Управление ресурсами компьютера

Управление процессами и потоками

Уровни многозадачности

- Однозадачные ОС
- Многозадачность на уровне процессов
- Многозадачность на уровне потоков
  - Потоки ядра
  - Пользовательские потоки

Процессы в современных ОС

- Структура процесса
  - Идентификатор
  - Адресное пространство
  - Программа
  - Данные
  - Ресурсы

  } – совместно используются потоками
- Потоки
  - Работают в контексте процесса
  - Имеют собственные данные (как минимум стек)

Процессы и потоки

Процессы:

- Пассивны
- Независимы
- Получают ресурсы в собственное использование
- Различные адресные пространства
- Взаимодействуют только через механизмы IPC
- Медленное переключение

Потоки:

- Активны (выполняются)
- Входят в процессы
- Разделяют ресурсы доступные процессу
- Одно адресное пространство
- Могут взаимодействовать через механизмы IPC
- Быстрое переключение

Потоки ядра (нити)

Имеют собственные:

- Идентификатор
- IP
- Стек
- Другие регистры
- Состояние
- Нити-потомки
- TLS

Разделяют:

- Адресное пространство
- Глобальные переменные
- Объекты и ресурсы ОС
- Статистическую информацию

Задачи ОС по управлению процессами и потоками

- Определить и реализовать основные свойства процессов и потоков
  - Структуры данных для хранения информации
  - Алгоритмы
- Определить, с какими объектами могут работать потоки (память)
- Управление ресурсами процессов и потоков
- Средства для создания/уничтожения/управления процессами и потоками
- Средства для разделения процессорного времени – алгоритмы планирования
- Средства синхронизации
- Механизмы защиты от взаимных блокировок
- Механизмы защиты процессов

Дескриптор процесса. PCB. Контекст потока.

Дескриптор процесса

Общая информация о процессе:

- ID процесса
- Состояние процесса
- Ресурсы
  - Оперативная память
  - Открытые файлы
  - Сетевые соединения
  - …
- Статистическая информация
- …

Контекст потока (процесса)

Информация, необходимая для остановки и перезапуска потока

- Регистры CPU
- IP
- SP
- …

Структуры управления процессами и потоками Windows

Объект ядра процесс

PCB

- Потоки
- Приоритет
- Время выполнения

Ресурсы и другое

- Таблица дескрипторов
- Виртуальная память
- Безопасность
- Отладка
- Статистика
- …

Объект ядра поток

Контекст

- SP
- IP
- Другие регистры

Другие параметры

- Состояние
- Время создания
- Расположение стека
- Thread Environment Block
- Состояние
- Приоритет
- …

Окружение

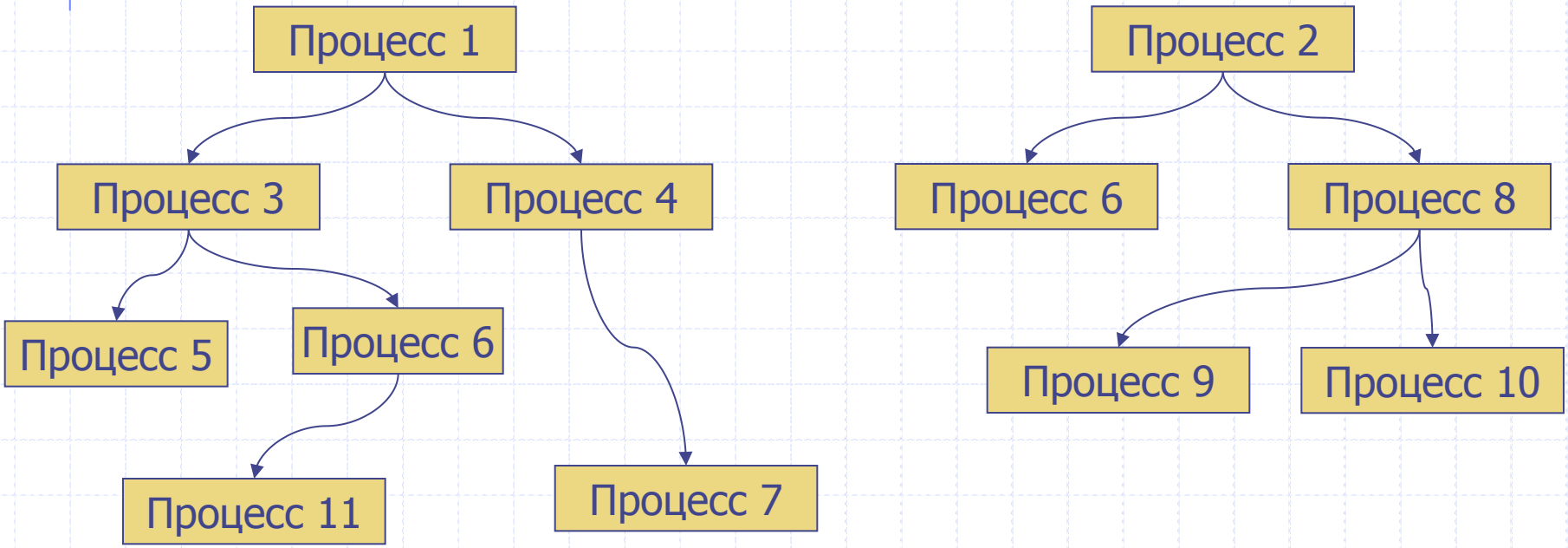
- TLS
- Исключения
- Критические секции
- …

