Первый слайд

Алексей Лисунов

alisunov@mera.ru

GIT

http://students.mera.ru/

Папка нашей группы

http://students.mera.ru/javaEE/students

Папка с лекциями

http://students.mera.ru/javaEE/lectures

Вопросы

Вопросы по лекции:

1. Не понял на лекции - сразу спроси
2. Не спросил на лекции – спроси после лекции
3. Не спросил после лекции – спроси по email

Вопросы

Вопросы по заданиям

1. Не получается сделать – попробуй сделать по-другому
2. Все равно не работает – «Окей, гугл»
3. Не помог гугл – пиши email/спрашивай на лекции

В письме хочу видеть следующее

Хочу сделать *<что делаешь>* для того, чтобы *<зачем ты это делаешь>*.

Не работает *<что именно не работает, подробно>*. Пробовал:

1…..

2…..

3…..

Вот мой проект на GIT *<ссылка на проект>*

Многопоточное программирование на Java
Процессы и потоки

Процесс имеет собственную среду исполнения и собственный выделенный ему набор ресурсов.

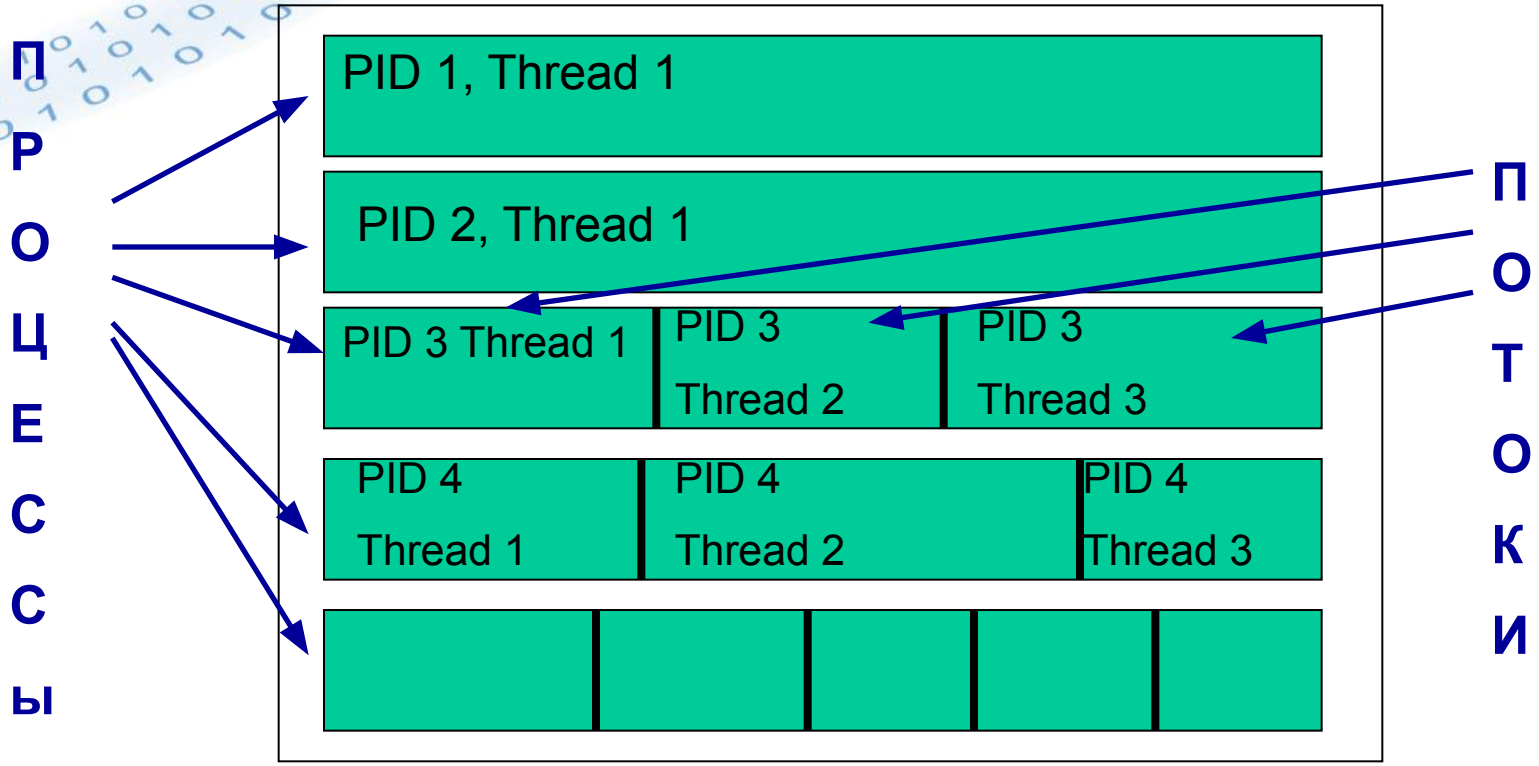
JVM выполняется как один процесс.

Потоки (threads) – «легковесные» (lightweight) процессы, они имеют собственную среду исполнения, но их создание требует меньше ресурсов. Потоки всегда существуют внутри процесса, разделяя все его ресурсы.

Каждое Java-приложение состоит как минимум из одного потока (main thread) и может создавать другие потоки по мере необходимости.

Многопоточное программирование на Java
Процессы и потоки

Адресное пространство ОС



Многопоточное программирование на Java

Когда все потоки останавливаются программа завершается.

