НИШКИ

ЛЕКЦИОНЕН КУРС “ПРОГРАМИРАНЕ НА JAVA”

Distributed @learning center

СТРУКТУРА НА ЛЕКЦИЯТА

- Паралелност
- Видове паралелност
- Работа с нишки
- Жизнен цикъл
- Работа с нишки

НЯМА ИЗПОЛЗВАНЕ НА КОМПЮТЪРА БЕЗ ПАРАЛЕЛНОСТ

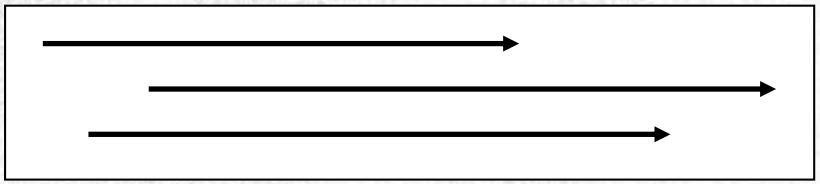
- Използване ресурсите на компютъра:
  много неща в него се извършват паралелно
  → печат, вход от клавиатура, анимация, …

- Между натискане на два клавиша:
  милиони машинни операции

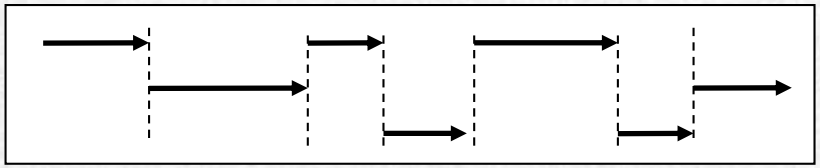
- Windows XP: около 80 фонови услуги
  → автоматично зареждане на updates от Microsoft-Servern, управление на печата,мрежови услуги (напр. установяване връзка със сървър),създаване backups на системни файлове, комуникация на програми и операционни системи, скенери за вируси, генериране на протоколи за грешки ...

ПАРАЛЕЛНОСТ

- Повече програми работят едновременно



- Ако компютърът е с един процесор: също така възможност за псевдопаралелност
  → изчислителното време разпределено поинтервално между програмите



Процес: последователна програма

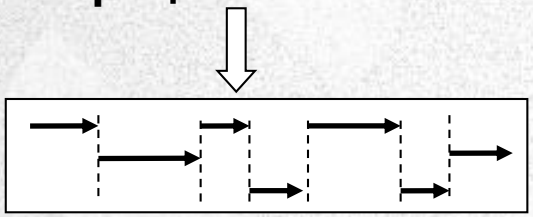
- Предимство: използват се времената на изчакване на другите програми

ПРОЦЕСИ

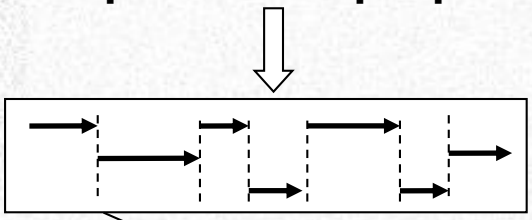
- Програмни единици, които се изпълняват независимо от останалите части на програмата
- Видове процеси?

КОНТРОЛ НА ПАРАЛЕЛНОСТТА: ДВЕ ФОРМИ

Операционна система



Приложна програма



„Леки“ процеси (Threads):

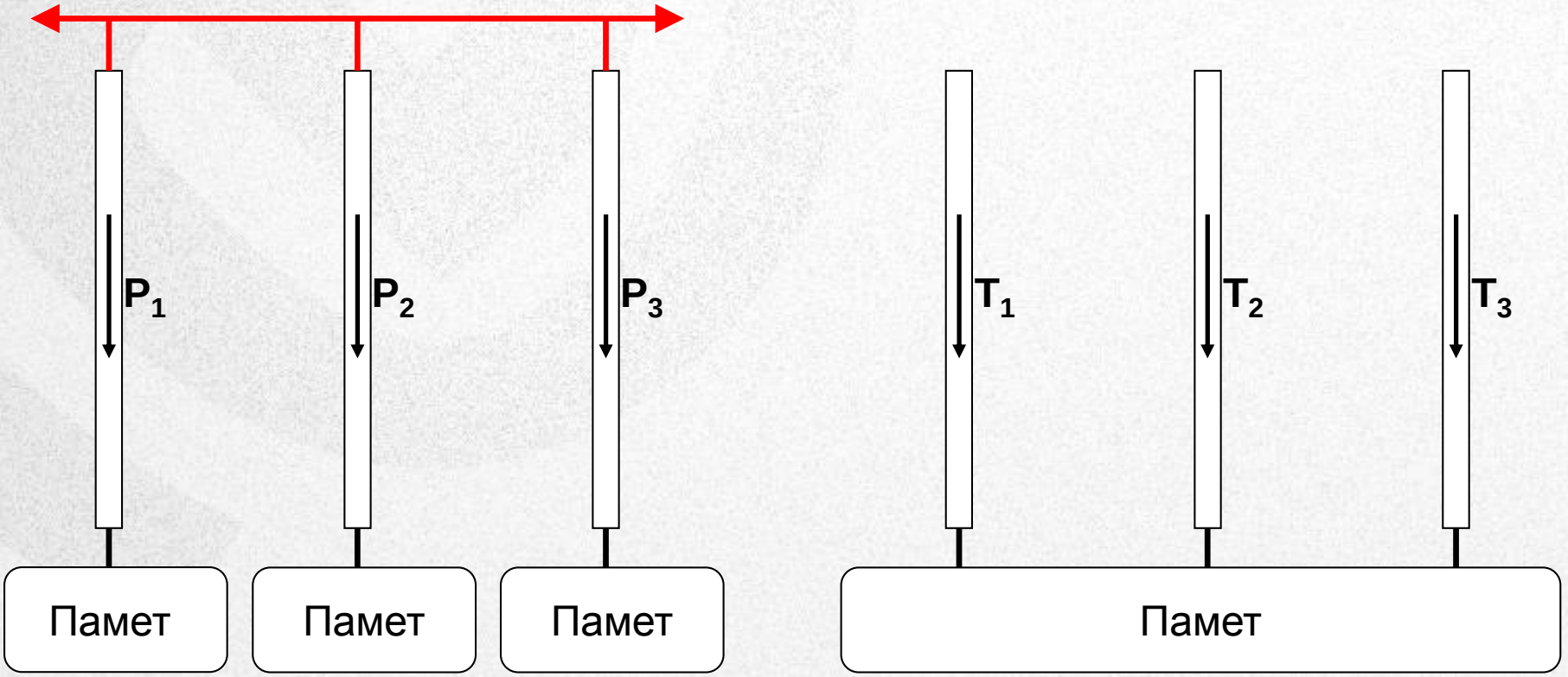
- комуникация посредством обща ОП
- по-ефективни
- по-несигурни

