Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет Программной инженерии и компьютерной техники

Лабораторная работа по

Основам программной инженерии №4

Вариант 3087

Работу выполнил:

Алферов Г.А.

Группа:

P3207

Санкт-Петербург,

2025

Оглавление

Текст задания

Вариант 3087

Внимание! У разных вариантов разный текст задания!

1. Для своей программы из лабораторной работы #3 по дисциплине "Веб-программирование" реализовать:

- MBean, считающий общее число установленных пользователем точек, а также число точек, не попадающих в область. В случае, если координаты установленной пользователем точки вышли за пределы отображаемой области координатной плоскости, разработанный MBean должен отправлять оповещение об этом событии.
- MBean, определяющий средний интервал между кликами пользователя по координатной плоскости.

2. С помощью утилиты JConsole провести мониторинг программы:

- Снять показания MBean-классов, разработанных в ходе выполнения задания 1.
- Определить время (в мс), прошедшее с момента запуска виртуальной машины.

3. С помощью утилиты VisualVM провести мониторинг и профилирование программы:

- Снять график изменения показаний MBean-классов, разработанных в ходе выполнения задания 1, с течением времени.
- Определить имя класса, объекты которого занимают наибольший объём памяти JVM; определить пользовательский класс, в экземплярах которого находятся эти объекты.

4. С помощью утилиты VisualVM и профилировщика IDE NetBeans, Eclipse или Idea локализовать и устранить проблемы с производительностью в программе. По результатам локализации и устранения проблемы необходимо составить отчёт, в котором должна содержаться следующая информация:

- Описание выявленной проблемы.
- Описание путей устранения выявленной проблемы.
- Подробное (со скриншотами) описание алгоритма действий, который позволил выявить и локализовать проблему.

Студент должен обеспечить возможность воспроизведения процесса поиска и локализации проблемы по требованию преподавателя.

Реализация

interface PointTrackerMBean

```
package org.GleBlassUSA.beans;

public interface PointTrackerMBean {
    long getTotalPoints();
    long getMissedPoints();
}
```

interface ClickIntervalMBean

```
package org.GleBlassUSA.beans;

public interface ClickIntervalMBean {
    double getClickInterval();
    long getClickCount();
    void resetStat();
}
```

PointTracker

```
package org.GleBlassUSA.beans;

import jakarta.enterprise.context.ApplicationScoped;
import jakarta.enterprise.context.Destroyed;
import jakarta.enterprise.context.Initialized;
import jakarta.enterprise.event.Observes;
import jakarta.inject.Inject;
import jakarta.inject.Named;
import org.GleBlassUSA.dao.PointDao;
import org.GleBlassUSA.models.Point;

import javax.management.*;
import java.io.Serializable;

@Named("pointTracker")
@ApplicationScoped
public class PointTracker extends NotificationBroadcasterSupport implements
Serializable, PointTrackerMBean {

    private int sequenceNumber = 0;

    @Inject
    private PointDao pointDao;

    public void init(@Observes @Initialized(ApplicationScoped.class) Object
unused) {
        org.GleBlassUSA.beans.MBeanRegistryUtil.registerBean(this,
"pointTracker");
    }

    public void destroy(@Observes @Destroyed(ApplicationScoped.class) Object
unused) {
        MBeanRegistryUtil.unregisterBean(this);
    }

    @Override
    public long getTotalPoints() {
```

```
        return pointDao.getPoints().size();
    }

    @Override
    public long getMissedPoints() {
        return pointDao.getPoints().stream()
                .filter(p -> !inArea(p))
                .count();
    }

    public void checkPoint(Point point) {
        if (inArea(point)) {
            sendOut(point);
        }
    }

    private boolean inArea(Point point) {
        return point.calculate();
    }

    private void sendOut(Point point) {
        Notification notification = new Notification(
                "Point out of bounds",
                this.getClass().getName(),
                sequenceNumber++,
                System.currentTimeMillis(),
                String.format("Point (%.2f, %.2f out of bounds:",
point.getX(), point.getY())
        );
        sendNotification(notification);
    }

    @Override
    public MBeanNotificationInfo[] getNotificationInfo() {
        String[] types = new String[]{
                AttributeChangeNotification.ATTRIBUTE_CHANGE
        };
        String name = AttributeChangeNotification.class.getName();
        String description = "Point out of bounds notification";
        return new MBeanNotificationInfo[]{
                new MBeanNotificationInfo(types, name, description)
        };
    }
}
```