Создание процесса

- Когда происходит создание процессов?
  - При запуске системы
  - Динамически

Динамическое создание процесса

Процесс, инициировавший создание нового процесса называется процессом-родителем (parent process). Созданный процесс – ребёнком (child process).



Действия при создании процесса

- Создаётся PCB процесса
- Процесс получает уникальный идентификатор
- Выделяются ресурсы для нового процесса
  - Процесс может получить часть ресурсов от процесса-родителя и использует их совместно
  - Процесс получает новые ресурсы от ОС
- Устанавливаются начальные значения контекста процесса, включая регистры процессора
  - Дублируется контекст процесса-родителя (Unix, Windows)
  - Запускается новая программа (Windows, VAX/VMS)
- Состояние процесса изменяется на «готовность»

Создание процесса в Windows

```
BOOL CreateProcess(
  LPCTSTR lpApplicationName, // имя выполняемого файла
  LPTSTR lpCommandLine,           // командная строка
  LPSECURITY_ATTRIBUTES lpProcessAttributes,
       // дескриптор защиты процесса
  LPSECURITY_ATTRIBUTES lpThreadAttributes,
       // дескриптор защиты потока
  BOOL bInheritHandles,
       // режим наследования дескрипторов
  DWORD dwCreationFlags,   // флаги
  LPVOID lpEnvironment,    // блок переменных окружения
  LPCTSTR lpCurrentDirectory,  // текущая директория
  LPSTARTUPINFO lpStartupInf,
    // информация об окне приложения
  LPPROCESS_INFORMATION lpProcessInformation
      // информация о процессе и потоке
);
```

Создание процесса в Unix

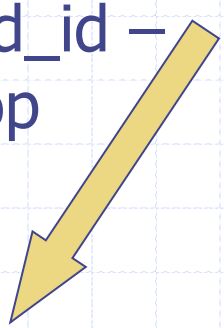
При создании нового процесса создаётся его копия, отличающаяся от родителя только следующим:

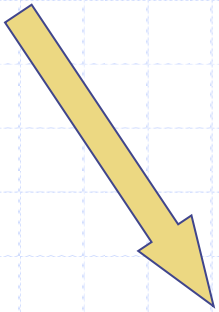
- Дочерний процесс имеет уникальный id
- Дочерний процесс имеет другой id родителя
- Дочерний процесс получает копию дескрипторов системных объектов, ссылающихся на те же объекты
- Счётчики использования ресурсов сбрасываются
- Все интервальные таймеры сбрасываются

Создание процесса в Unix

```
pid_t child_id;
child_id=fork();
```

Родитель, child_id – идентификатор созданного ребёнка





Ребёнок, child_id =0

```
if(child_id>0)
    printf("child created");
else if(child_id==0)
    printf("I am child");
```

```
if(child_id>0)
    printf("child created");
else if(child_id==0)
    printf("I am child");
```

Создание процесса в Unix

Родитель

```
pid_t child_id;
char *argv[];
char *env[];
…
if((child_id=fork())==0)
 execve(“child”,argv,env);
else if(child_id>0)
 printf(“child created”);
```

Ребёнок

```
if((child_id=fork())==0)
execve(“child”,argv,env);
//загрузка child
int main(argc,argv,env) …
```

Состояния потоков

- **Выполнение**

  Поток обладает всеми необходимыми ресурсами и выполняется процессором.

