Нишки
(*Rev: 1.6*)

Любомир Чорбаджиев[1]
lchorbadjiev@elsys-bg.org

[1]Технологическо училище "Електронни системи"
Технически университет, София

7 ноември 2007 г.

Съдържание

Процеси

- Когато операционната система разпределя ресурсите, тя ги разпределя между процесите, които се изпълняват върху компютърната система. Собствеността на ресурсите се държи от процесите.
- Планирането на процесора се извършва в термините на задачи или олекотени процеси.
- Операционната система третира тези два аспекта независимо.

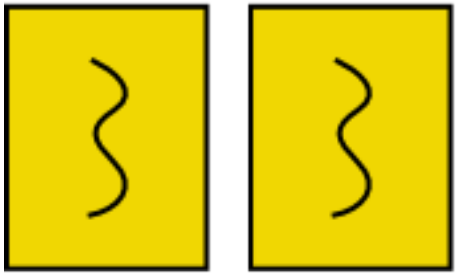
Многонишковост

- Съвременните операционни системи поддържат изплънението на много нишки в рамките на един процес.
- Ранните операционни системи поддържат само една последователност на изълнение – един процес с една нишка на изпълнение.
- Ранния UNIX поддържа много процеси, но всеки процес поддържа само по една нишка.
- Съвременните операционни системи – Solaris, Linux, Windows XP, Mac OS X и т.н. – имат пълна поддръжка на многонишковост.

