

GC

- GC
 - Сборка мусора
 - Условия сборки
 - Управляемая куча
 - Поколения
 - Ephemeral generations
 - Что происходит
 - Большие объекты
 - Settings
 - Методы GC
 - Финализаторы
 - Внешние ресурсы, Dispose
 - IDisposable pattern

Сборка мусора

[GarbageCollector](#) - автоматический диспетчер памяти

- Не нужно освобождать память самому
- GC сам выделяет память
- GC уничтожает неиспользуемые объекты, плюс очищает память для создаваемых объектов (можно не инициализировать).
- Обеспечивает безопасность памяти, гарантируя, что объект не сможет использовать содержимое другого объекта.

Условия сборки

- Мало памяти в системе
- Память, используемая выделенными объектами в управляемой куче, превышает допустимый порог. Это пороговое значение постоянно корректируется по мере выполнения приложения.
- Непосредственный вызов `GC.Collect()`

Управляемая куча

- После того, как CLR инициализирует CG он аллоцирует сегмент памяти - управляемую кучу.
- Отдельная managed heap для каждого процесса, потоки обращаются к одной куче
- GC выделяет и освобождает память в ОС по сегментам (через `VirtualAlloc/ VirtualFree`)

Поколения

Все объекты в куче разделяются по 3 поколениям:

- **Generation 0** - не подвергались сборке мусора, коротко живущие объекты, которые только что создали
 - уборка мусора в поколении 0 занимает меньше 1 мс
- **Generation 1** - пережили одну сборку, такой себе буфер между коротко живущими и долго живущими
- **Generation 2** - пережили больше одной сборки

Если объект выживает после сборки мусора - он переходит в следующее поколение.

CG выполняет сборку в определенном поколении (ну и всех поколениях ниже). Сборка во втором поколении - полная сборка, которая затрагивает все объекты в куче.

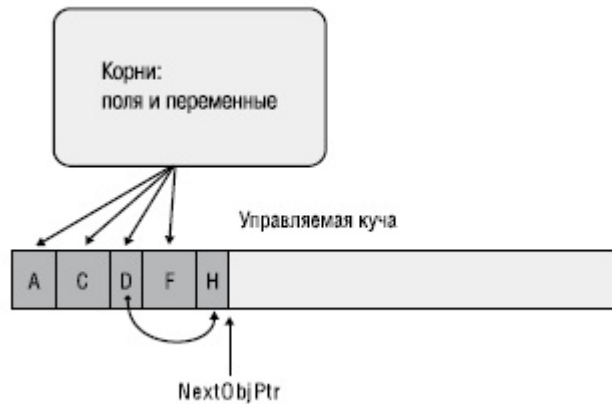
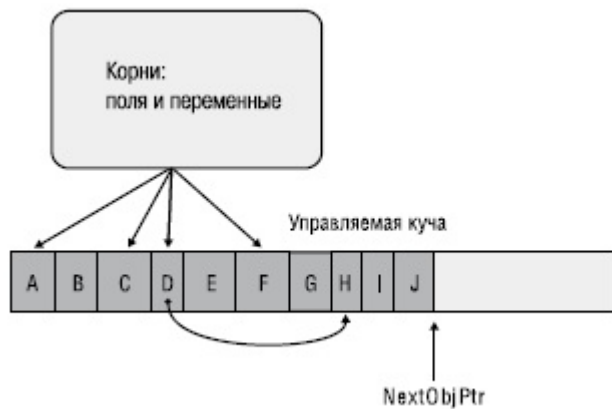
Ephemeral generations

Содержит поколения 0-1. Все новые сегменты - эфемерные.

bitness	32-bit	64-bit
Workstation GC	16 MB	256 MB
Server GC	64 MB	4 GB
Server GC with > 4 logical CPUs	32 MB	2 GB
Server GC with > 8 logical CPUs	16 MB	1 GB