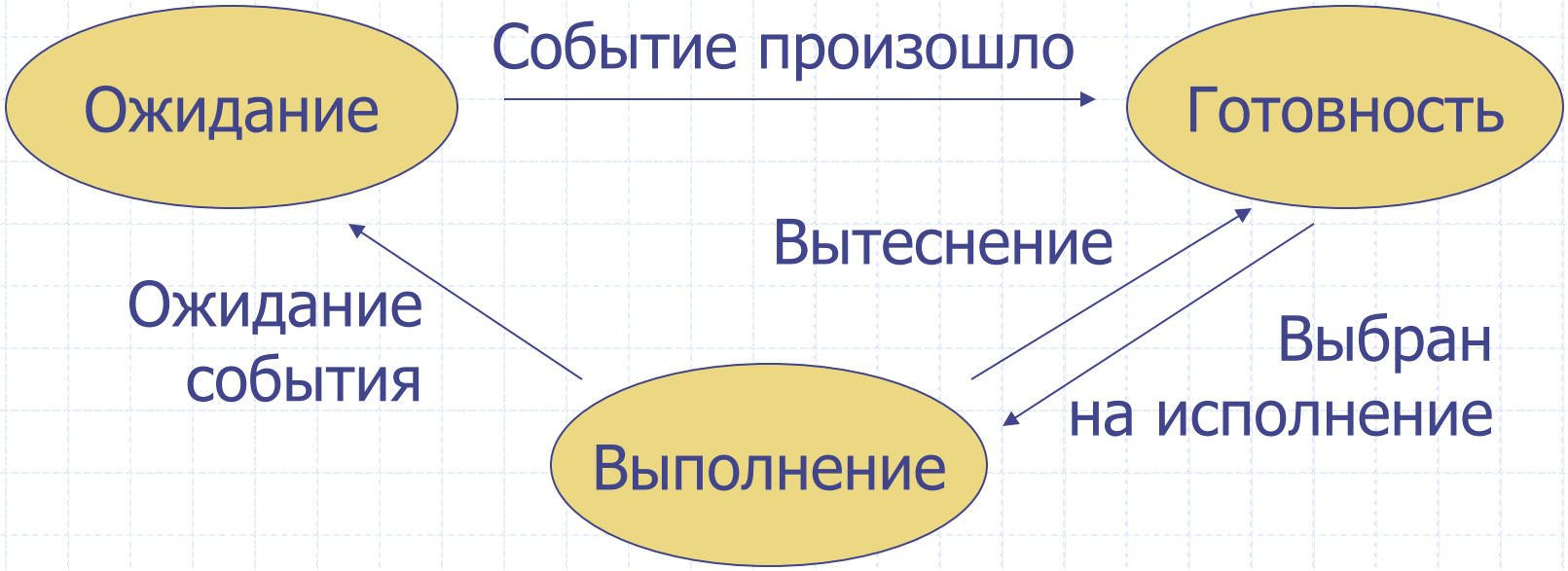
- **Ожидание**

  Поток заблокирован по своим внутренним причинам. Его выполнение возможно после наступления какого-либо события.