„Тежки“ процеси:

- всеки процес със собствена памет
- паметта е защитена от достъп на други процеси
- комуникацията тежка: обмен на съобщения през операционната система

ПРОЦЕСИ & THREADS

Операционна система: комуникация



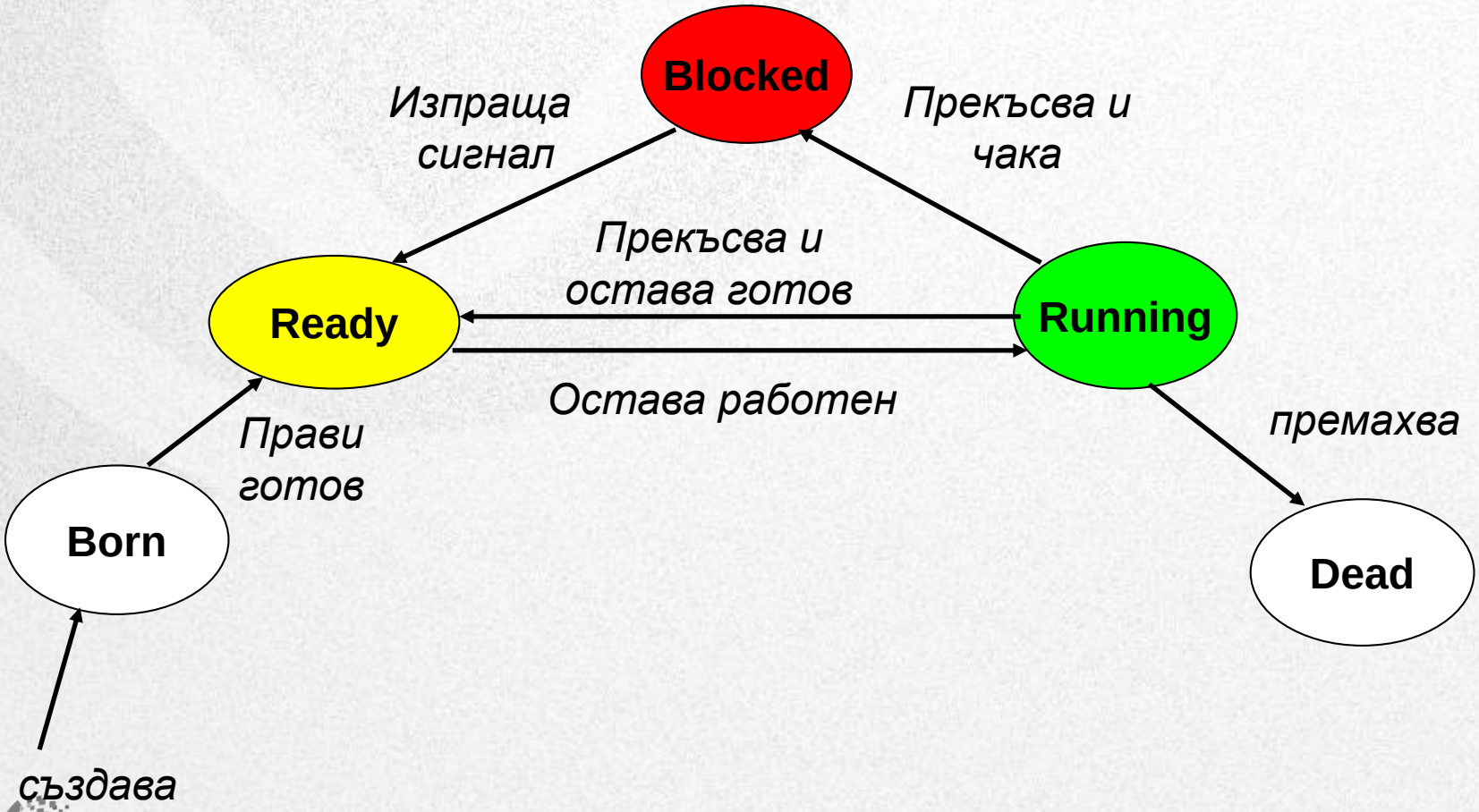
Тежки процеси

Леки процеси
(Threads)

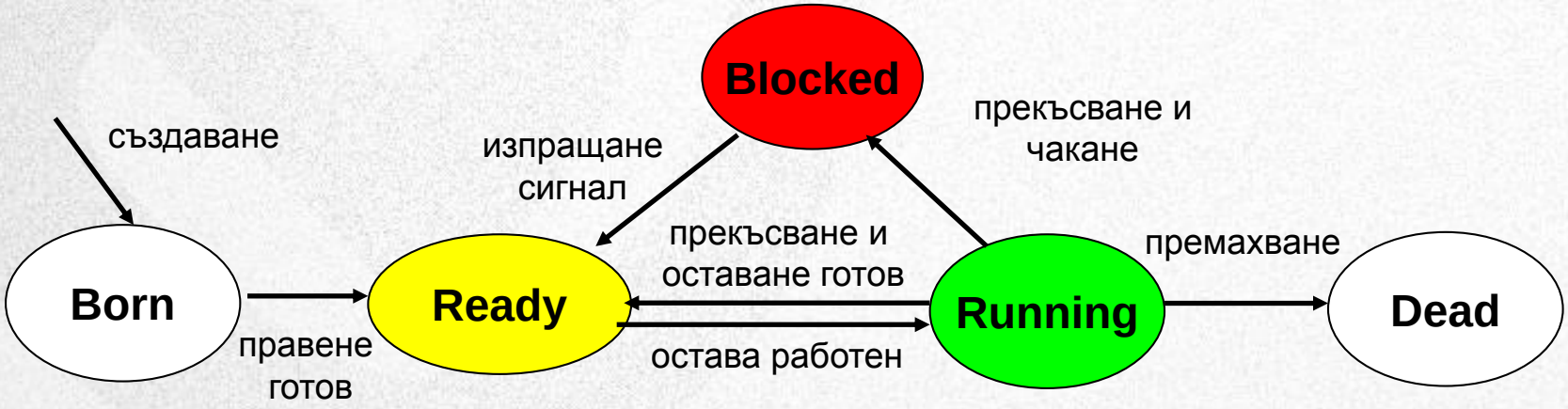
РАБОТА С НИШКИ

- Реализация на клас, разширяващ класа **Thread**
- Разполагане на кода на нашата задача в **run**-метода на подкласа
- Създаване на обект на подкласа
- Стартиране на нишката със **start**-метода