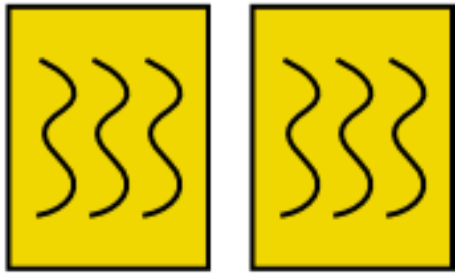
Многонишковост

Един процес,
една нишка

Един процес,
много нишки



Много процеси,
една нишка

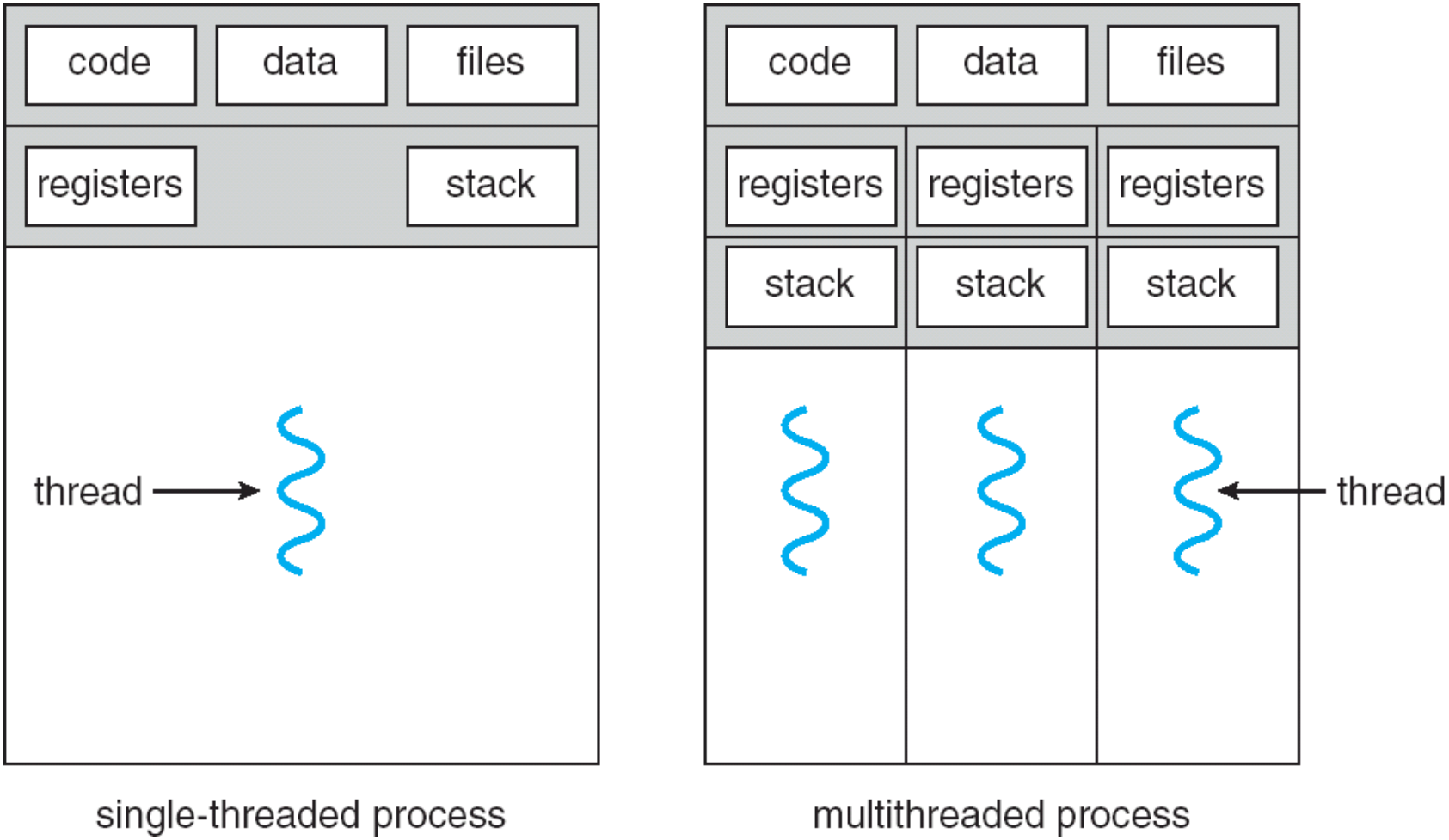


Много процеси,
много нишки

Нишки

- Всяка нишка притежава състояние – в изпълнение, готова, и т.н.
- Когато не се ипълнява, за всяка нишка се съхранява контекст на нишката – контролен блок на нишката.
- Всяка нишка притежава собствен стек за изпълнение.
- Нишките имат достъп до паметта и всички ресурси на процеса в който се изпълняват. Ресурсите на процеса са общи за всички нишки.
- Нишките притежават и локална за нишките памет – могат да съхраняват стойности, които са локални за нишката (не се виждат от другите нишки).

Нишки



Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

Предимства от използването на нишки

- Използването на нишки води до икономия на ресурси на компютърната система – олекотени процеси.
- Създаването на нишка и унищожаването на нишка изисква по-малко време.
- Превключването на контекста между нишки става по-бързо.
- Нишките, които са част от един и същ процес, си поделят адресното пространство и файловете, и поради това те могат да комуникират без обръщане към ядрото.
- Подобрява се използването на многопроцесорните архитектури.