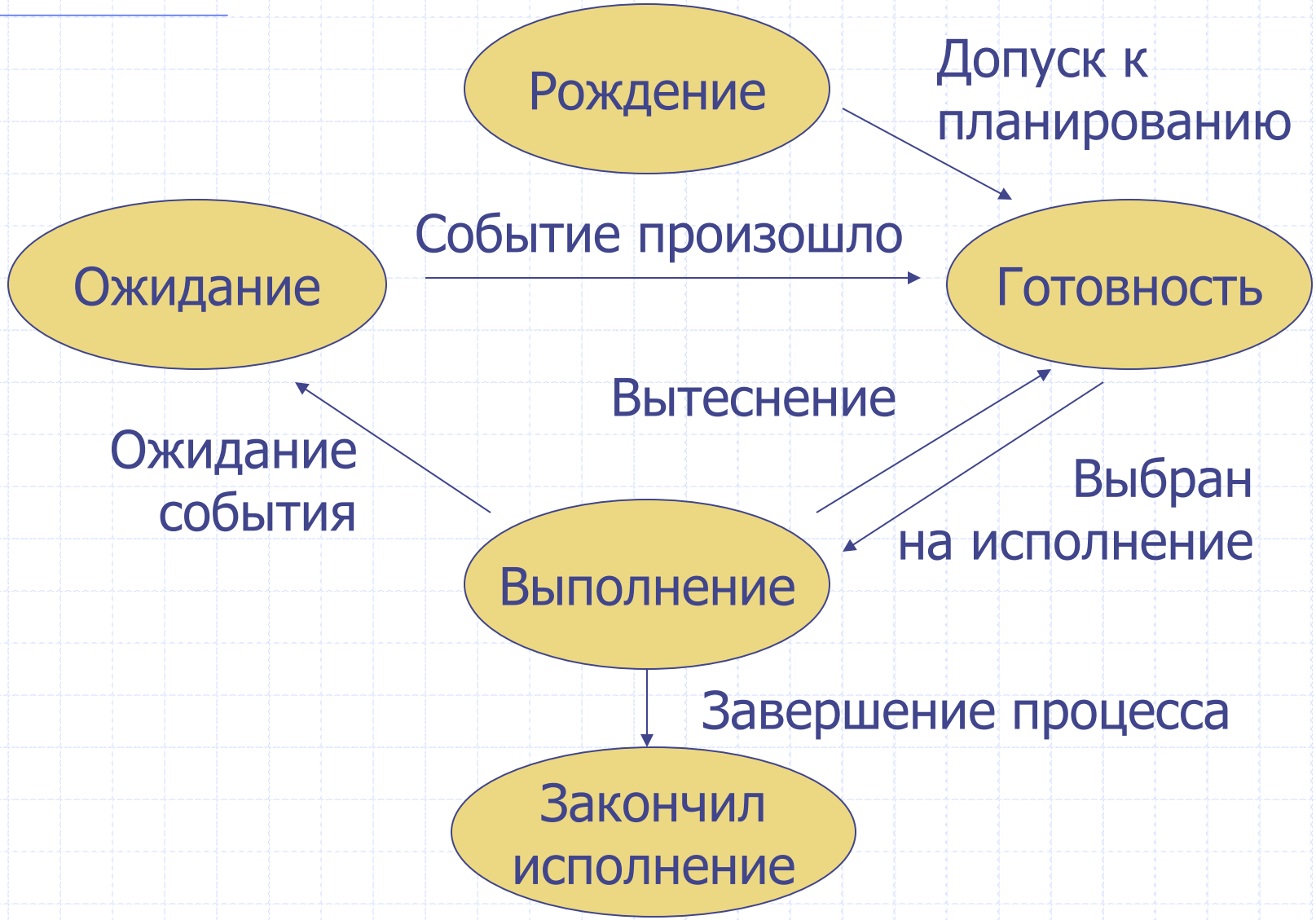
- **Готовность**

  Поток обладает всеми необходимыми ресурсами но в данный момент не выполняется (ожидает освобождения процессора).