ЖИЗНЕН ЦИКЪЛ НА THREADS: МОДЕЛ НА СЪСТОЯНИЯ

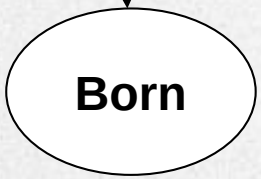


ПРЕХОДИ НА СЪСТОЯНИЯТА В ДЕТАЙЛИ:СЪЗДАВАНЕ И ПРАВЕНЕ ГОТОВ



Създаване thread:

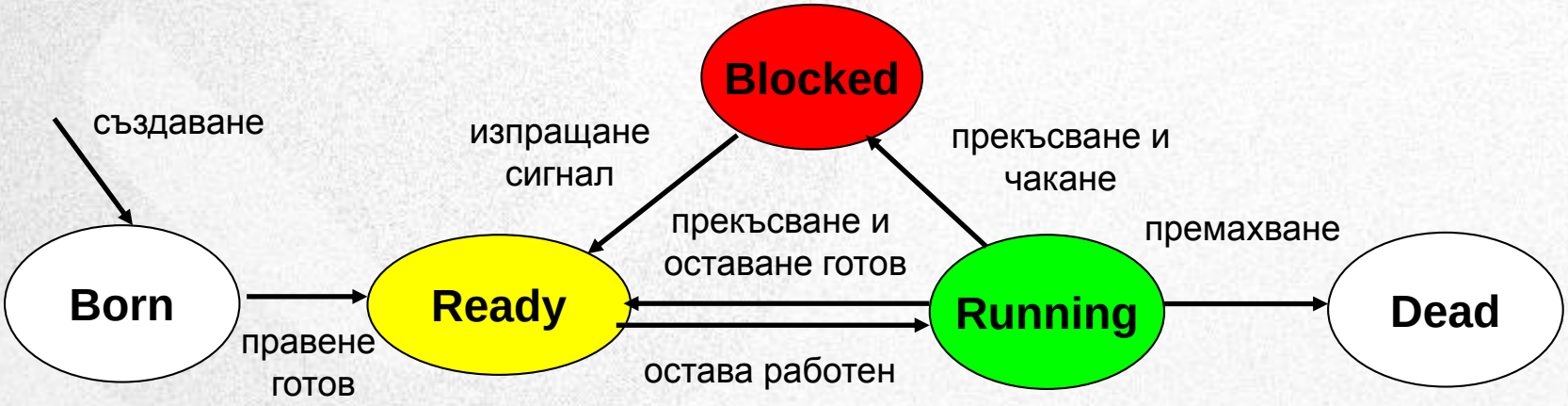
```
Thread t = new Thread();
```



Правене готов – Thread стартиране:
друг активен Thread стартира новия Thread t

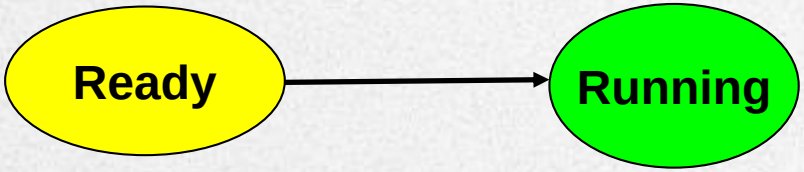
```
t.start();
```

ПРЕХОДИ НА СЪСТОЯНИЯТА В ДЕТАЙЛИ: ОСТАВА РАБОТЕН И ПРЕКЪСВАНЕ



Thread остава работен:

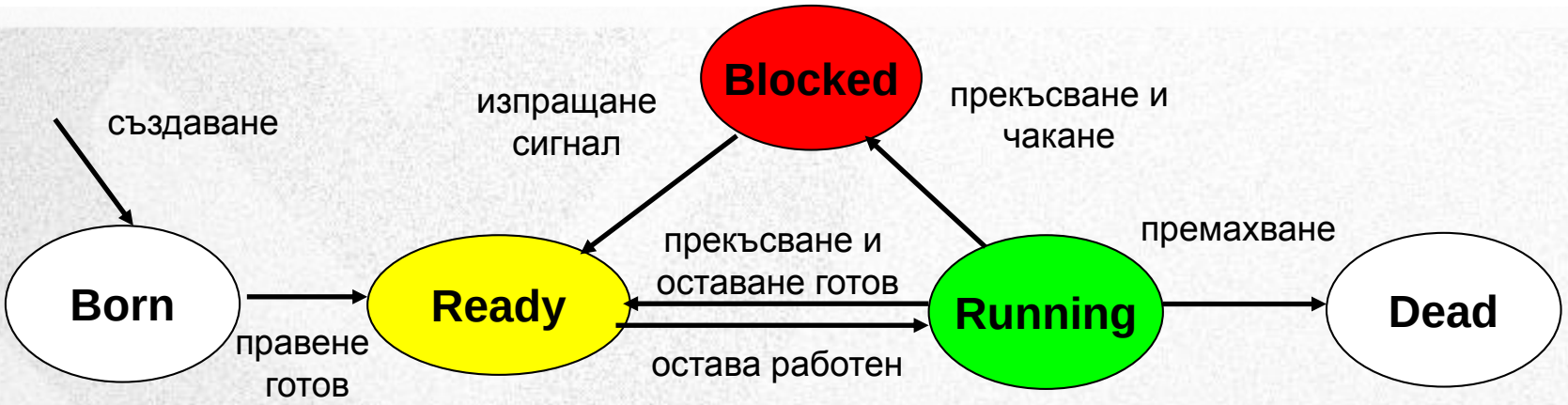
Java-VM:
Scheduler решава



Thread прекъсване и остава готов:

- изразходва времевия интервал
- смяна с процес с по-висок приоритет
- процес освобожда доброволно процес: t.yield()

ПРЕХОДИ НА СЪСТОЯНИЯТА В ДЕТАЙЛИ: ПРЕКЪСВАНЕ И ЧАКАНЕ

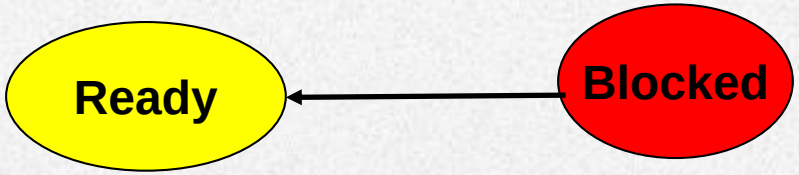


Прекъсване и чакане:

- самозамразява се: t.sleep()
- чака за края на друг Threads u: u.join()
- чака за разблокиране на обект o: o.wait()

Получава сигнал и отново готов:

- времето за замразяване завършва
- събужда друг Thread t: t.interrupt()
- друг Thread, края на който чака, е „dead“
- обект o е наличен



API-CLASS: THREAD (PART)

java.lang
Class Thread

java.lang.Object
└ java.lang.Thread
All Implemented Interfaces:
Runnable

public class **Thread**
extends Object
implements Runnable

A *thread* is a thread of execu

Every thread has a priority. T
new Thread object, the new

Since:
JDK1.0
See Also:
Runnable, Runtime.exit(int), run(), stop()

**A *thread* is a thread of execution in a program.
The Java Virtual Machine allows an application
to have multiple threads of execution running concurrently.
Every thread has a priority …**

Constructor Summary

Thread()	Allocates a new Thread object.
Thread(Runnable target)	Allocates a new Thread object.

Method Summary

static Thread	**currentThrea** Returns
void	**interrupt**() Interru
boolean	**isAlive**() Tests i
boolean	**isInterrupte** Tests v
void	**join**() Waits f
void	**join**(long mi Waits a
void	**run**() If this t and returns.
void	**setPriority**(in Changes the
static void	**sleep**(long millis) Causes the currently executing thread to sleep (temporarily cease execution) for the specified number of milliseconds.
static void	**yield**() Causes the currently executing thread object to temporarily pause and allow other threads to execute.

hod does nothing

Избор:

```
static Thread currentThread()
void interrupt()
boolean isAlive()
boolean isInterrupted()
void join()
void join(long millis)
void run()
void setPriority(int newPriority)
static void sleep(long millis)
static void yield()
```

THREAD: СЪЩЕСТВЕНИ МЕТОДИ (ИЗВАДКА)

```
class Thread implements Runnable {

void start()                    Thread start
void run()                      Program of Thread
void interrupt()                wake
void join ()                    wait the end of another Thread
void join (long millisec)       wait ... max millisec

boolean isAlive()               Thead active?

int getPriority()               Priority answer
void setPriority()              Priority set

static Thread currentThread()                actual Thread-Object

static void sleep (long milliseconds)  pause
static void yield()                    contorol pass on
}
```

ПРОЦЕСИ КАТО ОБЕКТИ

Процеси (Threads):
- произхождат от областта на динамичните обработки
- алгоритми → императивно програмиране

Java: отношение към ООП

Модел: Към всеки Thread принадлежи един обект, който го контролира (Object = единица от данни и оператори …)

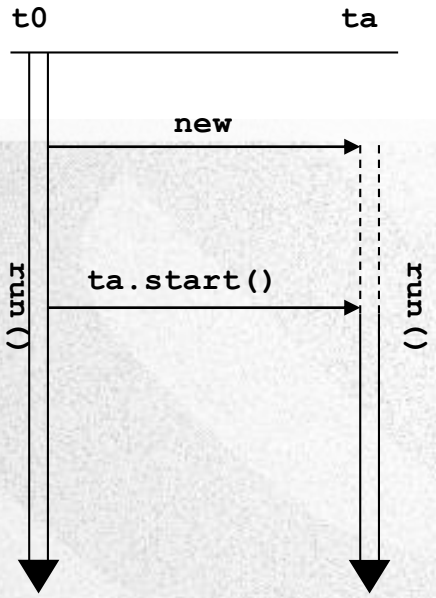
→ двата взаимно се идентифицират: „Thread t1“ – всъщност се има предвид обекта, който контролира Thread

Основен принцип: JVM стартира един „Great-Thread“ (базов процес), който изпълнява main()

РАБОТА С THREADS

- Създаване, стартиране, обработка, премахване
- Замразяване
- Чакане
- Поставяне на приоритети

СЪЗДАВАНЕ, СТАРТИРАНЕ, ОБРАБОТКА, ПРЕМАХВАНЕ (1)



създаване: един работещ Thread създава нов
`ta = new ThreadA1();`

стартиране: работещ Thread стартира нов
`ta.start();`

обработка: JVM-Scheduler стартира `run()`

премахване: `run()` завършва бработката

ThreadBasicTest.java

```
class ThreadA1 extends Thread   {

  public void run()    {
    for (int i = 1; i < ThreadBasicTest.LIMIT; i++){
      System.out.println("A: " + i);
    }
    System.out.println("A done");
  }
}
```

СЪЗДАВАНЕ, СТАРТИРАНЕ,ОБРАБОТКА,ПРЕМАХВАНЕ (1)

```
public class ThreadBasicTest   {
   static final int LIMIT = 21;
   public static Thread ta;
   public static Thread tb;

   public static void main(String[] args) {
      ta = new ThreadA1();
      tb = new ThreadB1();
      ta.start();
      tb.start();
      System.out.println("   done...");
   }
}
```

Какъв изход се очаква?
Каква последователност за трите done"?

създаване: един работещ Thread създава нов **`ta = new ThreadA1();`**

стартиране: работещ Thread стартира нов **`ta.start();`**

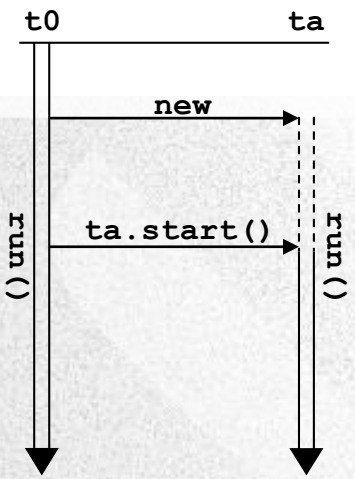
обработка: JVM-Scheduler стартира **`run()`**

премахване: **`run()`** завършва обработката

```
class ThreadA1 extends Thread   {

   public void run()   {
      for (int i = 1; i < ThreadBaiscTest.LIMIT; i++) {
         System.out.println("A: " + i);
      }
      System.out.println("A done");
   }
}
```

```
class ThreadB1 extends Thread   {

   public void run()   {
      for (int i = -1; i > -ThreadBasicTest.LIMIT; i--){
         System.out.println("\t\tB: " + i);
      }
      System.out.println("\t\tB done");
   }
}
```