ClickInterval

```
package org.GleBlassUSA.beans;

import jakarta.enterprise.context.ApplicationScoped;
import jakarta.enterprise.context.Destroyed;
import jakarta.enterprise.context.Initialized;
import jakarta.enterprise.event.Observes;
import jakarta.inject.Named;

import java.io.Serializable;
import java.util.concurrent.atomic.AtomicLong;
import java.util.concurrent.atomic.AtomicReference;

@Named("ClickInterval")
@ApplicationScoped
public class ClickInterval implements Serializable, ClickIntervalMBean {
```

```
    private final AtomicLong lastClickTime = new AtomicLong();
    private final AtomicLong clickCount = new AtomicLong();
    private final AtomicReference<Double> averageInterval = new
AtomicReference<>(0.0);
    private boolean isFirstClick = true;

    public void init(@Observes @Initialized(ApplicationScoped.class) Object
unused) {
        org.GleBlassUSA.beans.MBeanRegistryUtil.registerBean(this,
"ClickInterval");
    }

    public void destroy(@Observes @Destroyed(ApplicationScoped.class) Object
unused) {
        MBeanRegistryUtil.unregisterBean(this);
    }

    public void recordClick() {
        long now = System.currentTimeMillis();
        if (isFirstClick) {
            lastClickTime.set(now);
            isFirstClick = false;
            return;
        }
        long past = lastClickTime.getAndSet(now);
        long interval = now - past;
        long count = clickCount.incrementAndGet();
        averageInterval.updateAndGet(cur -> (cur * (count - 1) + interval) /
count);
    }


    @Override
    public double getClickInterval() {
        return averageInterval.get() / 1000;
    }

    @Override
    public long getClickCount() {
        return clickCount.get();
    }

    @Override
    public void resetStat() {
        lastClickTime.set(0);
        clickCount.set(0);
        averageInterval.set(0.0);
    }
}
```

MBeanRegistryUtil

```
package org.GleBlassUSA.beans;

import jakarta.servlet.ServletContextListener;
import lombok.experimental.UtilityClass;

import javax.management.*;
import java.lang.management.ManagementFactory;
import java.util.HashMap;
import java.util.Map;
```

```
@UtilityClass
public class MBeanRegistryUtil implements ServletContextListener {
    private final Map<Class<?>, ObjectName> beans = new HashMap<>();

    public void registerBean(Object bean, String name) {
        try {
            String domain = bean.getClass().getPackageName();
            String type = bean.getClass().getSimpleName();
            ObjectName objectName = new
ObjectName(String.format("%s:type=%s,name=%s", domain, type, name));
            ManagementFactory.getPlatformMBeanServer().registerMBean(bean,
objectName);
            beans.put(bean.getClass(), objectName);
        } catch (InstanceAlreadyExistsException | MBeanRegistrationException
| NotCompliantMBeanException |
                 MalformedObjectNameException ex) {
            ex.printStackTrace();
        }
    }

    public void unregisterBean(Object bean) {
        if (!beans.containsKey(bean.getClass())) {
            throw new IllegalArgumentException("Specified bean is not
registered.");
        }
        try {
            ObjectName objectName = beans.get(bean.getClass());

ManagementFactory.getPlatformMBeanServer().unregisterMBean(objectName);
        } catch (InstanceNotFoundException | MBeanRegistrationException ex) {
            ex.printStackTrace();
        }
    }
}
```