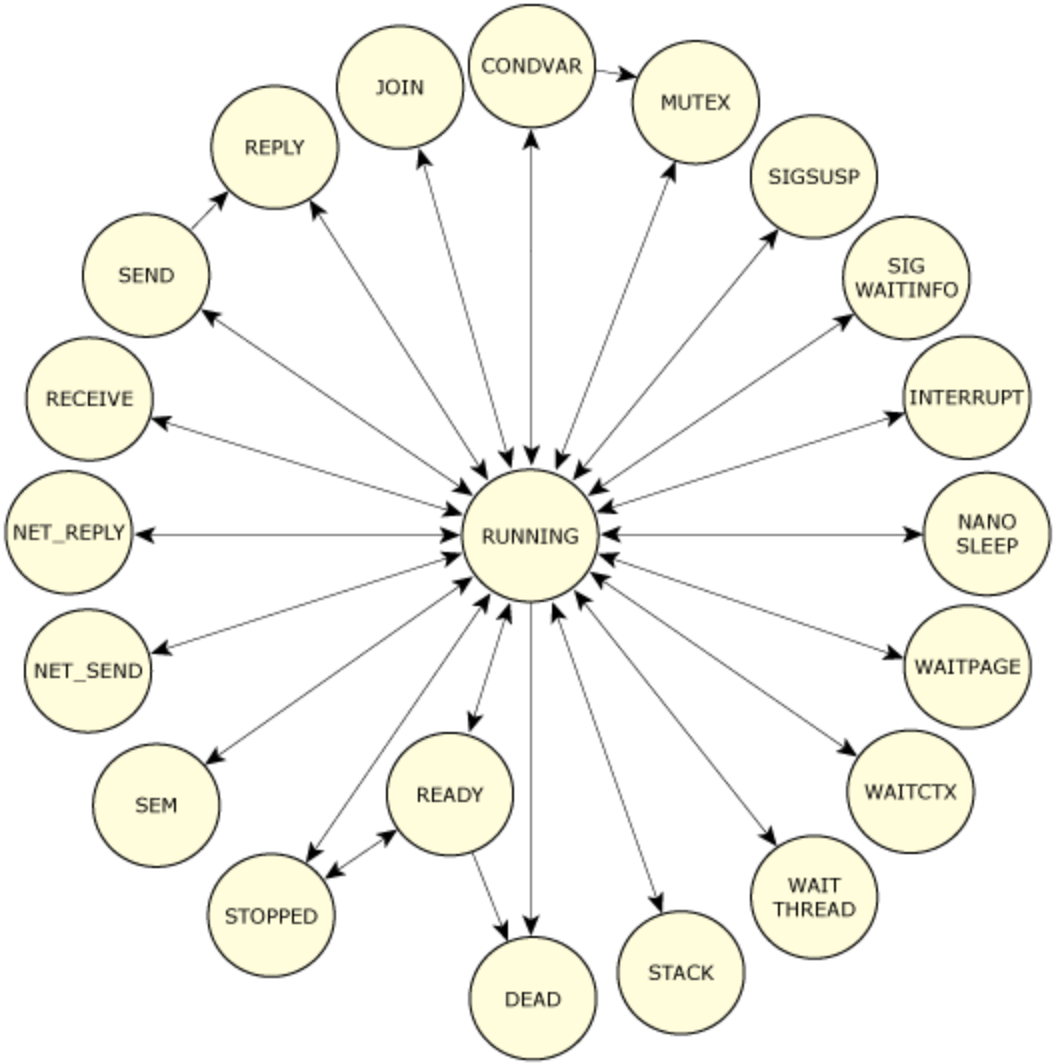
Переходы между состояниями



Переходы между состояниями



Состояния потока в QNX



Очереди потоков

- Очередь потоков в состоянии готовности
  - По одной очереди на процессор
- Очереди потоков в состоянии ожидания
- Очередь завершённых потоков

Запуск потока на выполнение

- Выбирается один из потоков в состоянии готовность
- Обеспечивается наличие в оперативной памяти необходимой для выполнения информации
- Контекст потока восстанавливается из PCB
- Состояние потока изменяется на выполнение
- Управление передаётся коду, на который указывает IP потока.

