



СИНХРОНИЗАЦИЯ ПОТОКОВ В WINDOWS

Критические секции

□ Для работы с объектами типа `CRITICAL_SECTION` используются следующие функции:

// инициализация критической секции

VOID

```
InitializeCriticalSection(LPCRITICAL_SECTION  
lpCriticalSection);
```

// вход в критическую секцию

```
VOID EnterCriticalSection(LPCRITICAL_SECTION  
lpCriticalSection);
```

// попытка войти в критическую секцию

BOOL

```
TryEnterCriticalSection(LPCRITICAL_SECTION  
lpCriticalSection);
```

// выход из критической секции

```
VOID LeaveCriticalSection(LPCRITICAL_SECTION  
lpCriticalSection);
```

// разрушение объекта критическая секция

VOID

```
DeleteCriticalSection(LPCRITICAL_SECTION
```



```
#include <windows.h>
#include <iostream>
using namespace std;
DWORD WINAPI thread(LPVOID) {
int i, j ;
for (j = 0; j < 10; ++j) {
// ВЫВОДИМ строку чисел j
for (i = 0; i < 10; ++i)
{
cout « j « ' ' « flush;
Sleep(17);
}
cout « endl;
return 0;
}
```



```
int main() {
int i, j ;
HANDLE hThread; DWORD IDThread;
hThread=CreateThread(NULL, 0, thread, NULL, 0,
    &IDThread) ;
if (hThread == NULL) return GetLastError();
for (j = 10; j < 20; ++j) {
for (i = 0; i < 10; ++i) {
// выводим строку чисел j
cout « j « ' ' « flush;
Sleep(17);
}
cout « endl;
}
// ждем, пока поток thread закончит свою работу
WaitForSingleObject(hThread, INFINITE);
return 0;
}
```



```
#include <windows.h> #include <iostream>
using namespace std;
CRITICAL_SECTION cs;
DWORD WINAPI thread(LPVOID)
{
int i,j;
for (j = 0; j < 10; ++j)
{
// входим в критическую секцию
EnterCriticalSection (&cs);
for (i = 0; i < 10; ++i)
{
cout « j « ' '« flush;
Sleep(7);
}
cout « endl;
// выходим из критической секции
LeaveCriticalSection(&cs);
}
return 0;
}
```




```
int main() {
int i,j;
HANDLE hThread; DWORD IDThread;
// инициализируем критическую секцию
InitializeCriticalSection(&cs);
hThread=CreateThread(NULL, 0, thread, NULL, 0, &IDThread);
if (hThread == NULL) return GetLastError();
for (j = 10; j < 20; ++j) {
// входим в критическую секцию
EnterCriticalSection(&cs);
for (i = 0; i < 10; ++i) {
cout « j « ' ' « flush; Sleep(7) ;
}
cout « endl;
// выходим из критической секции
LeaveCriticalSection(&cs);
}
// ждем, пока поток thread закончит свою работу
WaitForSingleObject(hThread, INFINITE);
// закрываем критическую секцию
DeleteCriticalSection(&cs);
return 0;
}
```



Объекты синхронизации и функции ожидания

- В операционных системах Windows объектами синхронизации называются объекты ядра, которые могут находиться в одном из двух состояний: *сигнальном* (signaled) и *несигнальном* (nonsignaled). Объекты синхронизации могут быть разбиты на четыре класса.



- К **первому классу** относятся объекты синхронизации, т. е. те, которые служат только для решения задач синхронизации параллельных потоков:
 - ✓ мьютекс (mutex);
 - ✓ событие (event);
 - ✓ семафор (semaphore).
 - Ко **второму классу** объектов синхронизации относится *ожидающий таймер* (waitable timer), который переходит в сигнальное состояние по истечении заданного интервала времени.
 - К **третьему классу** синхронизации относятся объекты, которые переходят в сигнальное состояние по завершении своей работы:
 - ✓ работа (job);
 - ✓ процесс (process);
 - ✓ поток (thread).
 - К **четвертому классу** относятся объекты синхронизации, которые переходят в сигнальное состояние после получения сообщения об изменении содержимого объекта. К ним относятся:
 - ✓ изменение состояния каталога (change notification);
 - ✓ консольный ввод (console input).
- 

□ *Функции ожидания* в Windows это такие функции, параметрами которых являются объекты синхронизации. Эти функции обычно используются для блокировки потоков.