Что происходит

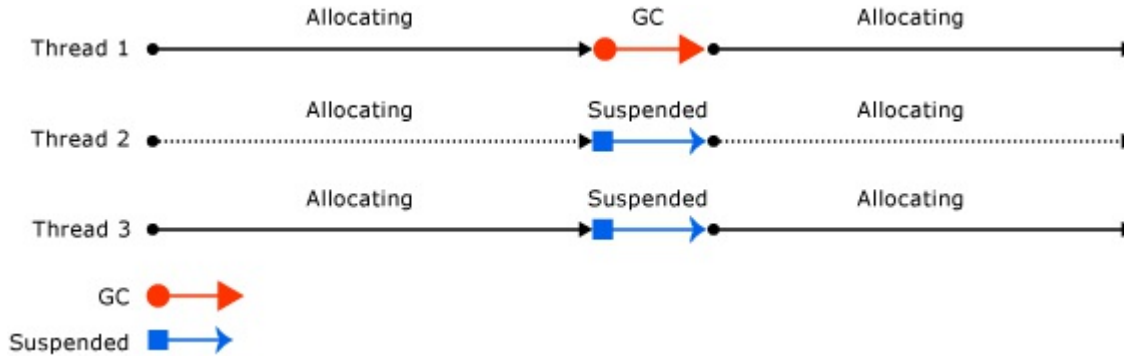
- Marking phase
 - сначала объявляет все объекты, как ненужные, потом проходит по всем элементам и находит все живые объекты
 - помечает их битом, что они достижимы из корней приложения
- Relocating phase = обновляет все необходимые ссылки
- Compacting phase
 - Объекты внутри Large object heap не перемещаются.



Большие объекты

- Для оптимизации большие объекты (> 85kb) складываются в отдельную кучу (Large Object Heap)
- сразу хранятся во втором поколении
- не перемещаются (до .net 4.5, `GCSettings.LargeObjectHeapCompactionMode`)
- не лучшая идея делать большие короткоживущие объекты (частая полная сборка мусора)

Пример сборки:



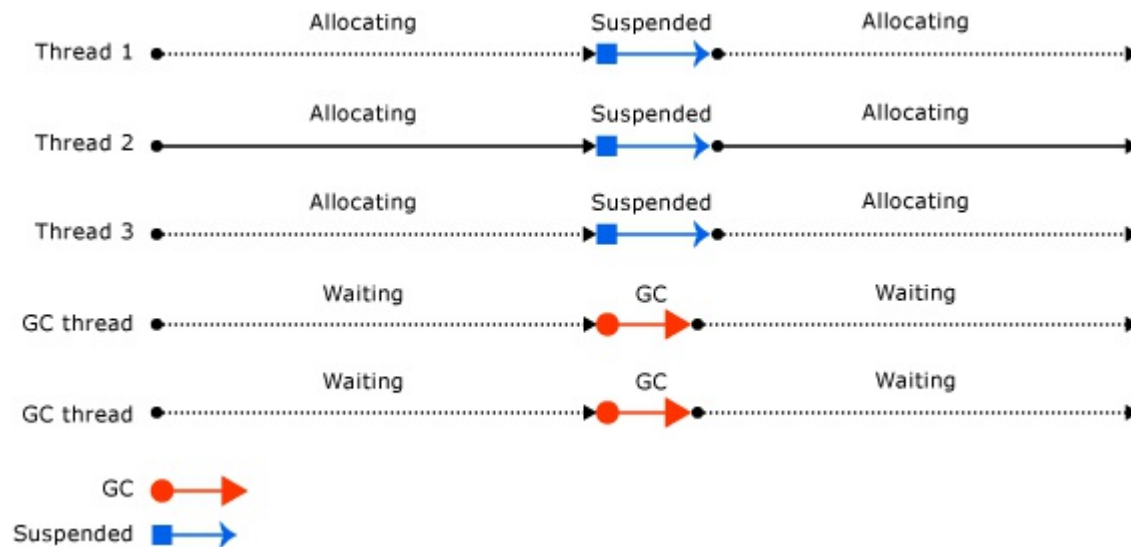
- Если GC хочет удалить объект, у которого объявлен финализатор, то он (финализатор) помещается в отдельную очередь на очистку, которая запускается после очистки мусора. Сам объект помечается выжившим и попадает автоматически в следующее поколение. И может быть очищен только при следующей сборке мусора в следующем поколении.
- Если не удалось освободить достаточно памяти, и не удастся выделить новый сегмент, то кинется **OutOfMemoryException** (и конечно перед этим выполнится полная сборка мусора)

