514</b>