□ Для ожидания перехода в сигнальное состояние одного объекта синхронизации используется функция **WaitForSingleObject**, которая имеет следующий прототип:

```
DWORD WaitForSingleObject(  
HANDLE hHandle, // дескриптор объекта  
DWORD dwMilliseconds // интервал ожидания в  
миллисекундах  
);
```



- Для ожидания перехода в сигнальное состояние нескольких объектов синхронизации или одного из нескольких объектов синхронизации используется функция **WaitForMuitipieObject**, которая имеет следующий прототип:

```
DWORD WaitForMultipleObjects(  
    DWORD nCount,           // количество объектов  
    CONST HANDLE *lpHandles, // массив дескрипторов  
                             объектов  
    BOOL bWaitAll,          // режим ожидания  
    DWORD dwMilliseconds    // интервал ожидания в  
                             миллисекундах  
);
```



Мьютексы

- Для решения проблемы взаимного исключения между параллельными потоками, выполняющимися в контекстах разных процессов, в операционных системах Windows используется объект ядра *мьютекс*. Слово мьютекс происходит от английского слова *mutex*, которое в свою очередь является сокращением от выражения *mutual exclusion*, что на русском языке значит "взаимное исключение". Мьютекс находится в сигнальном состоянии, если он не принадлежит ни одному потоку. В противном случае мьютекс находится в несигнальном состоянии. Одновременно мьютекс может принадлежать только одному потоку.



- Создается мьютекс вызовом функции **CreateMutex**, которая имеет следующий прототип:

```
HANDLE CreateMutex(  
LPSECURITY_ATTRIBUTES lpMutexAttributes,  
// атрибуты защиты  
BOOL bInitialOwner,  
// начальный владелец мьютекса  
LPCTSTR lpName  
// имя мьютекса  
);
```



```
#include <windows.h>
#include <iostream>
HANDLE hMutex;
char IpszAppName [] = "C:\\\\ConsoleProcess.exe";
STARTUPINFO si;
PROCESS_INFORMATION pi;
// создаем мьютекс
hMutex = CreateMutex(NULL, FALSE,
    "DemoMutex");
if (hMutex == NULL)
{
    cout « "Create mutex failed." « endl;
    cout « "Press any key to exit." « endl;
    cin.get();
    return GetLastError();
}
```



```
ZeroMemory(&si, sizeof(STARTUPINFO));
si.cb = sizeof(STARTUPINFO);
// создаем новый консольный процесс
if (!CreateProcess(IpszAppName, NULL, NULL, NULL,
    FALSE, NULL, NULL, NULL, &si, &pi))
{
    cout « "The new process is not created." « endl;
    cout « "Press any key to exit." « endl;
    cin.get();
    return GetLastError();
}
// выводим на экран строки
for (int j = 0; j < 10; ++j) {
    // захватываем мьютекс
    WaitForSingleObject(hMutex, INFINITE);
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        cout « j « ' ' « flush; Sleep(10);
```



```
}  
cout « endl; // освобождаем мьютекс  
ReleaseMutex (hMutex) ;  
}  
// закрываем дескриптор мьютекса  
CloseHandle(hMutex);  
// ждем пока дочерний процесс закончит работу  
WaitForSingleObject (pi .hProcess, INFINITE) ;  
// закрываем дескрипторы дочернего процесса в  
текущем процессе  
CloseHandle (pi .hThread) ;  
CloseHandle(pi.hProcess);  
return 0;  
}
```



```
#include <windows.h>
#include <iostream>
int main() {
HANDLE hMutex;
    int i , j ;
// открываем мьютекс
hMutex = OpenMutex(SYNCHRONIZE,
    FALSE,"DemoMutex");
if (hMutex == NULL) {
cout « "Open mutex failed." « endl;
cout « "Press any key to exit." « endl;
cin.get();
return GetLastError();
for (j = 10; j < 20; j++) {
```




```
// захватываем мьютекс
WaitForSingleObject(hMutex, INFINITE);
for (i = 0; i < 10; i++) {
    cout << j << ' ' << flush;
    Sleep(5);
}
cout << endl; // освобождаем мьютекс
ReleaseMutex(hMutex);
}
// закрываем дескриптор объекта
    CloseHandle(hMutex);
return 0;
}
```



События

□ *Событием* называется оповещение о некотором выполненном действии. В программировании события используются для оповещения одного потока о том, что другой поток выполнил некоторое действие. Сама же задача оповещения одного потока о некотором действии, которое совершил другой поток, называется *задачей условной синхронизации*. В операционных системах Windows события описываются объектами ядра Events.