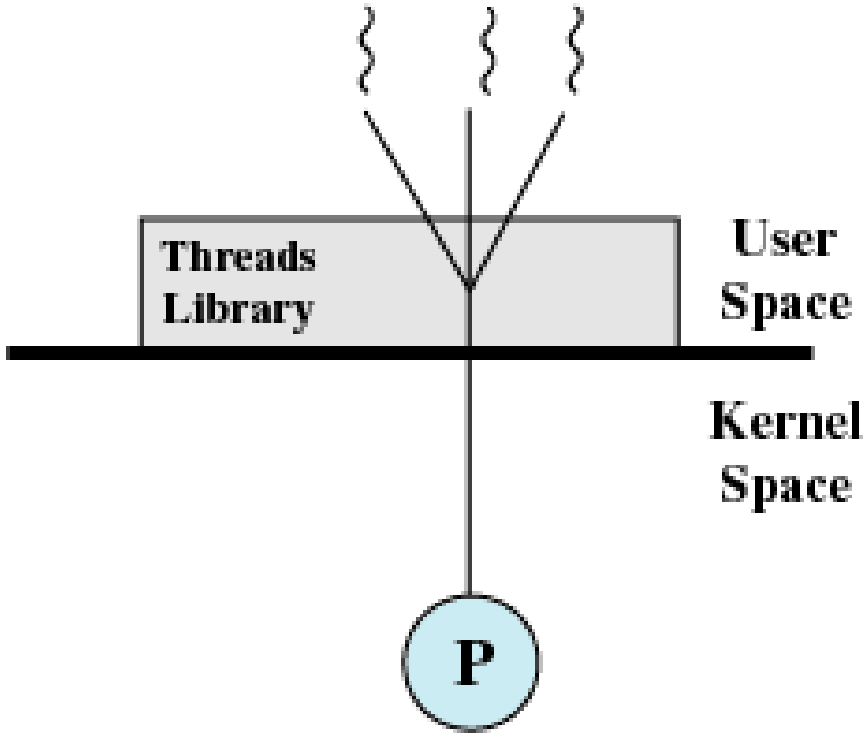
Нишки

- Спирането на процеса води до спиране на всички нишки на процеса, тъй като всички нишки на процеса си поделят адресното пространство.
- Унищожаването на процеса води до унищожаването на всички нишки на процеса.
- Състояния на нишките:
  - Нова – размножаване на нишката.
  - Блокирана.
  - Изпълнява се.
  - Унищожена – освобождава се контекста на нишката и стека.

Нишки в потребителското пространство

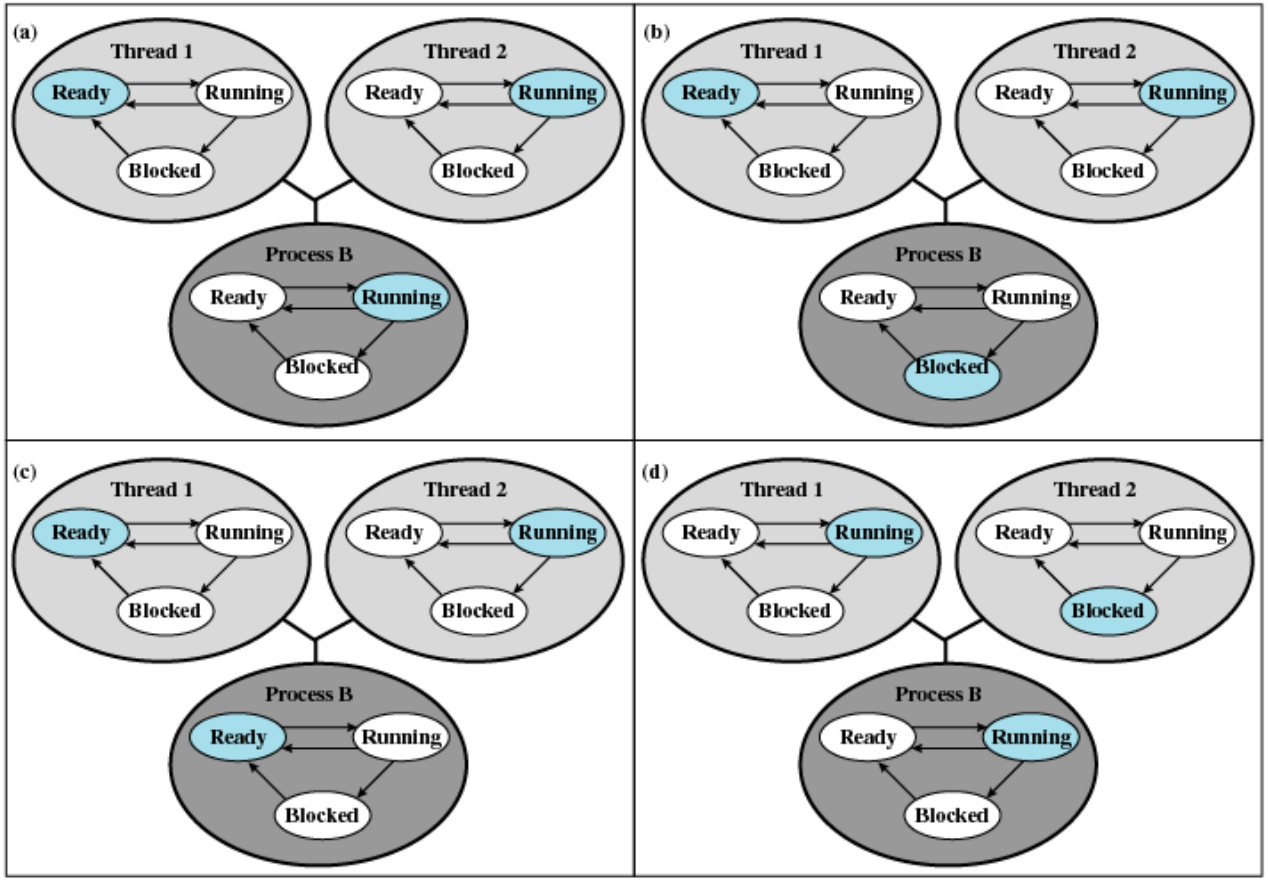
- Нишките в потребителския процес съответстват на единствена нишка в ядрото.
- Управлението на нишките се извършва от библиотека, която изцяло работи в потребителското пространство.
- Ядрото по никакъв начин не знае и не се интересува от съществуването на нишките.
- Има редица примери за библиотеки, които поддържат нишки в потребителското пространство:
  - Solaris Green Threads.
  - GNU Portable Threads.
  - WIN32 Threads.