Settings

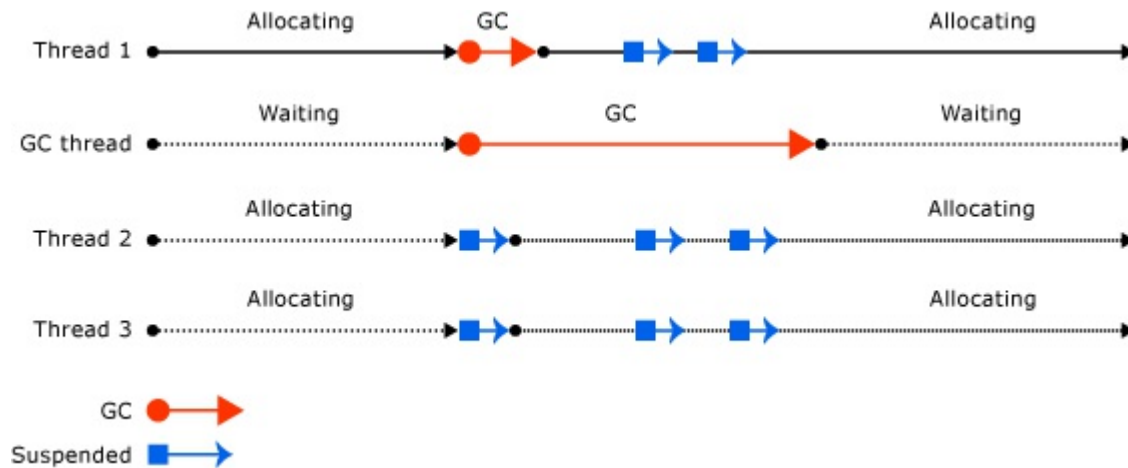
На что мы можем **повлиять**?

- Режим `<gcServer enabled="true|false"/>`
 - Workstation
 - Минимизация приостановки потоков и использования ресурсов!
 - Сборка выполняется в том же потоке, с тем же приоритетом
 - Если процессор один, то только workstation GC (независимо от настройки)
 - Server
 - Можно бросить все силы сервака на сбор хлама!
 - Сборка происходит на множестве выделенных потоков с `THREAD_PRIORITY_HIGHEST`
 - Сборка распараллеливается до числа cpu (Может получиться МНОГО потоков)
 - По-умолчанию сегменты больше
 - Включен по умолчанию для ASP.NET and SQL Server
- `<gcConcurrent enabled="true|false">`
 - Non-concurrent
 - Background (раньше Concurrent)
 - включает выполнение сборки мусора в фоне для Generation 2
 - Generation 0-1 всегда выполняются non-concurrent, потому что происходят очень быстро
 - повышает отзывчивость, но ухудшает производительность при многих процессах
 - по-умолчанию Concurrent

Server GC:

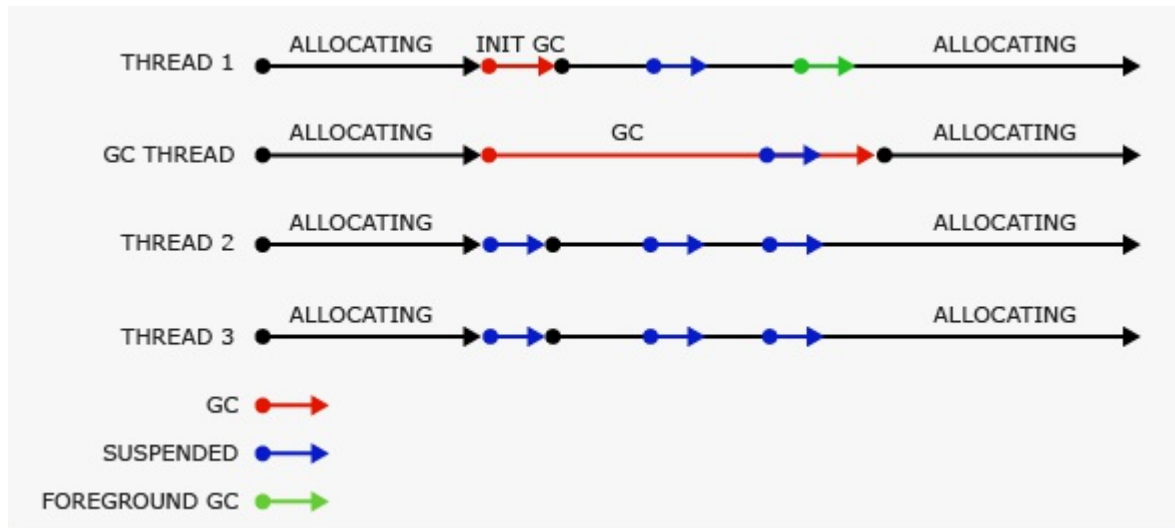


GC Concurrent:

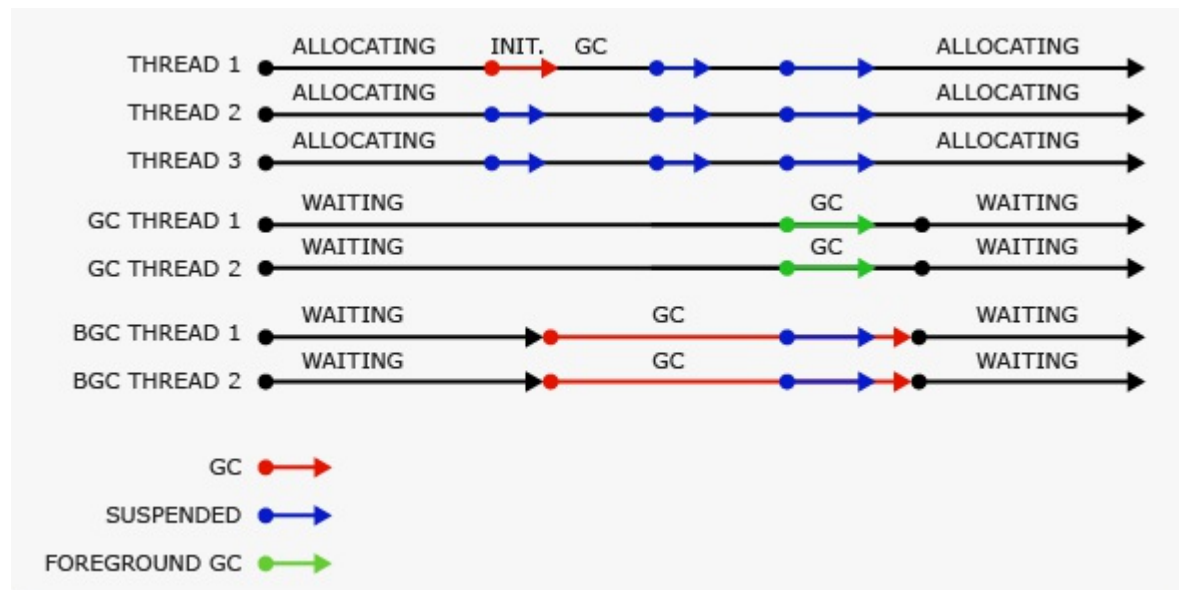


GC Background

- Пришел на смену Concurrent, включается автоматически
- Отличается тем, что может выполнять высокоприоритетную сборку Generation0-1, чтобы выделение памяти не прерывалось из-за сборки Generation2 в фоне