Потоки-демоны

JVM завершает работу, когда завершатся все потоки не демоны.
Чтобы установить поток-демон, нужно вызвать setDaemon(true) из класса Thread

Многопоточное программирование на Java
Создание потоков

Поток в Java – объект класса Thread.

Создать поток можно 2-мя способами:

- унаследовать класс от Thread
- реализовать интерфейс Runnable

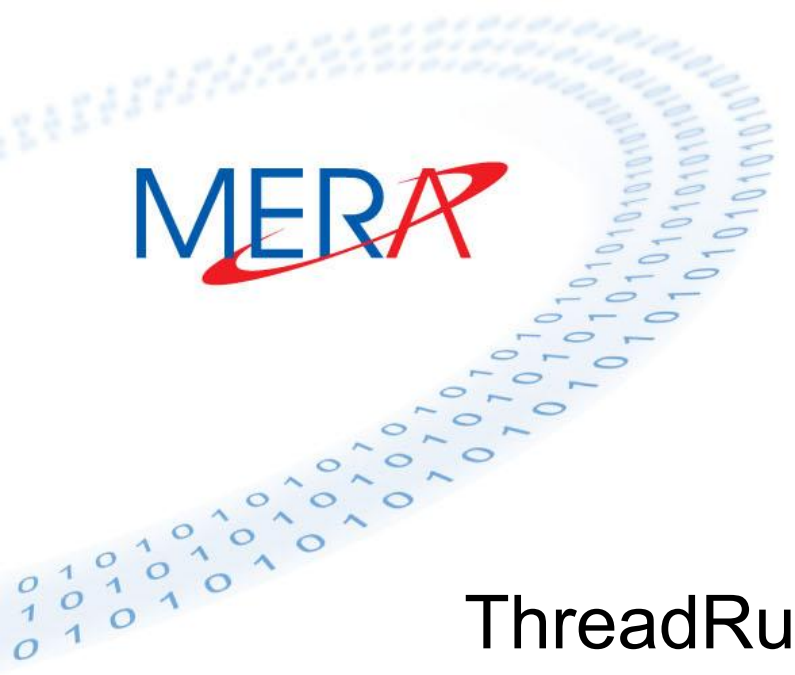
Второй способ предпочтительнее, т.к. наследование от Thread запрещает наличие других суперклассов.

Многопоточное программирование на Java
Создание потоков

```
public class HelloThread extends Thread
{
    public void run()
    {
      System.out.println("Hello from a thread!");
    }
    public static void main(String args[ ])
    {
            (new HelloThread()).start();
    }
}
```

Многопоточное программирование на Java
Создание потоков

```
public class HelloRunnable implements Runnable
{
    public void run()
   {
        System.out.println("Hello from a thread!");
    }
    public static void main(String args[ ])
    {
        (new Thread(new HelloRunnable())).start();
    }
}
```