ДВА ТРИВИАЛНИ THREADS: ИЗВЕЖДАНЕ НА ЧИСЛА



ThreadBasicTest.java

```
public class ThreadBasicTest   {
    static final int LIMIT = 10;
    public static Thread ta;
    public static Thread tb;

    public static void main(String[] args) {
        ta = new ThreadA1();
        tb = new ThreadB1();
        ta.start();
        tb.start();
        System.out.println("   done...");
    }
}
```

```
class ThreadA1 extends Thread   {

    public void run()   {
        for (int i = 1; i < ThreadBasicTest.LIMIT; i++) {
            System.out.println("A: " + i);
        }
        System.out.println("A done");
    }
}
```

```
class ThreadB1 extends Thread   {

    public void run()   {
        for (int i = -1; i > -ThreadBasicTest.LIMIT; i--) {
            System.out.println("\t\tB: " + i);
        }
        System.out.println("\t\tB done");
    }
}
```

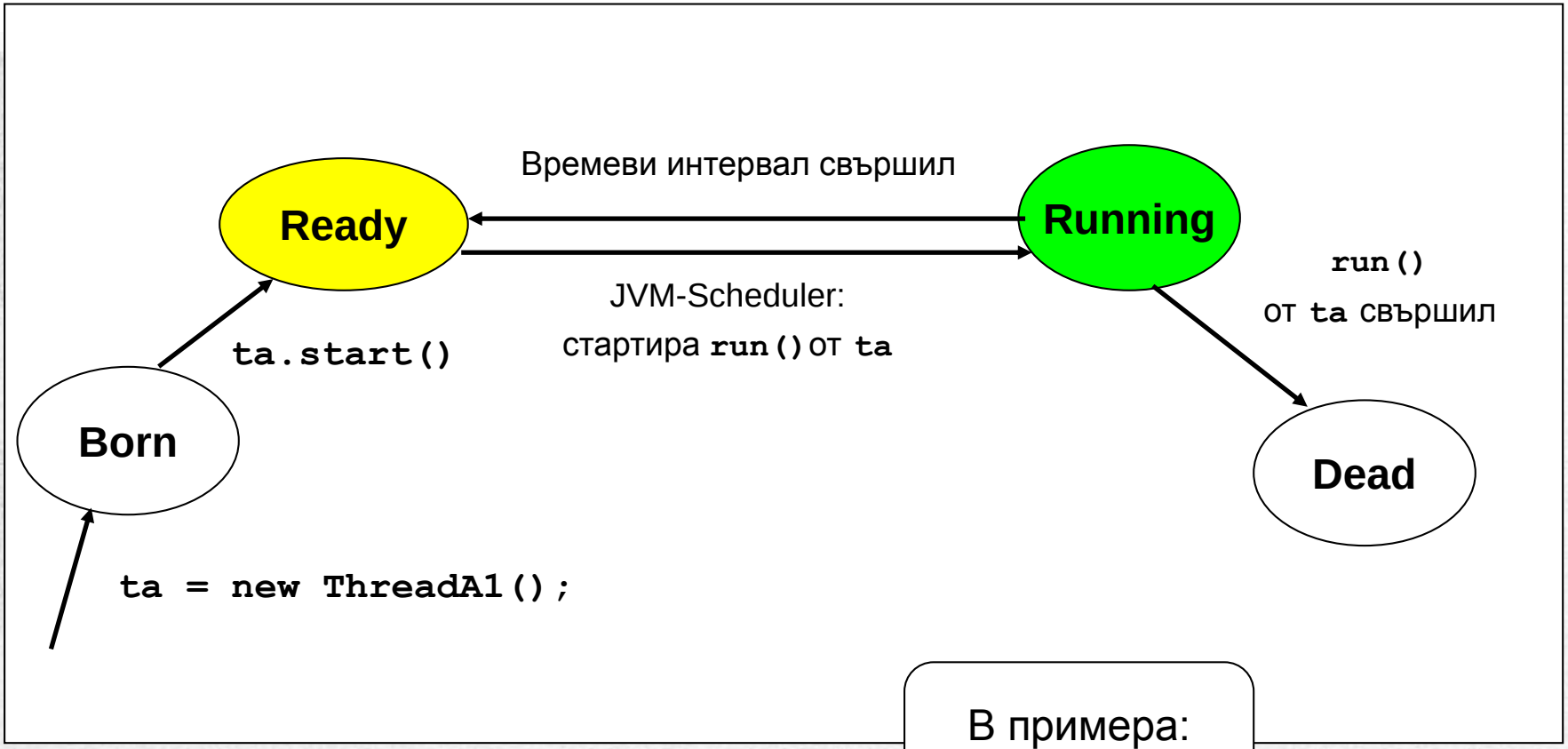
РЕЗУЛТАТИ (TOSHIBA ЛАПТОП)

```
 done...
                B: -1
A: 1
                B: -2
                B: -3
                B: -4
                B: -5
                B: -6
                B: -7
                B: -8
                B: -9
                B done
A: 2
A: 3
A: 4
A: 5
A: 6
A: 7
A: 8
A: 9
A done
```

```
 done...
A: 1
A: 2
A: 3
A: 4
A: 5
A: 6
A: 7
A: 8
A: 9
A done
                B: -1
                B: -2
                B: -3
                B: -4
                B: -5
                B: -6
                B: -7
                B: -8
                B: -9
                B done
```

```
A: 1
A: 2
A: 3
A: 4
A: 5
A: 6
A: 7
A: 8
A: 9
A done
   done...
                B: -1
                B: -2
                B: -3
                B: -4
                B: -5
                B: -6
                B: -7
                B: -8
                B: -9
                B done
```