Нишки в потребителското пространство



Фиг.: Stallings: *Operating Systems: Internals and Design Principles*

Нишки в потребителското пространство



Colored state
is current state

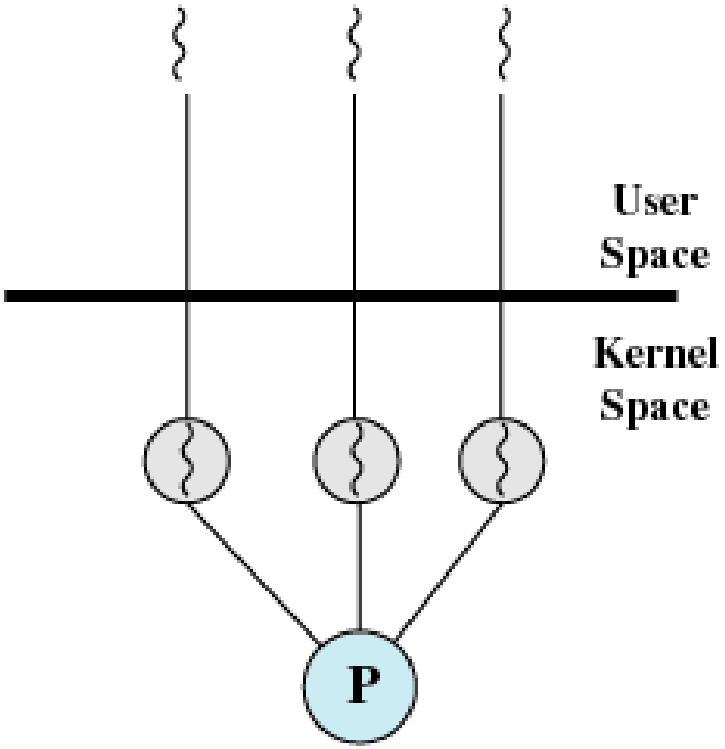
Figure 4.7 Examples of the Relationships Between User-Level Thread States and Process States

Фиг.: Stallings: *Operating Systems: Internals and Design Principles*

Нишки в пространството на ядрото

- Всяка нишка в потребителското пространство съответстват на отделна нишка в ядрото.
- Изискват поддръжка в ядрото.
- Ядрото поддържа информация за контекста на процесите и на нишките.
- Планирането на работата на процесора е на ниво нишки.
- Примери:
  - Solaris.
  - Linux.
  - Windows XP/2000.
  - Tru64 UNIX.
  - Mac OS X.