Пример

ThreadRun

Области памяти в java

Stack

-адреса возврата

-аргументы методов

-локальные переменные

Heap

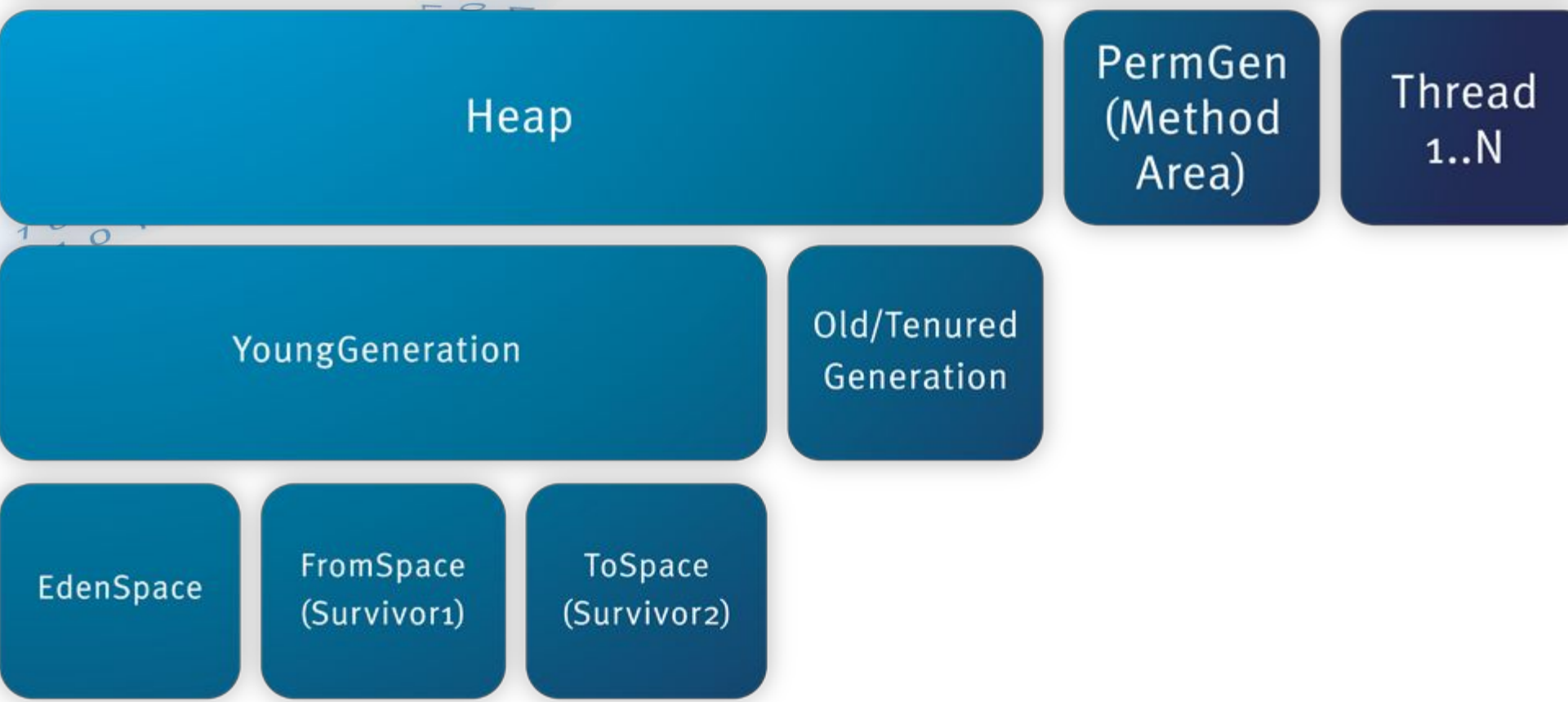
-динамически выделяемые объекты

PermGen (Metaspace – нативная память)

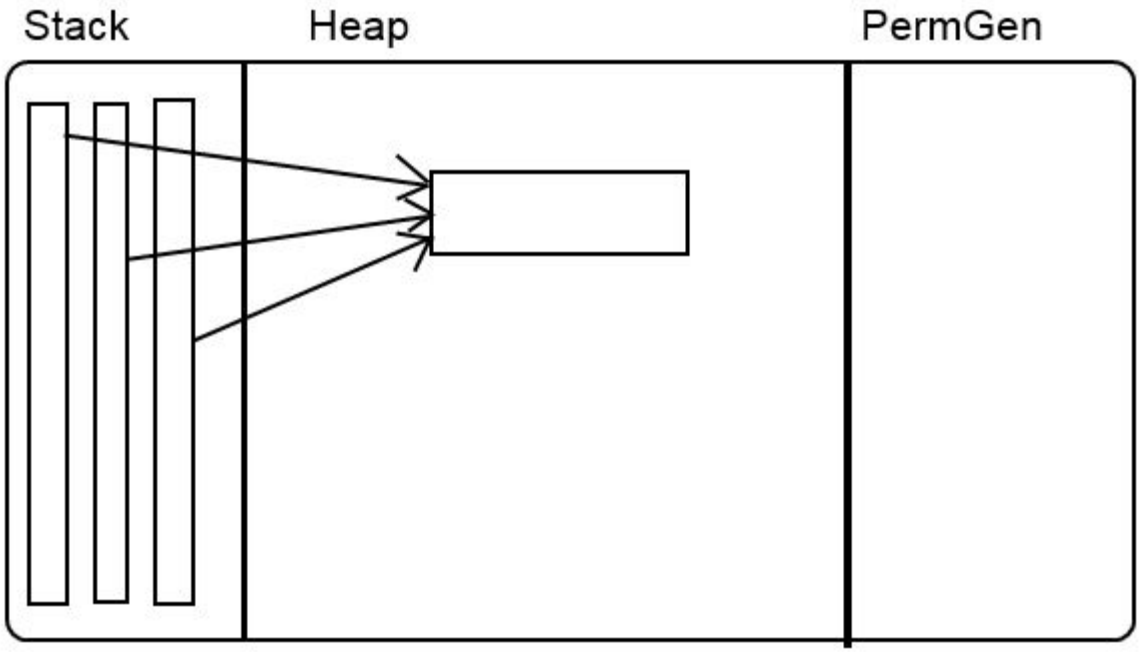
-классы

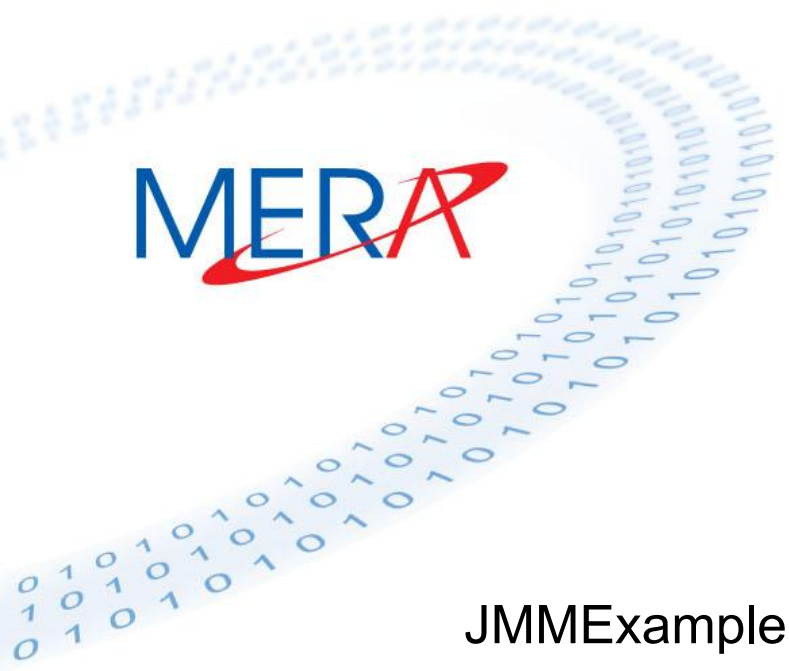
-статические поля (ссылки)