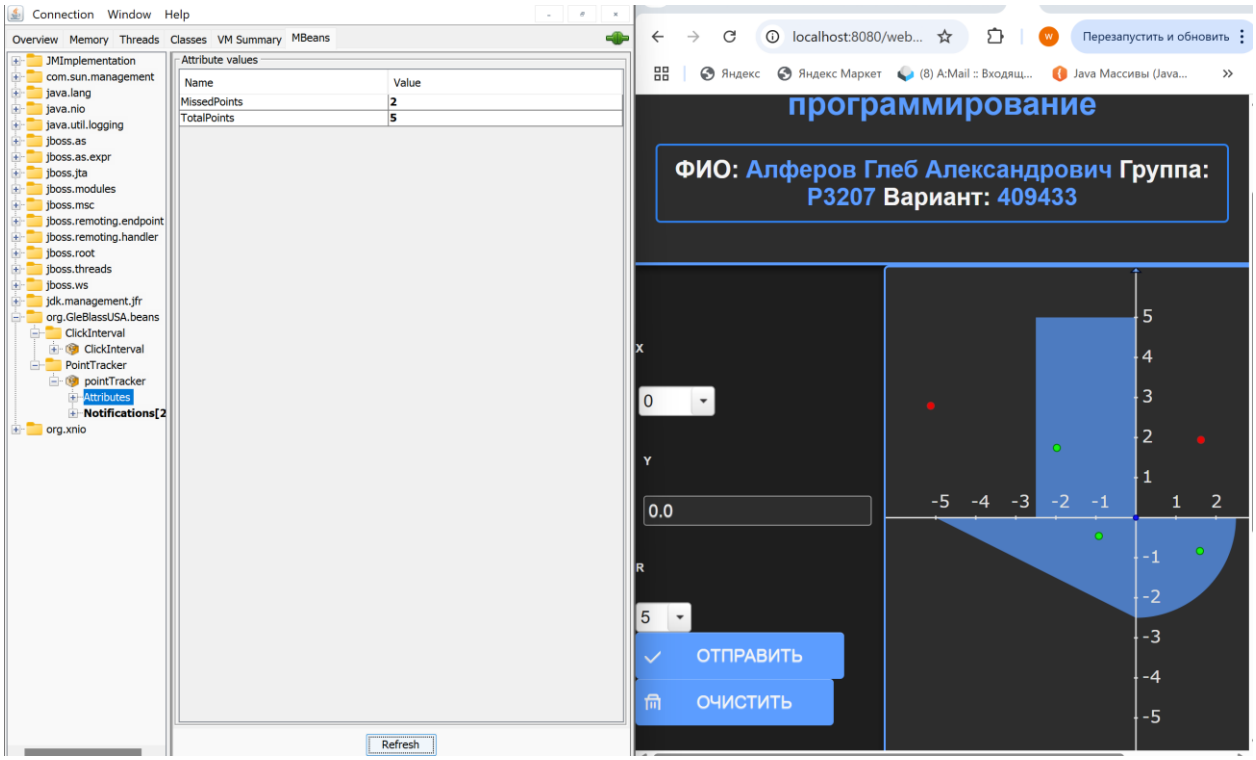
PointService

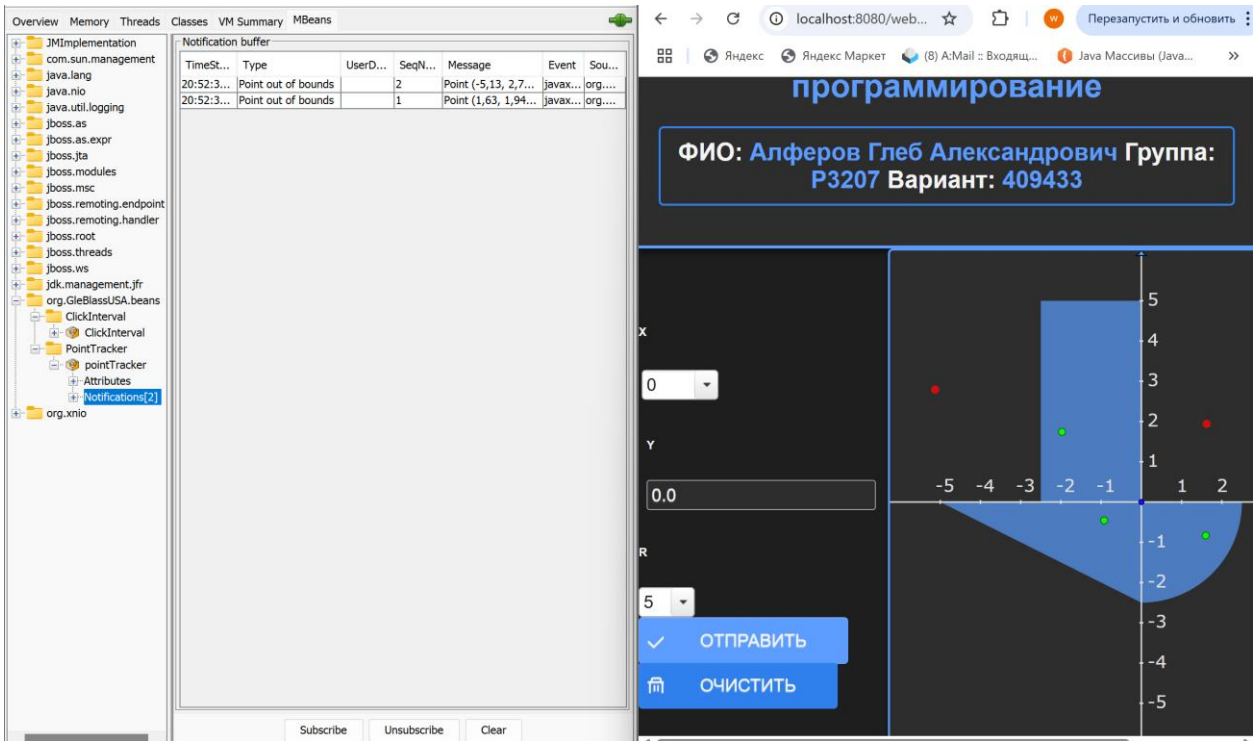
```
package org.GleBlassUSA.beans;


import jakarta.enterprise.context.ApplicationScoped;
import jakarta.inject.Inject;
import org.GleBlassUSA.dao.PointDao;
import org.GleBlassUSA.models.Point;

@ApplicationScoped
public class PointService {
    private final PointDao pointDao = PointDao.getInstance();
    @Inject
    private PointTracker pointTracker;

    public void addPoint(Point point) {
        pointDao.addPoint(point);
        pointTracker.checkPoint(point);
    }
}
```