Нишки в пространството на ядрото



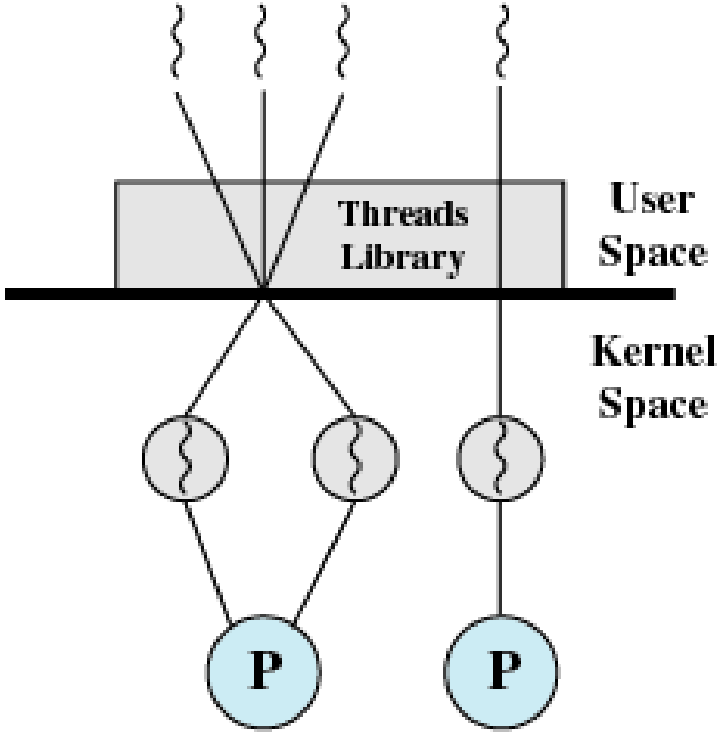
(b) Pure kernel-level

Фиг.: Stallings: *Operating Systems: Internals and Design Principles*

Комбиниран подход

- Позволява много потребителски нишки да съответстват на много нишки от пространството на ядрото.
- Операционната система създава достатъчен брой нишки на ядрото.
- Планирането и синхронизацията на нишките става в рамките на потребителското пространство.

Комбиниран подход

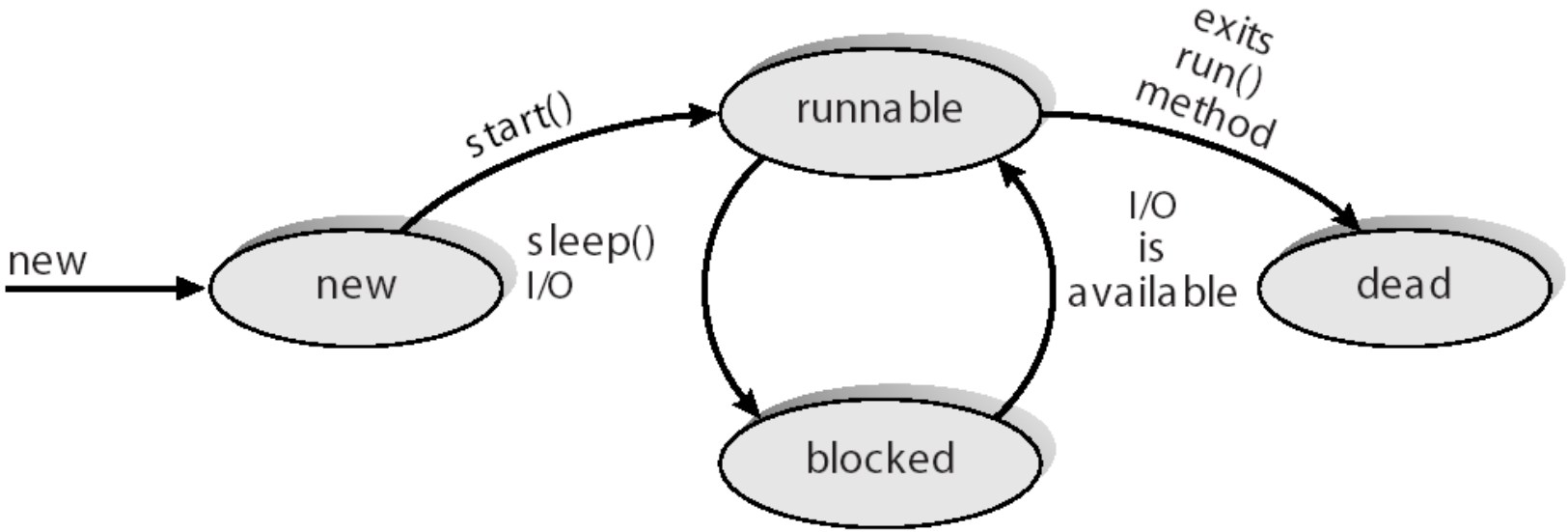


(c) Combined

Фиг.: Stallings: *Operating Systems: Internals and Design Principles*

Нишки в Java

- Нишките в Java се управляват от JVM.
- Има два начина да се реализират нишки в Java: чрез наследяване на класа `Thread` или чрез имплементация на интерфейса `Runnable`.