Java Memory Model



Общий доступ

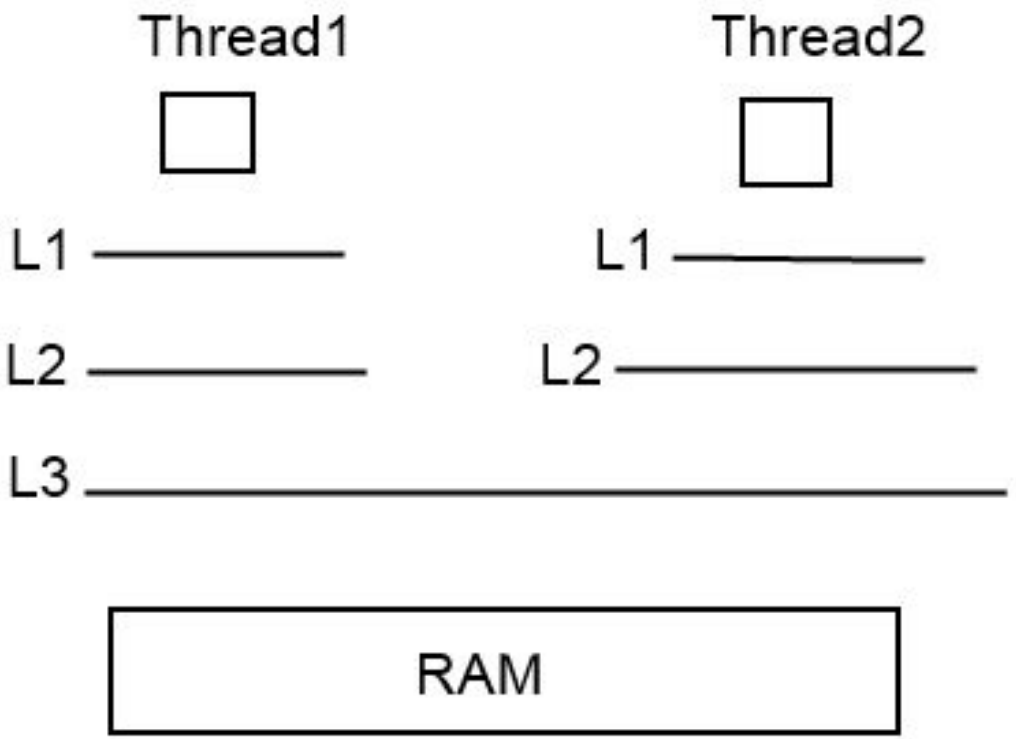




пример

JMMExample, CuncurrentCounter_1

Общий доступ

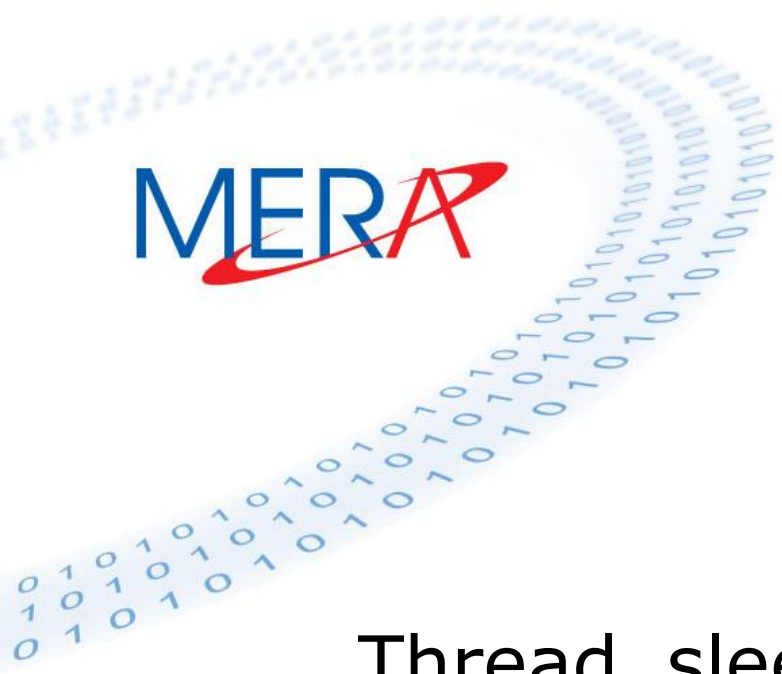


volatile

- Для нее не работают кеши
- Не может быть локальная переменная
- Либо поле, либо статическое поле
- Данные записываются и считываются используя реальную память
- Требует больше времени

Многопоточное программирование на Java
Приостановка потоков

```
public static void main(String args[ ]) throws InterruptedException
{String Info[ ] = { "String 1", "String 2", "String 3", "String 4" };
  for (int i = 0; i < Info.length; i++)
    {    //Pause for 4 seconds
         Thread.sleep(4000);
         //Print a message
         System.out.println(Info[i]);
     }
}
```