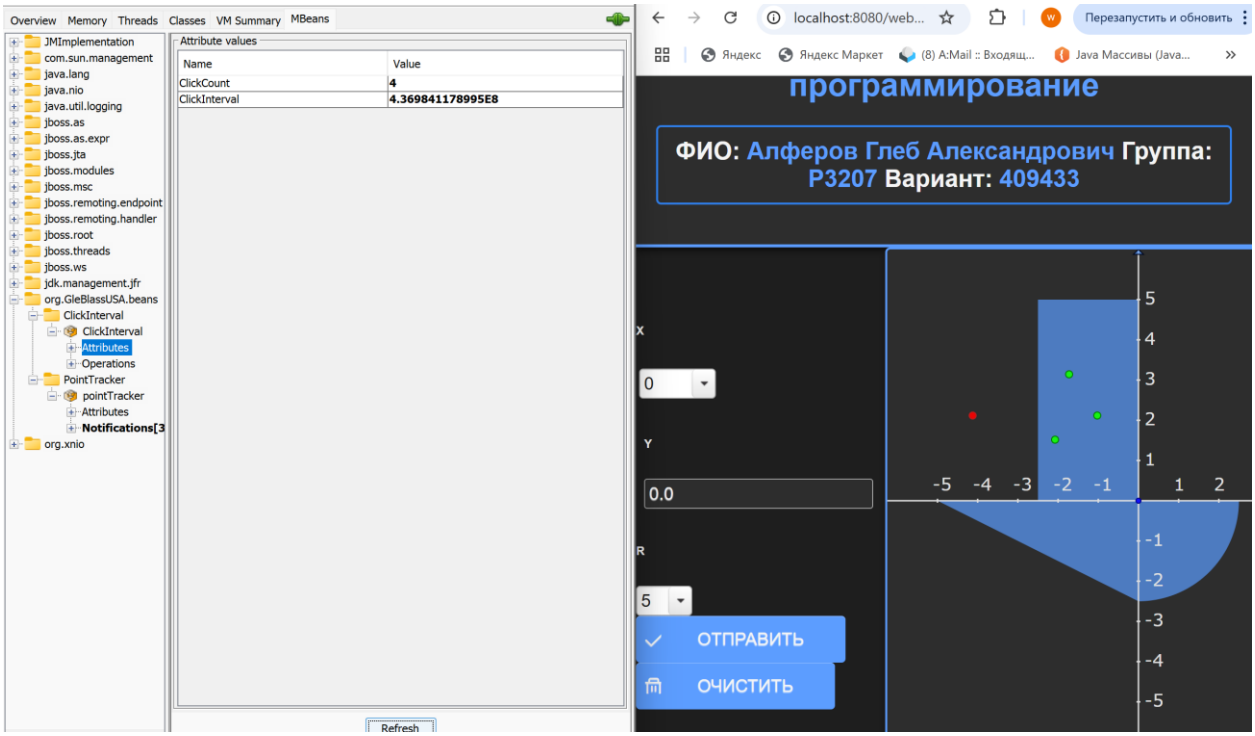
Весь проект

https://github.com/wrakelft/OPI_ITMO/tree/main/lab4/src