□ При этом различают два типа событий:

- ✓ события с ручным сбросом;
- ✓ события с автоматическим сбросом.



- Создаются события вызовом функции **CreateEvent**, которая имеет следующий прототип:

```
HANDLE CreateEvent(  
LPSECURITY_ATTRIBUTES  
    IpSecurityAttributes,  
// атрибуты защиты  
BOOL bManualReset,  
// тип события  
BOOL blnitialState,  
// начальное состояние события  
LPCTSTR lpName  
// имя события  
);
```



- Для перевода любого события в сигнальное состояние используется функция **SetEvent**, которая имеет следующий прототип:

```
BOOL SetEvent(  
HANDLE hEvent // дескриптор события  
) ;
```



```
#include <windows.h>
#include <iostream>
HANDLE hOutEvent, hAddEvent;
DWORD WINAPI thread (LPVOID) {
for (int i = 0; i < 10; ++i)
if (i == 4) {
SetEvent(hOutEvent);
WaitForSingleObject(hAddEvent, INFINITE);
}
return 0;
}
int main() {
HANDLE hThread; DWORD IDThread;
```



```
// создаем события с автоматическим сбросом
hOutEvent = CreateEvent(NULL, FALSE, FALSE, NULL);
if (hOutEvent == NULL)
return GetLastError();
hAddEvent = CreateEvent(NULL, FALSE, FALSE, NULL);
if (hAddEvent == NULL) return GetLastError();
// создаем поток thread
hThread = CreateThread(NULL, 0, thread, NULL, 0,
    &IDThread);
if (hThread == NULL)
return GetLastError();
// ждем, пока поток thread выполнит половину работы
WaitForSingleObject(hOutEvent, INFINITE);
```



```
// выводим значение переменной
cout « "A half of the work is done." « endl;
cout « "Press any key to continue." « endl;
cin.get();
// разрешаем дальше работать потоку thread
SetEvent (hAddEvent) ;
WaitForSingleObject(hThread, INFINITE);
CloseHandle(hThread);
CloseHandle(hOutEvent);
CloseHandle(hAddEvent);
cout « "The work is done." « endl;
return 0;
}
```



- Доступ к существующему событию можно открыть с помощью функции

CreateEvent или **OpenEvent**.

```
HANDLE OpenEvent(  
DWORD dwDesiredAccess, // флаги доступа  
BOOL bInheritHandle,   // режим наследования  
LPCTSTR lpName         // имя события  
);
```



- Параметр **dwDesiredAccess** определяет доступ к событию и может быть равен любой логической комбинации следующих флагов:
 - ✓ **EVENT_ALL_ACCESS** — полный доступ;
 - ✓ **EVENT_MODIFY_STATE** — модификация состояния;
 - ✓ **SYNCHRONIZE** — синхронизация.
- Эти флаги устанавливают следующие режимы доступа к событию:
 - ✓ флаг **EVENT_ALL_ACCESS** означает, что поток может выполнять над событием любые действия;
 - ✓ флаг **EVENT_MODIFY_STATE** означает, что поток может использовать функции **SetEvent** и **ResetEvent** для изменения состояния события;
 - ✓ флаг **SYNCHRONIZE** означает, что поток может использовать событие в функциях ожидания.



```
#include <windows.h>
#include <iostream>
HANDLE hlnEvent;
char IpEventName[ ] = "InEventName";
int main() {
    DWORD dwWaitResult;
    char szAppName[] = "D:\\\\ConsoleProcess.exe";
    STARTUPINFO si;
    PROCESS_INFORMATION pi;
    // создаем событие, отмечающее ввод символа
    hlnEvent = CreateEvent(NULL, FALSE, FALSE,
    IpEventName);
    if (hlnEvent == NULL)
    return GetLastError();
```



```
// запускаем процесс, который ждет ввод символа
ZeroMemory(&si, sizeof(STARTUPINFO));
si.cb = sizeof(STARTUPINFO);
if (!CreateProcess(szAppName, NULL, NULL, NULL, FALSE,
CREATE_NEW_CONSOLE, NULL, NULL, &si, &pi))
return 0;
// закрываем дескрипторы этого процесса
CloseHandle(pi.hProcess);
CloseHandle(pi.hThread);
// ждем оповещение о наступлении события о вводе символа
dwWaitResult = WaitForSingleObject(hlnEvent, INFINITE);
if (dwWaitResult != WAIT_OBJECT_0) return dwWaitResult;
cout « "A symbol has got. " « endl;
CloseHandle (hlnEvent) ;
cout « "Press any key to exit.";
cin.get();
return 0;
}
```



```
#include <windows.h>
#include <iostream>
HANDLE hlnEvent;
CHAR lpEventName[]="InEventName" ;
int main () {
char c;
hlnEvent = OpenEvent (EVENT_MODIFY_STATE,
FALSE, lpEventName);
if (hlnEvent == NULL) {
cout « "Open event failed." « endl;
cout « "Input any char to exit." « endl;
cin.get();
return GetLastError();
}
```



```
cout « "Input any char: ";
cin » c;
// устанавливаем событие о вводе символа
SetEvent(hlnEvent);
// закрываем дескриптор события в текущем процессе
CloseHandie(hlnEvent);
cin.get();
cout << "Press any key to exit." << endl;
cin.get();
return 0;
}
```