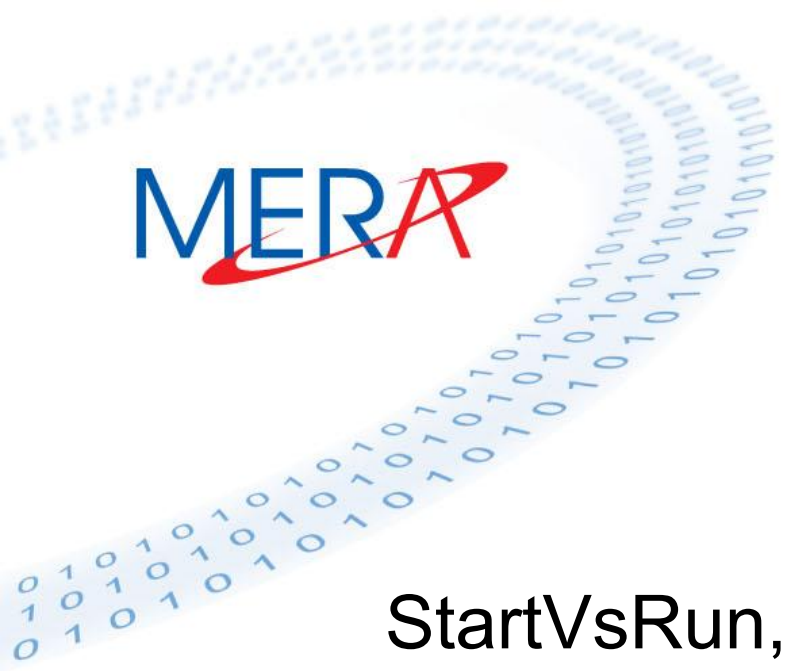


пример

Thread_sleep

Thread

- **yield()**
- **getState() используется только для мониторинга, не для синхронизации**
- **run() Вызов данного метода не приводит к созданию нового потока**
- **isAlive() true если вызван start(), и поток еще не завершен**



пример

StartVsRun, ThreadRunExample

Многопоточное программирование на Java

Связывание потоков

Метод: public final void join()

Вызывающий поток останавливается и ждет завершения потока t

Приоритеты потоков

В классе Thread существуют методы

- public final int getPriority()
- public final void setPriority(int newPriority)

и три константы:

- MIN_PRIORITY = 1
- MAX_PRIORITY = 10
- NORM_PRIORITY = 5

пример

JoinExample, Priority

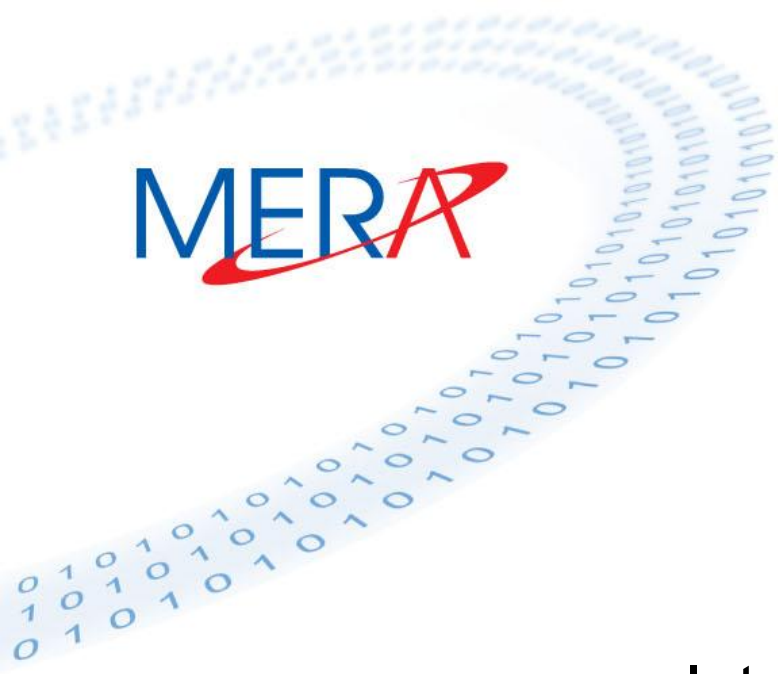
Многопоточное программирование на Java
Прерывание потоков

Метод: public void interrupt()
Реакция на прерывание:

```
try
{ Thread.sleep(4000);
}
catch (InterruptedException e)
{ return;
}
```

```
if (Thread.interrupted())
{
    return;
}
```

Первый вариант работает если в процессе выполнения часто вызываются методы определенные как … throws InterruptedException, в противном случае надо использовать второй метод