СЪЗДАВАНЕ, СТАРТИРАНЕ, ОБРАБОТКА, ПРЕМАХВАНЕ: ПРЕХОДИ НА СЪСТОЯНИЯТА

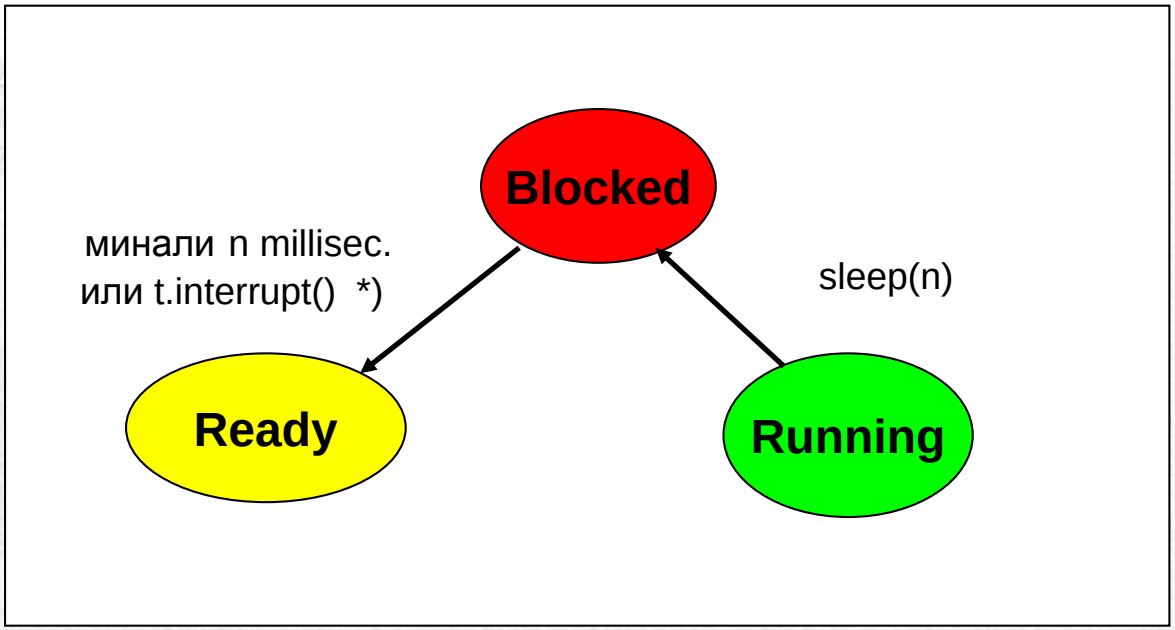


В примера:
3 процеса

ПРИМЕРЪТ ДЕМОНСТРИРА СЪЩЕСТВЕНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НИШКИТЕ

- Thread scheduler не дава гаранция за реда, в който се изпълняват нишките
- Всяка нишка се обработва в един кратък времеви период, наречен **time slice**
- След което thread scheduler избира за активиране друга нишка от един пул с **runnable** нишки
- Една нишка е runnable ако в момента не спи или не е блокирана по някакъв начин

SLEEP: THREADS ПРЕКЪСВАТ САМИ РАБОТАТА СИ



***) друг Thread може да събуди t преди времето: t.interrupt()**

→ Произвежда изключение InterruptedException
→ sleep трябва да бъде вграден в try-catch (в противен случай: Compiler error)

THREAD-ПРИМЕР СЪС SLEEP()

```
class ThreadA2 extends Thread   {

   public void run()   {
      for (int i = 1; i < ThreadSleep.LIMIT; i++)   {
         try   {
          sleep(60);
         } catch(InterruptedException e) {}
         System.out.println("A: " + i);
      }
      System.out.println("A done");
   }
}
```

ThreadSleep.java

```
class ThreadB2 extends Thread   {

   public void run()   {
      for (int i = -1; i > -ThreadSleep.LIMIT; i--)   {
         try   {
          sleep(40);
         } catch(InterruptedException e) {}
         System.out.println("\t\tB: " + i);
      }
      System.out.println("\t\tB done");
   }
}
```

Изход?

```
done...
                B: -1
A: 1
                B: -2
A: 2
                B: -3
                B: -4
A: 3
                B: -5
A: 4
                B: -6
                B: -7
A: 5
                B: -8
A: 6
                B: -9
A: 7
                B: -10
                B: -11
A: 8
                B: -12
A: 9
                B: -13
                B: -14
A: 10
                B: -15
A: 11
                B: -16
                B: -17
A: 12
                B: -18
A: 13
                B: -19
                B: -20
                B done
A: 14
A: 15
A: 16
A: 17
A: 18
A: 19
A: 20
A done
```

SPOTTEST: ЕДИН АПЛЕТ

```
public class SpotTest extends Applet {

  /* SpotTest      J M Bishop Aug 2000
   * ========
   *
   * Draws spots of different colours
   *
   * Illustrates simple threads
   */

    int mx, my;
    int radius = 10;
    int boardSize = 200;
    int change;

    public void init() {
      boardSize = getSize().width - 1;
      change = boardSize-radius;

      // creates and starts three threads
      new Spots(Color.red).start();
      new Spots(Color.blue).start();
      new Spots(Color.green).start();
    }
```

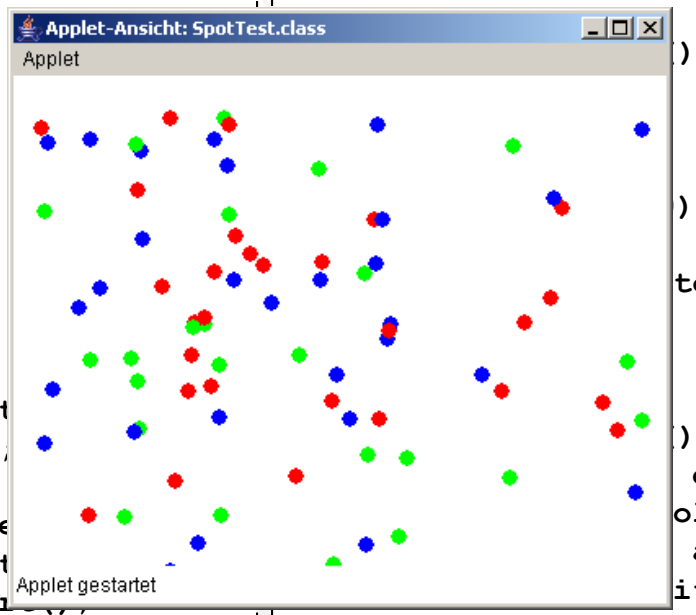
SpotTest.java

```
class Spots extends Thread {
    Color colour;

  Spots(Color c) {
       colour = c;
  }

  public void run () {
       while (true) {
          draw();
          try {
           sleep (500); // millisecs
          }
          catch (InterruptedException e) {}
       }
  }

  public void draw() {
       Graphics g = getGraphics();
       g.setColor(colour);
       // calculate a new place for a spot
       // and draw it.
       mx = (int)(Math.random()*1000) % change;
       my = (int)(Math.random()*1000) % change;
       g.fillOval(mx, my, radius, radius);
  }
}
```

Изход?