Gc Server Background



Методы GC

Явного вызова методов GC надо стараться избегать.

```
void Collect(Int32 generation, GCCollectionMode mode, Boolean blocking);  
// GCCollectionMode:  
//     Default: значение по умолчанию для данного перечисления (Forced)  
//     Forced: вызывает немедленное выполнение сборки мусора  
//     Optimized: позволяет сборщику мусора определить, является ли текущий момент  
//                оптимальным для сборки мусора  
  
GC.Collect(1, GCCollectionMode.Optimized);
```

```
GC.GetGeneration(Object) // Получить поколение для объекта
```

```
Int32 CollectionCount(Int32 generation);
```

```
Int64 GetTotalMemory(Boolean forceFullCollection);
```

```
GC.WaitForPendingFinalizers(); // Приостанавливает выполнение потока до  
освобождения всех объектов, для которых производится сборка
```

```
GC.SuppressFinalize(this); // Подсказывает, что у указанного объекта не должен  
выполняться финализатор
```


Финализаторы

Очистка unmanaged ресурсов при сборке мусора:

```
internal sealed class SomeType
{
    // Метод финализации
    ~SomeType()
    {
        // Код метода финализации
        Win32.DestroyHandle(this.CursorFileBitmapIconServiceHandle);
    }
}
```

```
protected override void Finalize()  
{  
    try  
    {  
        // здесь идут инструкции  
    }  
    finally  
    {  
        base.Finalize();  
    }  
}
```

- поскольку в финализаторе можно обращаться к полям - мы не можем удалить объект и перемещаем его в след. поколение, все зависимые объекты тоже будут помечены как достигаемые
- нельзя перехватить необработанное исключение из финализатора
- выполняется в отдельном высокоприоритетном потоке
- порядок вызова финализаторов никак не определен
- финализатор вызовется даже для не полностью инициализированного объекта
- надо использовать финализаторы только там, где необходимо
- замедляют сборку мусора
- недетерминированы

Внешние ресурсы, Dispose

Для явного освобождения внешних ресурсов, используется интерфейс **IDisposable**

[MSDN](#)

```
public interface IDisposable
{
    void Dispose();
}
```

Пример:

```
Byte[] bytesToWrite = new Byte[] { 1, 2, 3, 4, 5 };  
FileStream fs = new FileStream("Temp.dat", FileMode.Create); // Создание временного  
файла  
fs.Write(bytesToWrite, 0, bytesToWrite.Length); // Запись байтов во временный файл  
File.Delete("Temp.dat"); // Генерируется исключение IOException
```

```
FileStream fs = new FileStream("Temp.dat", FileMode.Create);  
fs.Write(bytesToWrite, 0, bytesToWrite.Length);  
fs.Dispose();  
File.Delete("Temp.dat");
```

```
FileStream fs = new FileStream("Temp.dat", FileMode.Create);
try
{
    fs.Write(bytesToWrite, 0, bytesToWrite.Length);
}
finally
{
    if (fs != null)
        fs.Dispose();
}
File.Delete("Temp.dat");
```

```
using (FileStream fs = new FileStream("Temp.dat", FileMode.Create))
{
    fs.Write(bytesToWrite, 0, bytesToWrite.Length);
}
File.Delete("Temp.dat");
```

Типичное общение с базой данных:

```
public License LicenseLoad(Guid licenseId)
{
    using (var db = new Data(_connection) { RetryPolicy = _retryPolicy })
    {
        return db.Licenses.SingleOrDefault(x => x.Id == licenseId);
    }
}
```

- Надо иметь в виду, что если падает конструктор инициализации объекта, то метод Dispose вызван не будет.