Приостановка (вытеснение) потока

- Происходит прерывание
- CPU сохраняет регистр IP и некоторые специальные регистры
- Запускается обработчик прерывания
- ОС сохраняет контекст потока
- Состояние потока изменяется на готовность

Блокирование потока

- Процесс обращается к ОС с помощью специального вызова
  - WaitFor…
  - Sleep()
  - Чтение/запись файлов, сокетов
  - …
- ОС обрабатывает вызов
- Поток регистрируется в очереди ожидающих события
- Контекст потока сохраняется в PCB
- Состояние потока изменяется на ожидание

Ожидание в многозадачных ОС

Никогда не делайте так

```
bool some_flag;
…
while(!some_flag);
process();
```

Делайте так

```
HANDLE SyncObject;
…
WaitForSingleObject
          (SyncObject, INFINITE);
process();
```

Если никак не получается WaitFor…

```
bool some_flag;
…
while(!some_flag)
          Sleep(300);
process();
```

Надо быстрее и я знаю, что делаю

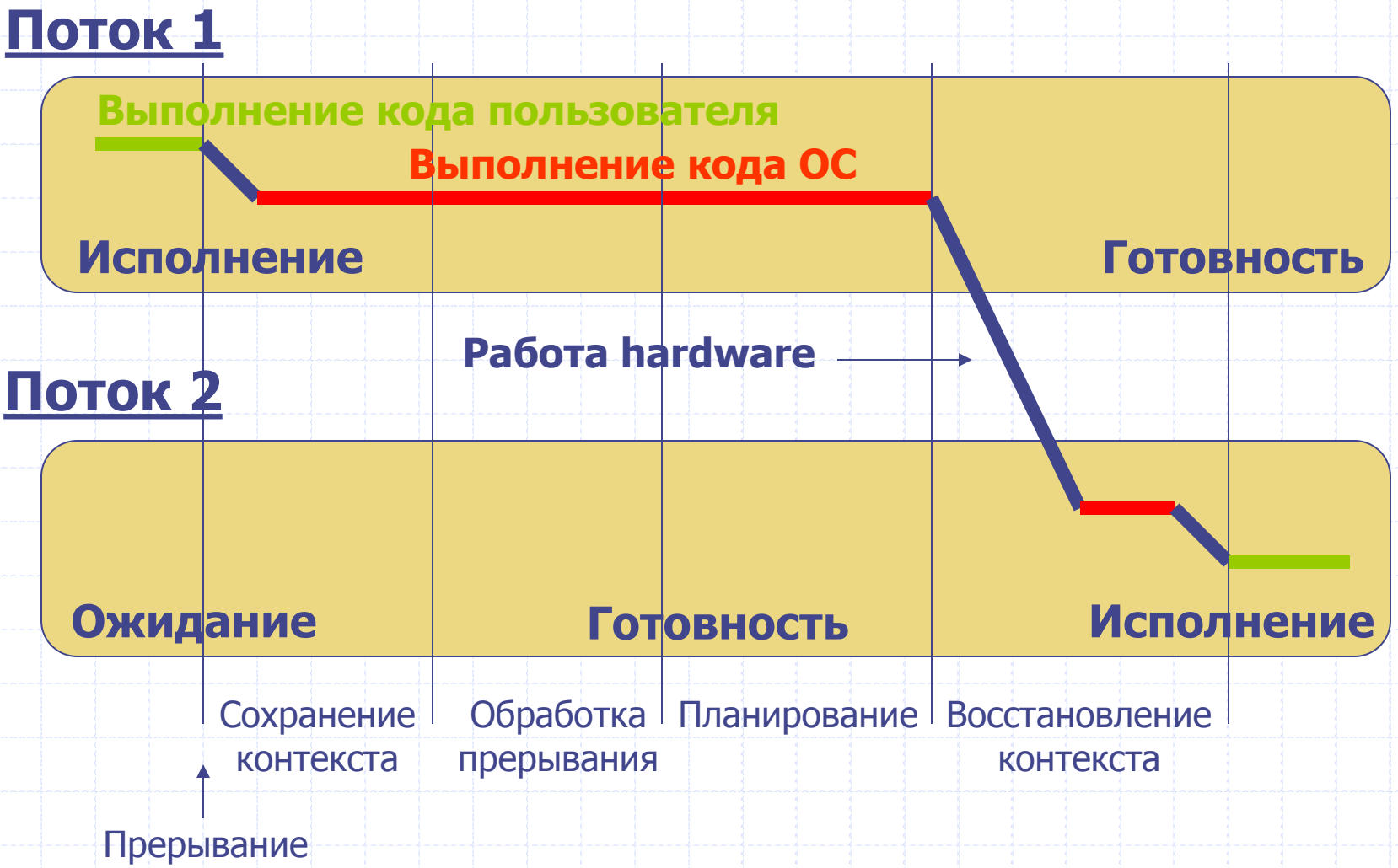
```
bool some_flag;
HANDLE SyncObject;
…
for(int i=0; i<N; i++)
  if(some_flag) break;
if(!some_flag)
   WaitForSingleObject
          (SyncObject, INFINITE);
process();
```