SPOTTEST: АПЛЕТ С ПРИМЕР ЗА ИЗХОД

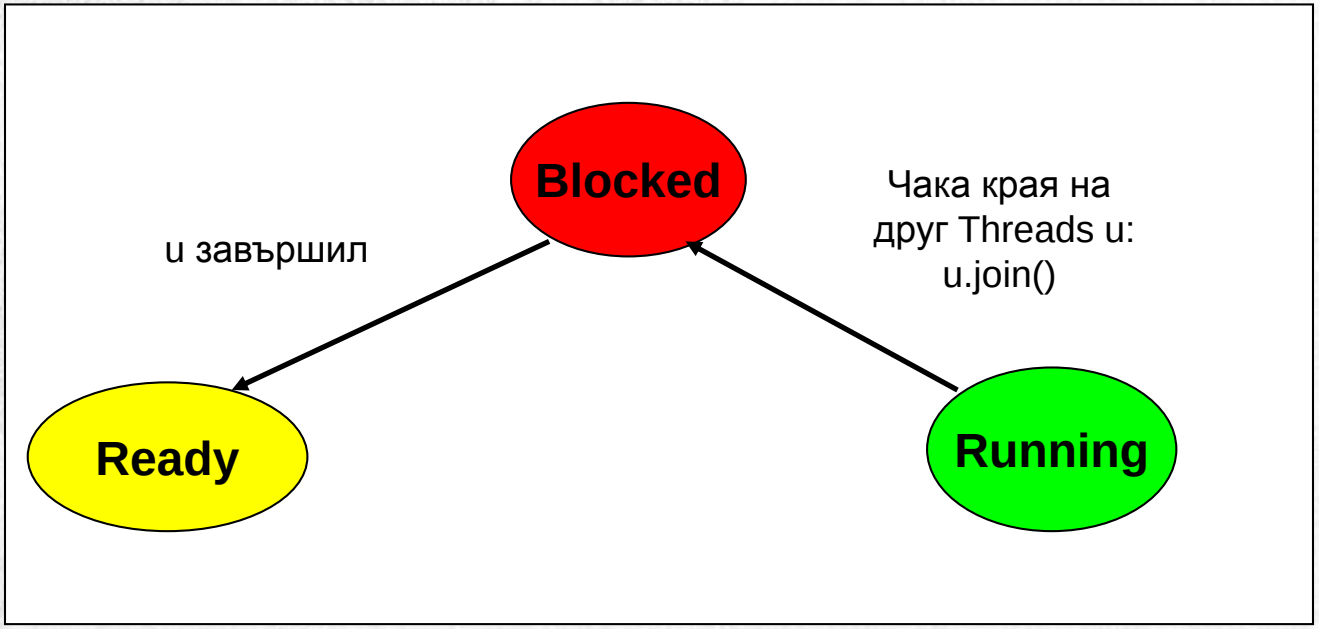
```
public class SpotTest extends Applet {

  /* SpotTest      J M Bishop Aug 2000
   * ========
   *
   * Draws spots of different colours
   *
   * Illustrates simple threads
   */

    int mx, my;
    int radius = 10;
    int boardSize = 200;
    int change;

    public void init() {
      boardSize = getSize().widt
      change = boardSize-radius;

      // creates and starts thre
      new Spots(Color.red).start
      new Spots(Color.blue).sta
      new Spots(Color.green).start();
    }
```




```
class Spots extends Thread {
    Color colour;

    Spots(Color c) {
        colour = c;
    }
                                        ) {
                                         {


                                        ); // millisecs

                                        terruptedException e) {}



                                        ) {
                                         getGraphics();
                                        olour);
                                         a new place for a spot
                                        it.
        mx = (int)(Math.random()*1000) % change;
        my = (int)(Math.random()*1000) % change;
        g.fillOval(mx, my, radius, radius);
    }
}
```

SpotTest.java

JOIN: ЧАКА КРАЯ НА ДРУГ THREADS



Смислена по-нататъшна работа едва тогава възможна, когато обработката на u е завършила.

ПРИМЕР: СМИСЛЕНА ПО-НАТАТЪШНА РАБОТА ЕДВА СЛЕД КРАЯ НА ДРУГ THREADS

Чака края на процес ‚Sorts‘

```
Sorts sort = new Sorts();
. . .
sort.start();  //sorts large Array
// next activities:
. . .
sort.join(); //now: waiting the end of sort
// now: access to sorrted Array
. . .
```

Процес ‚Sorts‘

```
class Sorts extends Thread {
   public void run() {
     quicksort(…);
   }
}
```

THREAD-ПРИМЕР С JOIN()

ThreadJoin.java

```
class ThreadB3 extends Thread   {

  public void run()   {
    for (int i = -1; i > -ThreadJoin.LIMIT/2; i--)
      System.out.println("\t\tB: " + i);

    try {
      ThreadJoin.ta.join();
    }catch (InterruptedException e) {}
    System.out.println("\t\tB done");
  }
}
```

Изход?

```
done...
A: 1
A: 2
A: 3
A: 4
A: 5
A: 6
A: 7
A: 8
                B: -1
                B: -2
                B: -3
                B: -4
                B: -5
                B: -6
                B: -7
                B: -8
                B: -9

A: 9
A: 10
A: 11
A: 12
A: 13
A: 14
A: 15
A: 16
A: 17
A: 18
A: 19
A: 20
A done
                B done
```

ПОСТАВЯНЕ НА ПРИОРИТЕТИ: SETPRIORITY()

- Предпочитание към належащи задачи
- На всеки Thread се присвоява приоритет
- По-висок приоритет има предимство, ако два Threads са в състояние ‚Ready‘
- Методи:
  getPriority() пита
  setPriority() поставя

THREADS С ПРИОРИТЕТИ

ThreadPriority.java

```
class ThreadB4 extends Thread   {

   public void run()   {
     for (int i = -1; i > -ThreadPriority.LIMIT; i--)   {
       System.out.println("\t\tB: " + i);
       if (i== -1)   {
          ThreadPriority.ta.setPriority(this.getPriority() + 1);
          System.out.println("Decreased");
       }
     }
     System.out.println("\t\tB done");
   }
}
```

```
done...
                B: -1
Decreased
                B: -2
                B: -3
                B: -4
                B: -5
A: 1
A: 2
A: 3
A: 4
A: 5
A: 6
A: 7
A: 8
A: 9
A: 10
A: 11
A: 12
A: 13
A: 14
A: 15
A: 16
A: 17
A: 18
A: 19
A: 20
A done
                B: -6
                B: -7
                B: -8
                B: -9
                B: -10
                B: -11
                B: -12
                B: -13
                B: -14
                B: -15
                B: -16
                B: -17
                B: -18
                B: -19
                B: -20
                B done
```

Изход?