IDisposable pattern

[MSDN](#) статья о паттерне, [MSDN 2](#), [Тепляков 3](#), [SOF 4](#)

Есть 2 типа ресурсов:

- managed
 - ресурс, упакованный в объект, который уже реализует метод **Dispose**
- unmanaged
 - IntPtr, Socket, etc

MSDN предлагает две версии паттерна, базовую и с финализатором (если объект содержит unmanaged ресурс).


```
public class DisposableResourceHolder : IDisposable
{
    private SafeHandle resource; // handle to a resource

    public DisposableResourceHolder()
    {
        this.resource = ... // allocates the resource
    }
    public void Dispose()
    {
        Dispose(true);
        GC.SuppressFinalize(this);
    }
    protected virtual void Dispose(bool disposing)
    {
        if (disposing)
        {
            if (resource != null) resource.Dispose();
        }
    }
}
```

```
public class ComplexResourceHolder : IDisposable
{
    private IntPtr buffer; // unmanaged memory buffer
    private SafeHandle resource; // disposable handle to a resource

    private bool disposed = false; // Уже удален или еще нет

    public void Dispose()
    {
        Dispose(true);
        GC.SuppressFinalize(this);
    }

    ~ComplexResourceHolder()
    {
        Dispose(false);
    }

    protected virtual void Dispose(bool disposing)
    {
        if (disposed)
            return;
    }
}
```

```
ReleaseBuffer(buffer); // release unmanaged memory

if (disposing)
{
    // release other disposable objects Here
    if (resource != null)
        resource.Dispose();
}
}
```

Сложноватый паттерн? Попроще нельзя? Зачем вообще это?

1. Класс, содержащий управляемые или неуправляемые ресурсы реализует интерфейс `IDisposable`.
2. Класс содержит `Dispose(bool disposing)`.
 - `true` - вызывается из метода `Dispose`
 - `false` - вызывается из финализатора
 - Должен быть `private` для `sealed` классов, иначе `protected virtual`

```
// Для не-sealed классов
protected virtual void Dispose(bool disposing) {}

// Для sealed классов
private void Dispose(bool disposing) {}
```

3. Сам метод Dispose сначала очищает ресурсы, потом вызывает SuppressFinalize

```
public void Dispose()  
{  
    Dispose(true /*called by user directly*/);  
    GC.SuppressFinalize(this); // Порядок важен  
}
```

4. Метод Dispose(bool disposing) в зависимости от флага, при вызове из финализатора уничтожает только unmanaged ресурсы

```
void Dispose(bool disposing)  
{  
    if (disposing)  
    {  
        // Освобождаем только управляемые ресурсы  
    }  
    // Освобождаем неуправляемые ресурсы  
}
```

5. [Опционально] Класс может содержать финализатор

```
~ComplexResourceHolder()  
{  
    Dispose(false /*not called by user directly*/);  
}
```

6. [Опционально] Класс может содержать поле `bool disposed`

```
void Dispose(bool disposing)  
{  
    if (disposed) { return; } // Ресурсы уже освобождены  
    // Освобождаем ресурсы  
    disposed = true;  
}  
public void SomeMethod()  
{  
    if (disposed)  
        throw new ObjectDisposedException();  
}
```

7. [Опционально] Класс может унаследоваться от `CriticalFinalizerObject`

- компилируется JIT при создании объекта (а не при освобождении)
- заставляет такие классы освобождаться позднее, чем обычные
- финализатор будет вызван при экстренной выгрузке домена приложений

```
class Foo : CriticalFinalizerObject {}
```

- Обычно в таком тяжелом паттерне нет нужды
- Обертку над unmanaged объектом надо выносить в отдельный класс и не смешивать с бизнес логикой.
- таким образом bool по большому счету будет не нужен

```
class SomethingWithManagedResources : IDisposable
{
    public void Dispose()
    {
        // Никаких Dispose(true) и никаких вызовов GC.SuppressFinalize()
        DisposeManagedResources();
    }

    // Никаких параметров, этот метод должен освобождать только управляемые ресурсы
    protected virtual void DisposeManagedResources() {}
}
```


Самый упрощенный вариант 😊

Типа, если класс sealed, то зачем нам отдельный метод:

```
sealed class SomethingWithManagedResources : IDisposable
{
    public void Dispose()
    {
        handle.Dispose();
    }
}
```