Фиг.: Silberschatz, Gavin, Gagne: *Operating Systems Concepts*

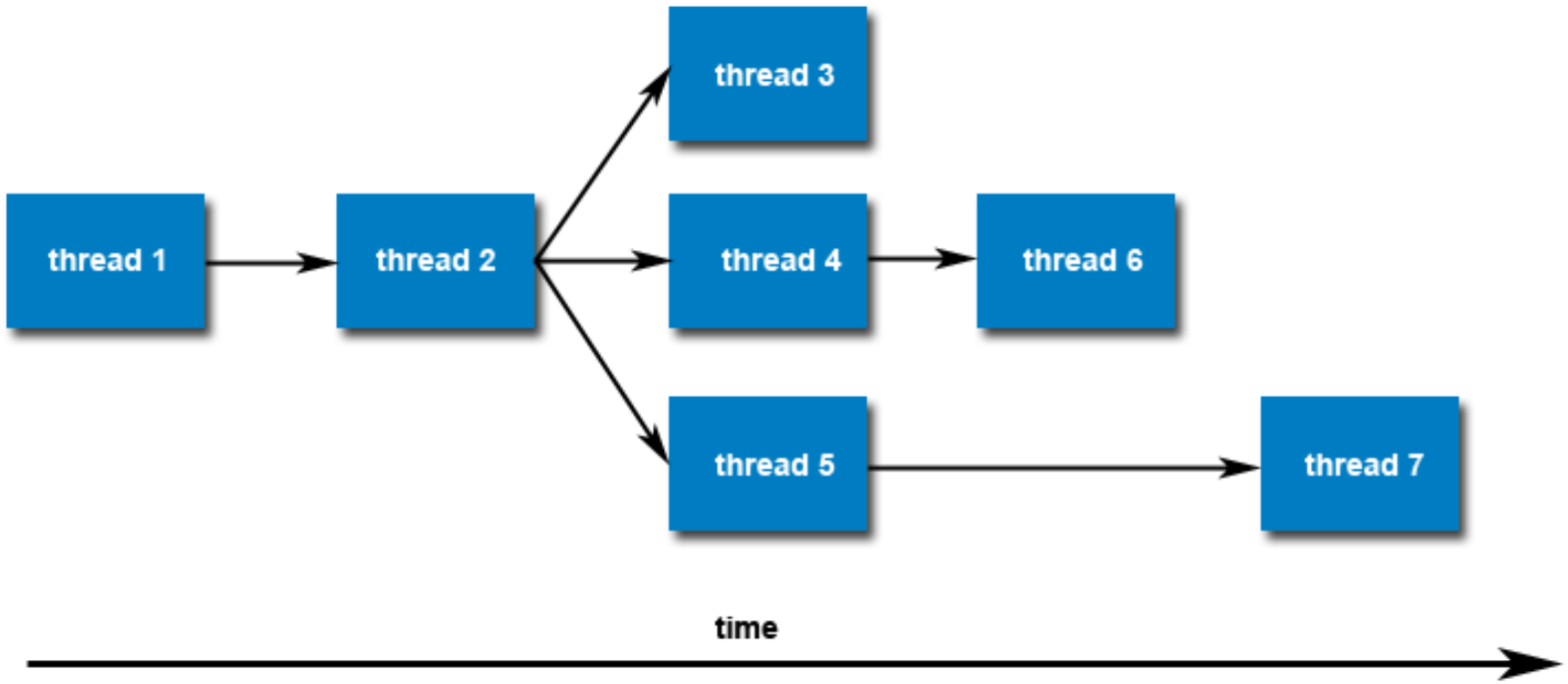
Pthreads

- POSIX – стандарт IEEE 1003.1c.
- Дефинира стандартно API за създаване на нишки и синхронизация.
- POSIX специфицира поведението на библиотеката.
- Реализацията е въпрос разработка.
- POSIX Pthreads е стандартна за UNIX операционните системи – Solars, Linux, Mac OS X.
- http://www.llnl.gov/computing/tutorials/pthreads/

Създаване на нишки

- Първоначално главната функция `main()` разполага с единствена нишка – нишката на процеса. Всички останали нишки трябва изрично да бъдат създадени.
- Функцията `pthread_create()` се използва за създаване на нова нишка. Тази функция може да се вика произволен брой пъти от всяка точка на програмата.
- Максималният брой нишки, които могат да бъдат стартирани от един процес зависи от имплементацията на библиотеката.
- Веднъж създадени, нишките са равнопоставени, и могат да създават други нишки. Няма йерархия или зависимост между нишките.