THREADS С ПРИОРИТЕТИ: РАЗЛИЧНИ КОМПЮТРИ

ThreadPriority.java

```
class ThreadB4 extends Thread   {

   public void run()   {
     for (int i = -1; i > -ThreadPriority.LIMIT; i
       System.out.println("\t\tB: " + i);
      if (i== -1)  {
         ThreadPriority.ta.setPriority(this.getPri
         System.out.println("Decreased");
      }
     }
     System.out.println("\t\tB done");
   }
}
```

Очевидно:
различна семантика

```
done...
                B: -1
Decreased
A: 1
A: 2
A: 3
A: 4
A: 5
A: 6
A: 7
A: 8
A: 9
A: 10
A: 11
A: 12
A: 13
A: 14
A: 15
A: 16
A: 17
A: 18
A: 19
A: 20
A done
                B: -2
                B: -3
                B: -4
                B: -5
                B: -6
                B: -7
                B: -8
                B: -9
                B: -10
                B: -11
                B: -12
                B: -13
                B: -14
                B: -15
                B: -16
                B: -17
                B: -18
                B: -19
                B: -20
                B done
```

```
done...
                B: -1
Decreased
                B: -2
                B: -3
                B: -4
                B: -5
A: 1
A: 2
A: 3
A: 4
A: 5
A: 6
A: 7
A: 8
A: 9
A: 10
A: 11
A: 12
A: 13
A: 14
A: 15
A: 16
A: 17
A: 18
A: 19
A: 20
A done
                B: -6
                B: -7
                B: -8
                B: -9
                B: -10
                B: -11
                B: -12
                B: -13
                B: -14
                B: -15
                B: -16
                B: -17
                B: -18
                B: -19
                B: -20
                B done
```

КОМУНИКАЦИЯ МЕЖДУ THREADS:ОБЩА ПАМЕТ = ОБЩИ ОБЕКТИ

Сметка:

```
class Account  {
  private long balance;

  void deposit (long amount)   {
    long aux = this.balance;
    aux = aux + amount;
    this.balance = aux;
  }

  void withdraw (long amount)   {
    long aux = this.balance;
    if (aux >= amount)   {
      aux = aux - amount;
      this.balance = aux;
    }
  }
}
Account acc = new . . .;
```

Threads:
Различни клиенти на сметката
- клиент на автомата
- банков служител
- пълномощно за теглене

Клиент:
`acc.deposit(200)`

Пълномощно:
`acc.withdraw(200)`

КОМУНИКАЦИЯ МЕЖДУ THREADS: СИНХРОНИЗАЦИОНЕН ПРОБЛЕМ

Сметка:

```
class Account  {
  private long balance;

  void deposit (long amount)  {
    long aux = this.balance;
    aux = aux + amount;
    this.balance = aux;
  }
  ------------------------

  void withdraw (long amount)  {
    long aux = this.balance;
    if (aux >= amount)  {
      aux = aux - amount;
      this.balance =
    }
  }
  ----------------
}
Account acc = new .
```

Проблем:

- методите не са неделими
- времеви интервал може да свърши по средата на метода

Клиент:
`acc.deposit(200)`

Пълномощно:
`acc.withdraw(200)`

t1	t2	Acc
acc.deposit(200) *(aux)*	acc.withdraw(200) *(aux)*	1000
long aux = balance; *(1000)*		
aux = aux + amount; *(1200)*		
	long aux = balance; *(1000)*	
	aux = aux- amount; *(800)*	
balance = aux;		1200
	balance = aux;	800

Distributed @learning center

СИНХРОНИЗИРАЩИ МЕТОДИ

```
class Account  {
  private long balance;

  synchronized void deposit (long amount)  {
    long aux = this.balance;
    aux = aux + amount;
    this.balance = aux;
  }

  synchronized void withdraw (long amount)  {
    long aux = this.balance;
    if (aux >= amount)  {
      aux = aux - amount;
      this.balance = aux;
    }
  }
}
```

Синронизиращи методи:

Когато един Thread изпълнява синхронизиращ метод, тогава той получава Lock върху обекта:

- друг Thread няма достъп до обекта
- синхронизиращият метод завършва напълно

API-CLASS OBJECT: МЕТОДИ ЗА THREADS

java.lang

Class Object

java.lang.Object

---

public class **Object**

Class `Object` is the root of the class hierarchy. Every class has `Object` as a superclass. All objects, including arrays, implement the methods of this class.

Since:

JDK1.0

See Also:

`Class`

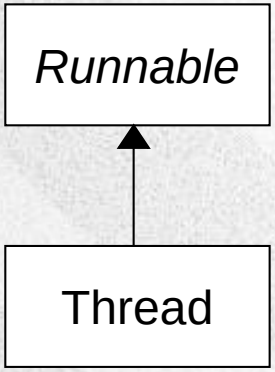
Constructor Summary

`Object``()`	

Method Summary

void	**`notify`**`()` Wakes up a single thread that is waiting on this object's monitor.
void	**`notifyAll`**`()` Wakes up all threads that are waiting on this object's monitor.
void	**`wait`**`()` Causes current thread to wait until another thread invokes the `notify()` method or the `notifyAll()` method for this object.
void	**`wait`**`(long timeout)` Causes current thread to wait until either another thread invokes the `notify()` method or the `notifyAll()` method for this object, or a specified amount of time has elapsed.
void	**`wait`**`(long timeout, int nanos)` Causes current thread to wait until another thread invokes the `notify()` method or the `notifyAll()` method for this object, or some other thread interrupts the current thread, or a certain amount of real time has elapsed.

API-ИЗВЛЕЧЕНИЕ: RUNNABLE



java.lang

Interface Runnable

All Known Implementing Classes:

AsyncBoxView.ChildState, FutureTask, RenderableImageProducer, Thread, TimerTask

---

```
public interface Runnable
```

The `Runnable` interface should be implemented by any class whose instances are intended to be executed by a thread. The class must define a method of no arguments called `run`.

This interface is designed to provide a common protocol for objects that wish to execute code while they are active. For example, `Runnable` is implemented by class `Thread`. Being active simply means that a thread has been started and has not yet been stopped.

In addition, `Runnable` provides the means for a class to be active while not subclassing `Thread`. A class that implements `Runnable` can run without subclassing `Thread` by instantiating a `Thread` instance and passing itself in as the target. In most cases, the `Runnable` interface should be used if you are only planning to override the `run()` method and no other `Thread` methods. This is important because classes should not be subclassed unless the programmer intends on modifying or enhancing the fundamental behavior of the class.

Since:

JDK1.0

See Also:

`Thread`

Method Summary

void	**run**() When an object implementing interface `Runnable` is used to create a thread, starting the thread causes the object's `run` method to be called in that separately executing thread.

БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!

КРАЙ “НИШКИ”

Distributed
@learning center