Семафоры

- ❑ Семафоры в операционных системах Windows описываются объектами ядра **semaphores**. Семафор находится в сигнальном состоянии, если его значение больше нуля. В противном случае семафор находится в несигнальном состоянии.
- ❑ Создаются семафоры посредством вызова функции **CreateSemaphore**, которая имеет следующий прототип:

```
HANDLE CreateSemaphore(  
LPSECURITY_ATTRIBUTES IpSemaphoreAttribute,  
// атрибуты защиты  
LONG lInitialCount,  
// начальное значение семафора  
LONG lMaximumCount,  
// максимальное значение семафора  
LPCTSTR lpName  
// имя семафора  
);
```



BOOL ReleaseSemaphore

(

HANDLE hSemaphore, // дескриптор семафора

**LONG IReleaseCount, // положительное число, на
которое увеличивается значение семафора**

**LPLONG lpPreviousCount // предыдущее значение
семафора**

);



```
HANDLE OpenSemaphore(  
    DWORD dwDesiredAccess, // флаги доступа  
    BOOL bInheritHandle, // режим наследования  
    LPCTSTR lpName // имя события  
);
```

- ❑ Параметр **dwDesiredAccess** определяет доступ к семафору и может быть равен любой логической комбинации следующих флагов:
 - ✓ **SEMAPHORE_ALL_ACCESS** — полный доступ к семафору;
 - ✓ **SEMAPHORE_MODIFY_STATE** — изменение состояния семафора;
 - ✓ **SYNCHRONIZE** — синхронизация.




```
#include <windows.h>
#include <iostream>
volatile int a[10];
HANDLE hSemaphore;
DWORD WINAPI thread(LPVOID)
{
for (int i = 0; i < 10; i++)
{
a [i] = i + 1;
// отмечаем, что один элемент готов
ReleaseSemaphore(hSemaphore,1,NULL);
Sleep(500) ;
}
return 0;
}
```



```
int main()
{
int i;
HANDLE hThread;
DWORD IDThread;
cout « "An initial state of the array: ";
for (i = 0; i < 10; i++)
cout « a[i] « ' ';
cout « endl;
// создаем семафор
hSemaphore=CreateSemaphore(NULL, 0, 10, NULL);
if (hSemaphore == NULL) return GetLastError();
// создаем поток, который готовит элементы массива
hThread = CreateThread(NULL, 0, thread, NULL, 0,
&IDThread);
if (hThread == NULL) return GetLastError();
```



```
// поток main выводит элементы массива только после их
    подготовки потоком thread
```

```
cout « "A final state of the array: ";
```

```
for (i = 0; i < 10; i++)
```

```
{
```

```
    WaitForSingleObject(hSemaphore, INFINITE);
```

```
    cout « a[i] « " \a" « flush;
```

```
}
```

```
cout « endl;
```

```
CloseHandle(hSemaphore);
```

```
CloseHandle(hThread);
```

```
return 0;
```

```
}
```