Създаване на нишки



Фиг.: http://www.llnl.gov/computing/tutorials/pthreads/

Създаване на нишки

```
1 int  pthread_create(pthread_t *thread,
2      const pthread_attr_t *attr,
3      void *(*start_routine)(void*),
4    void *arg);
```

Аргументите на `pthread_create()` са:

- `thread` – уникален идентификатор на създадената нишка.
- `attr` – специфицира атрибутите на нишката.
- `start_routine` – функция, която се изпълнява от нишката при нейното стартиране.
- `arg` – аргумент, който се предава на функцията `start_routine`.

Спиране на нишки

- Има няколко начина, по които една Pthread нишка може да бъде унищожена:
  - Функцията, която се изпълнява от нишката завършва нормално работата си и извиква **return**.
  - Функцията, която се изпълнява от нишката извиква библиотечната функция `pthread_exit()`.
  - Нишката може да бъде спряна от друга нишка като се използва библиотечната функция `pthread_cancel()`.
  - Когато процеса, в който живее нишката, бъде унищожен, се унищожавт и всички негови нишки.

Спиране на нишки: `pthread_exit()`

```
void pthread_exit(void *value_ptr);
```

- Функцията `pthread_exit()` се използва за изрично спиране на нишка. Типично `pthread_exit()` се извиква след като нишката е завършила своята работа и повече не е необходима.
- Ако главната функция `main()` завърши работа преди нишките, които е създала, то всички нишки също ще завършат работа. Когато обаче главната функция `main()` изплозва `pthread_exit()` за завършване на работа, останалите нишки могат да продължат да работят.
- Функцията `pthread_exit()` не затваря файловете, които са отворени в рамките на нишката.

Пример: pthread

```c
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#define NUM_THREADS 5

void *print_hello(void *thread_id){
    int tid;
    tid = (int)thread_id;
    printf("Hello World! It's me, thread #%d!\n", tid);
    pthread_exit(NULL);
}
```

Пример: pthread

```
13 int main(int argc, char *argv[]){
14   pthread_t threads[NUM_THREADS];
15   for(int t=0;t<NUM_THREADS;t++){
16     printf("In main: creating thread %d\n", t);
17     int rc = pthread_create(&threads[t], NULL,
18                 print_hello, (void *)t);
19     if (rc){
20       printf("ERROR; pthread_create() return %d\n",
21           rc);
22       exit(-1);
23     }
24   }
25   printf("MAIN going to exit...\n");
26   pthread_exit(NULL);
27   return 0;
28 }
```