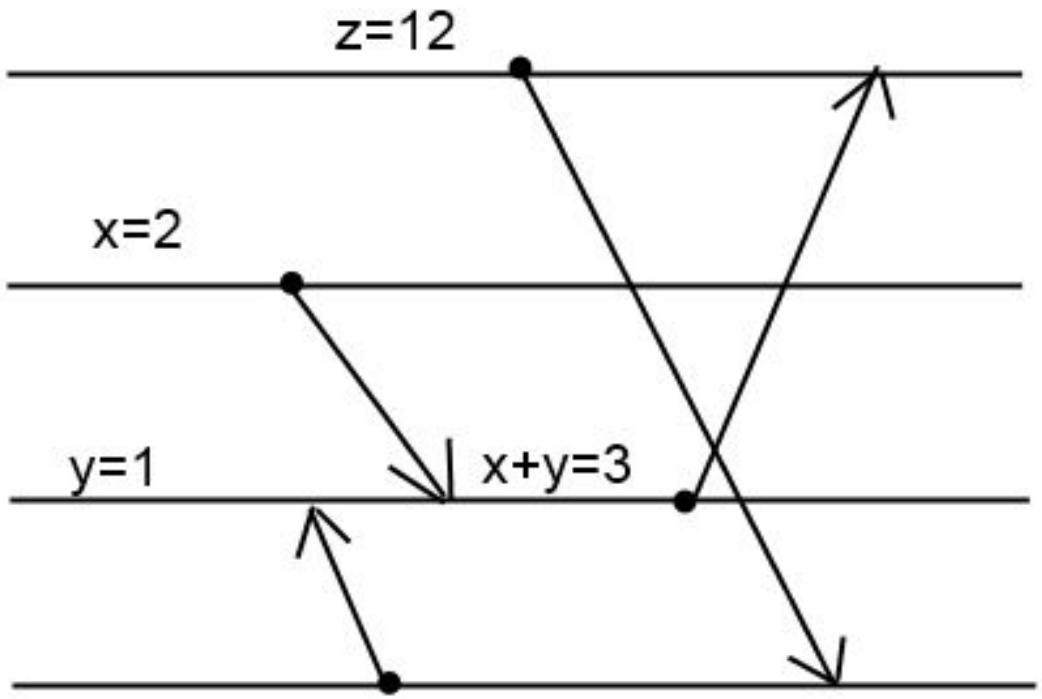
пример

InterruptExample

Synchronized

- Порядок инструкций сохраняется
- Happens-before
- Данные кеша сбрасываются в RAM
- Поток, зашедший в synchronized, увидит ровно то, что оставил вышедший из synchronized поток

Synchronized



Многопоточное программирование на Java
Синхронизация

```
public class ThreadTest implements Runnable
{  private static ThreadTest shared = new ThreadTest();
   public void process()
   {
      for (int i=0; i<3; i++)
      {System.out.println(Thread.currentThread().getName()+i);
        Thread.yield();
      }
   }
```

Многопоточное программирование на Java
Синхронизация

```
public void run()
   {
      shared.process();
   }
   public static void main(String s[ ])
   {
      for (int i=0; i<3; i++)
      {
         new Thread(new ThreadTest(), "Thread-"+i).start();
      }
   }
}
```

Многопоточное программирование на Java
Синхронизация

Пример вывода:

Thread-0 0
Thread-1 0
Thread-2 0
Thread-0 1
Thread-2 1
Thread-0 2
Thread-1 1
Thread-2 2
Thread-1 2

Многопоточное программирование на Java
Синхронизация

```
public void run()
   {
     synchronized (shared)
     {
       shared.process();
     }
   }
   public static void main(String s[ ])
   {
     for (int i=0; i<3; i++)
     {
       new Thread(new ThreadTest(), "Thread-"+i).start();
     }
   }
}
```

Многопоточное программирование на Java
Синхронизация

Пример вывода:

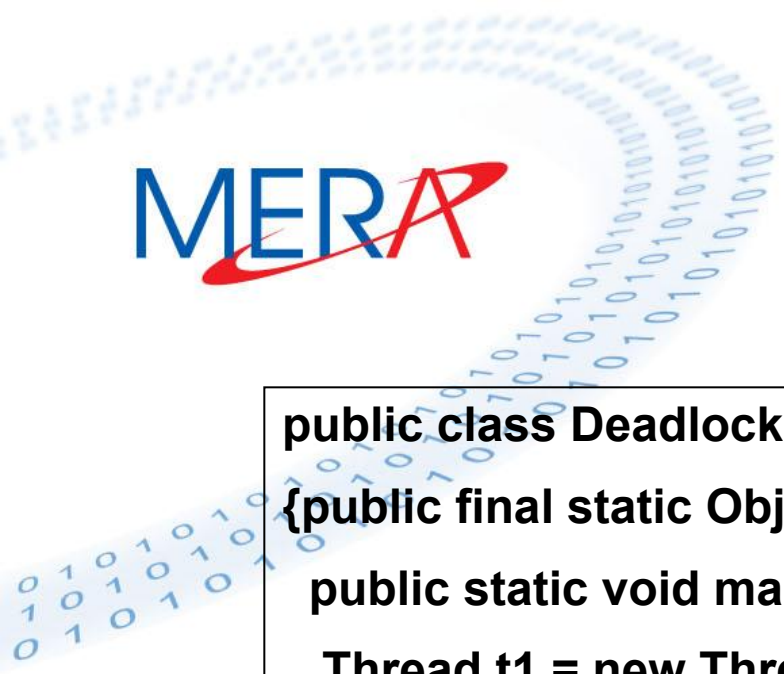
```
Thread-0 0
Thread-0 1
Thread-0 2
Thread-1 0
Thread-1 1
Thread-1 2
Thread-2 0
Thread-2 1
Thread-2 2
```

Synchronized-методы работают аналогичным образом. Прежде, чем начать выполнять их, поток пытается заблокировать объект, у которого вызывается метод. После выполнения блокировка снимается.

```
public class ThreadTest implements Runnable
{  private static ThreadTest shared = new ThreadTest();
   public void synchronized process()
   {
      for (int i=0; i<3; i++)
      {System.out.println(Thread.currentThread().getName()+i);
        Thread.yield();
      }
   }
}
```

Многопоточное программирование на Java
Синхронизация

Также допустимы методы static synchronized. При их вызове блокировка устанавливается на объект класса Class, отвечающего за тип, у которого вызывается этот метод.