Готовый вариант - смотрите InitializeCriticalSectionAndSpinCount()

Разблокирование потока

- Происходит событие
- ОС находит процесс в очереди ожидающих данного события
- Выполняются действия, связанные с наступлением события
- Состояние процесса изменяется на готовность

Переключение контекста



Завершение процесса

- Состояние процесса изменяется на «завершение работы»
- Освобождаются использованные процессом ресурсы
- PCB процесса может оставаться в системе
- Что происходит с дочерними процессами при смерти родительского?
  - Дети уничтожаются (VAX/VMS)
  - Дети усыновляются специальным системным процессом (Unix)
  - Дети становятся корнями новых деревьев (Windows)

Завершение потока в Windows Причины

- функция потока возвращает управление
- поток вызывает функцию `ExitThread:`

```
VOID ExitThread(
  DWORD dwExitCode   // код возврата
);
```

- другой поток вызывает функцию `TerminateThread:`

```
BOOL TerminateThread(
  HANDLE hThread,    // дескриптор потока
  DWORD dwExitCode   // код возврата
);
```

- завершается процесс

Завершение потока в Windows Действия ОС

1. освобождается память, выделенная под стек потока;
2. отменяются начатые потоком операции ввода-вывода;
3. код возврата потока меняется со значения `STILL_ACTIVE` (0x103) на свое значение;
4. объект ядра «поток» переходит в свободное (signaled) состояние;
5. счетчик использования объекта «процесс» уменьшается на 1;
6. если это был последний поток в процессе, то процесс завершается.

Завершение процесса в Windows Причины

- входная функция первичного потока (обычно это `main`, `wmain`, `WinMain` или `wWinMain`) возвращает управление;
- один из потоков процесса вызывает функцию `ExitProcess`;
- поток другого процесса вызывает функцию `TerminateProcess`;
- все потоки процесса умирают;
- пользователь выходит из системы.

Завершение процесса в Windows Действия ОС

1. выполнение всех потоков в процессе прекращается;
2. все открытые процессом объекты USER и GDI уничтожаются, а объекты ядра закрываются;
3. Выделенная процессу память освобождается;
4. код возврата процесса меняется со значения `STILL_ACTIVE` (0x103) на свое значение;
5. объект ядра «процесс» переходит в свободное (signaled) состояние;
6. счетчик использования объекта «процесс» уменьшается на 1.

Пользовательские потоки

- Потоки ядра (kernel threads)
- Потоки пользователя (user threads)
  - Зелёные потоки (Green threads)
  - Волокна (fiber)

Потоки пользователя

Потоки могут быть реализованы с помощью пользовательских библиотек и работать без какого-либо вмешательства ОС.

- Небольшие накладные расходы на создание и переключение
- Пользователь может контролировать алгоритм планирования
- Как правило не могут использовать несколько ядер
- Один заблокированный поток может привести к блокировке остальных

Green threads

Зелёные потоки – потоки, управление которыми осуществляет виртуальная машина (Java 1.1, Ruby 1.9, Smalltalk,…)

Волокна (fiber)

Волокна – пользовательские потоки, работающие в режиме невытесняющей многозадачности.

- Самые низкие накладные расходы на создание и переключение.
- Отсутствие проблем с race condition.
- Как правило не могут использовать несколько ядер.
- Один заблокированный поток может привести к блокировке остальных.

Модели потоков

- 1:1 – потоки ядра

  Все создаваемые потоки отображаются как объекты планирования ядра

- N:1 – потоки пользователя

  Все потоки пользователя отображаются на один объект планирования ядра

- N:M – гибридные потоки

  Обеспечивается выполнение потоков пользователя с использованием нескольких объектов планирования ядра