Пример: pthread

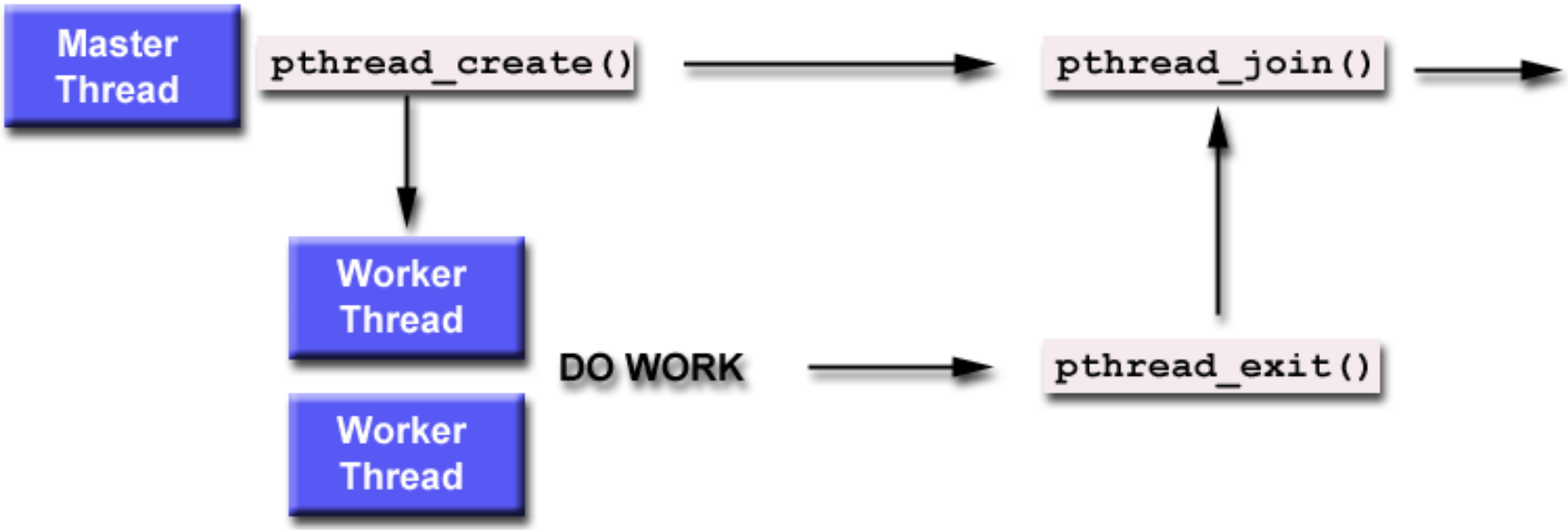
```
In main: creating thread 1
In main: creating thread 2
In main: creating thread 3
Hello World! It's me, thread #0!
Hello World! It's me, thread #1!
Hello World! It's me, thread #2!
In main: creating thread 4
MAIN going to exit...
Hello World! It's me, thread #3!
Hello World! It's me, thread #4!
```

Присъединяване на нишки

```
int pthread_join(pthread_t thread, void **value_ptr);
```

- Присъединяването е начин за синхронизиране между нишки. В библиотеката `pthread` за присъединяване се използва функцията `pthread_join`.
- Функцията `pthread_join()` блокира нишката, която я извиква, докато нишката с даден идентификатор не завърши работа.
- Всяка нишка може да бъде присъединена само веднъж. Опитът една нишка да бъде присъединена няколко пъти е логическа грешка.

Присъединяване на нишки



Фиг.: http://www.llnl.gov/computing/tutorials/pthreads/

Пример: pthread

```
1 #include <pthread.h>
2 #include <stdio.h>
3 #include <stdlib.h>
4
5 #define NUM_THREADS 3
6
7 void *busy_work(void *null){
8    double result=0.0;
9    for (int i=0; i<1000000; i++){
10     result = result + (double)random();
11   }
12   printf("result = %e\n",result);
13   pthread_exit((void *) 0);
14 }
```

Пример: pthread

```
16 int main (int argc, char *argv[]){
17    pthread_t thread[NUM_THREADS];
18    pthread_attr_t attr;
19    pthread_attr_init(&attr);
20    pthread_attr_setdetachstate(&attr,
21          PTHREAD_CREATE_JOINABLE);
22    for(int t=0; t<NUM_THREADS; t++){
23       printf("Creating␣thread␣%d\n", t);
24       int rc = pthread_create(&thread[t], &attr,
25                busy_work, NULL);
26       if (rc){
27          printf("ERROR;␣pthread_create()␣return␣%d\n",
28             rc);
29          exit(-1);
30       }
31    }
32    pthread_attr_destroy(&attr);
```

Пример: pthread

```
34    for(int t=0; t<NUM_THREADS; t++){
35       int status=0;
36       int rc = pthread_join(thread[t],
37                   (void **)&status);
38       if (rc){
39          printf("ERROR;␣␣pthread_join()␣return␣%d\n",
40             rc);
41          exit(-1);
42       }
43       printf("Join␣thread␣%d␣status=␣%d\n",
44           t, status);
45    }
46    pthread_exit(NULL);
47    return 0;
48 }
```

Пример: pthread_join()

```
Creating thread 0
Creating thread 1
Creating thread 2
result = 1.073687e+15
result = 1.073788e+15
Join thread 0 status= 0
Join thread 1 status= 0
result = 1.073502e+15
Join thread 2 status= 0
```