Многопоточное программирование на Java
Тупики (deadlocks)

```
public class DeadlockDemo
{public final static Object one=new Object(), two=new Object();
 public static void main(String s[ ]) {
  Thread t1 = new Thread()
  { public void run()
    {synchronized(one)
      {Thread.yield();
       synchronized (two) {System.out.println("Success!"); }
      }
    }
  };
```

Многопоточное программирование на Java
Тупики (deadlocks)

```
Thread t2 = new Thread()
{public void run()
   {synchronized(two)
     {Thread.yield();
          synchronized (one) {System.out.println("Success!"); }
      }
    }
  };
  t1.start(); t2.start();
 }
}
```

пример

Deadlock

Многопоточное программирование на Java
Wait-set методы

Каждый объект в Java имеет не только блокировку для synchronized блоков и методов, но и так называемый wait-set, набор потоков исполнения. Любой поток может вызвать метод wait() любого объекта и таким образом попасть в его wait-set. При этом выполнение такого потока приостанавливается до тех пор, пока другой поток не вызовет у этого же объекта метод notifyAll(), который пробуждает все потоки из wait-set. Метод notify() пробуждает один случайно выбранный поток из данного набора.

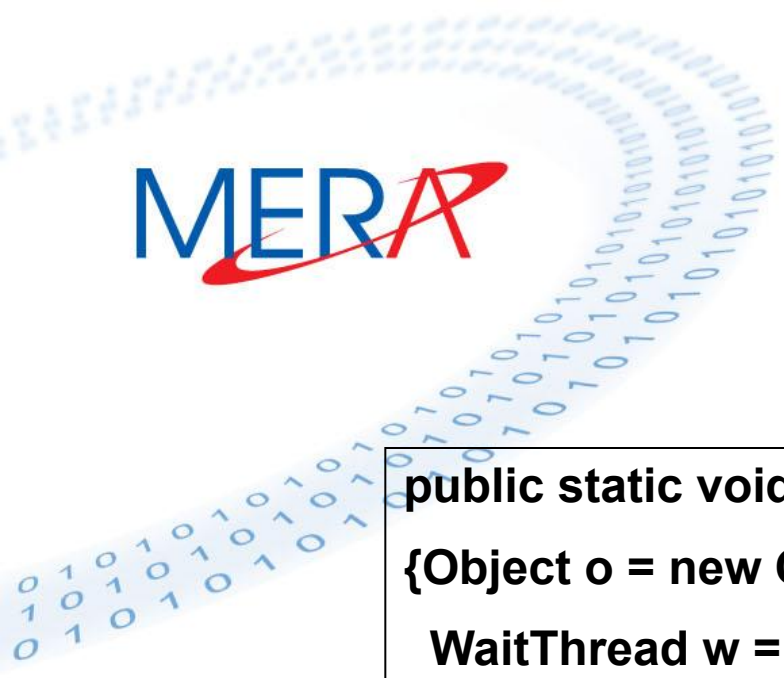
Wait-set методы

Однако применение этих методов связано с одним важным ограничением. Любой из них может быть вызван потоком у объекта только после установления блокировки на этот объект. То есть либо внутри synchronized-блока с ссылкой на этот объект в качестве аргумента, либо обращения к методам должны быть в синхронизированных методах класса самого объекта.

Есть еще blocked-set, содержащий объекты, попытавшиеся зайти в synchronized блок

Многопоточное программирование на Java
Wait-set методы

```
public class WaitThread implements Runnable
{ private Object shared;
   public WaitThread(Object o)
     { shared=o;}
   public void run()
   { synchronized (shared) {
      try { shared.wait(); } catch (InterruptedException e) {}
      System.out.println("after wait");
   }
}
```



Многопоточное программирование на Java
Wait-set методы

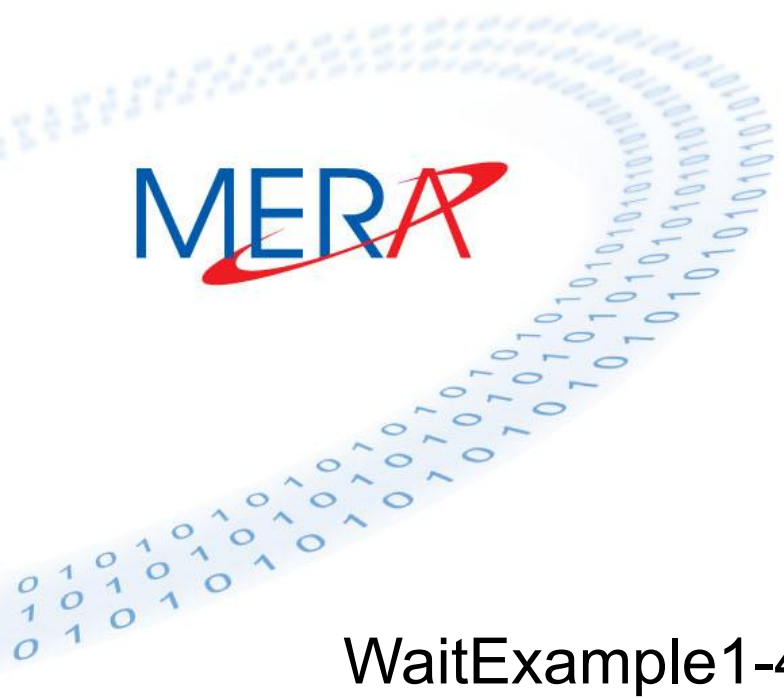
```
public static void main(String s[])
{Object o = new Object();
  WaitThread w = new WaitThread(o);
  new Thread(w).start();
   try { Thread.sleep(100); } catch (InterruptedException e) {}
   System.out.println("before notify");
   synchronized (o) { o.notifyAll();  }
 }
}
```

Многопоточное программирование на Java
Wait-set методы

Вывод программы:

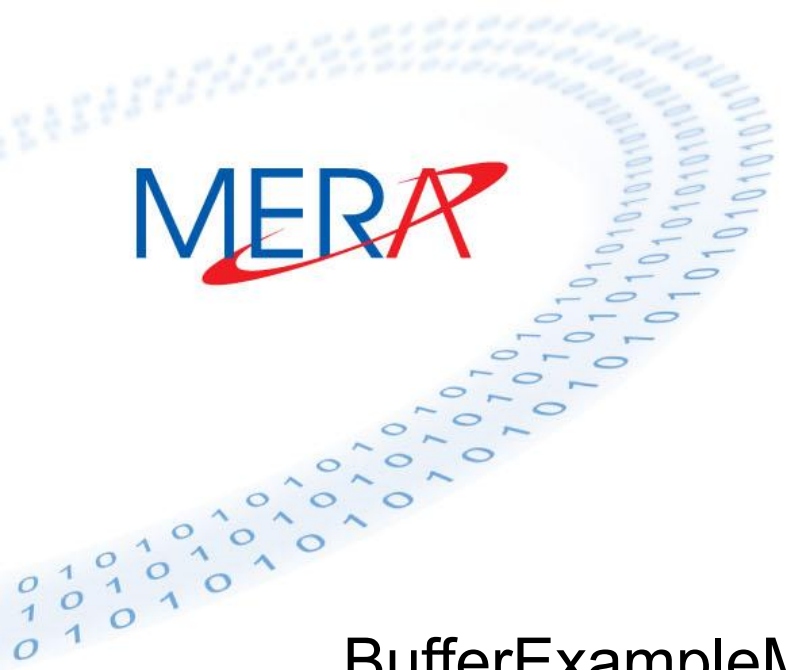
before notify

after wait



пример

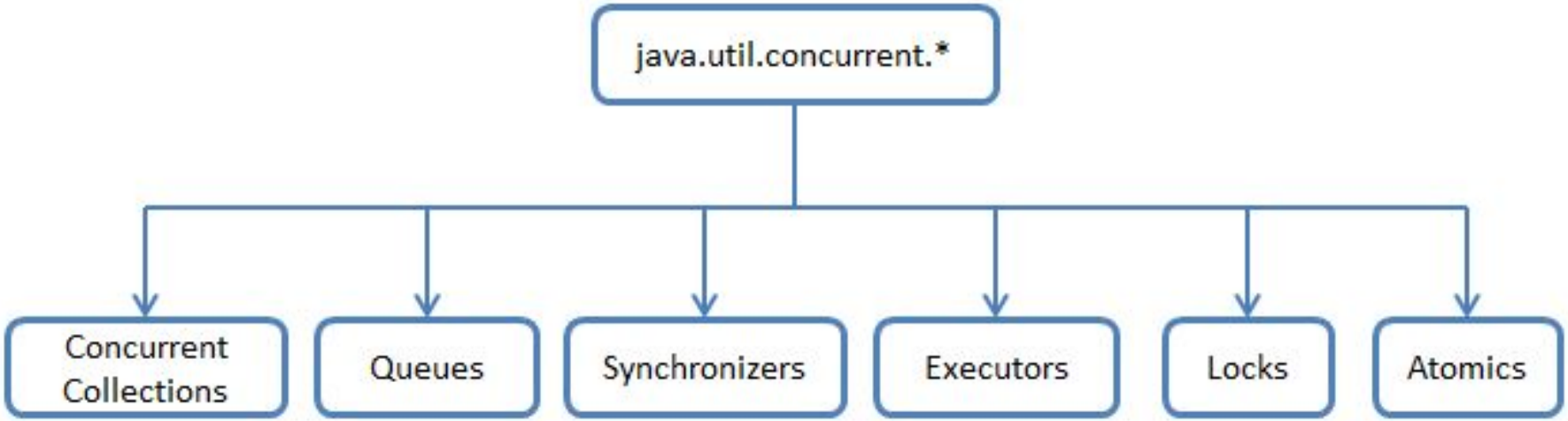
WaitExample1-4



пример

BufferExampleMainProducer
BufferExampleMain
BufferExampleMainProducerBuffer

java.util.concurrent



ReentrantLock

- **void lock():** ожидает, пока не будет получена блокировка
- **boolean tryLock():** пытается получить блокировку, если блокировка получена, то возвращает true. Если блокировка не получена, то возвращает false. В отличие от метода lock() не ожидает получения блокировки, если она недоступна
- **void unlock():** снимает блокировку
- **Condition newCondition():** возвращает объект Condition, который связан с текущей блокировкой

Практика 1

Есть два счета. Необходимо перевести деньги с одного счета на другой

Практика 2

Есть класс – Робот. У него две ноги. На каждую ногу создается свой поток.
Необходимо сделать так, чтобы ноги ходили поочередно:
Левая
Правая
Левая
Правая
…

Практика 3

Задание из практики 2, но у робота 4 ноги.