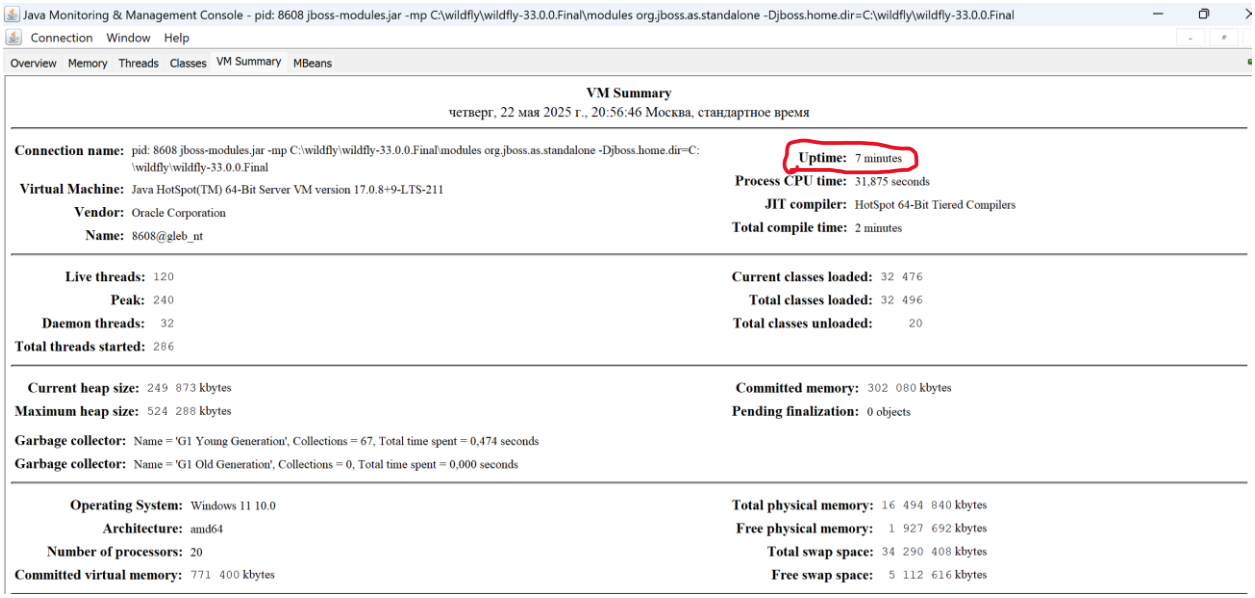
Показания MBean классов из JConsole





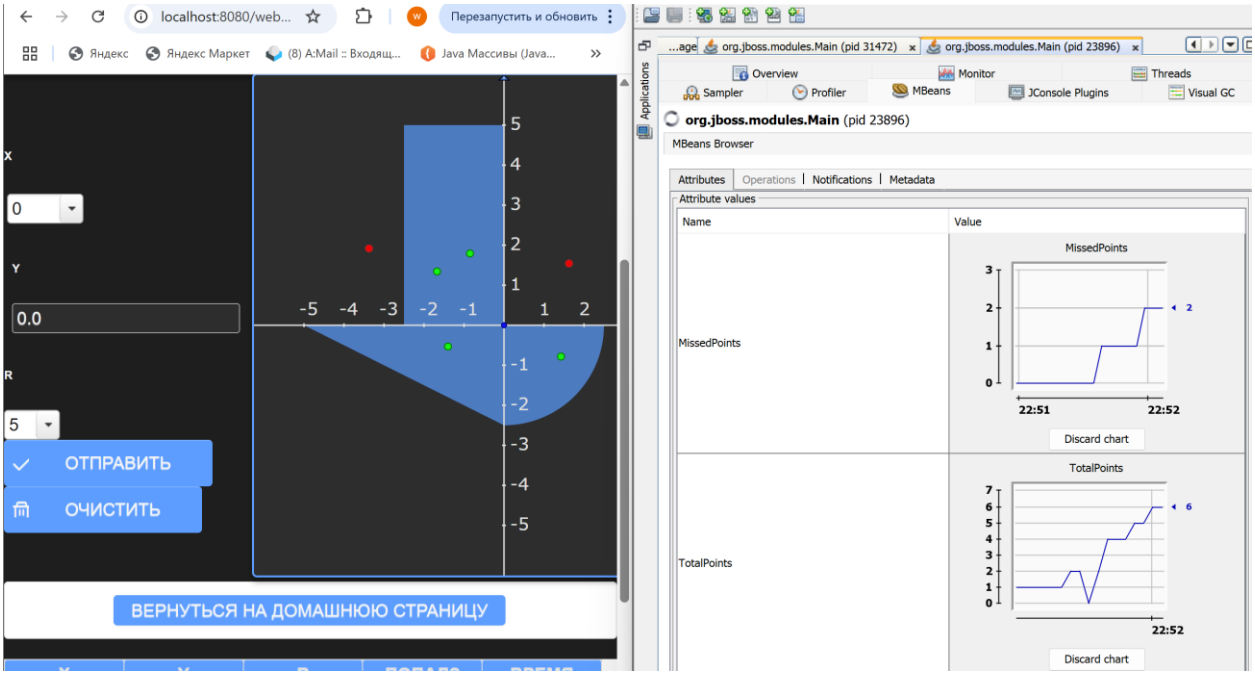


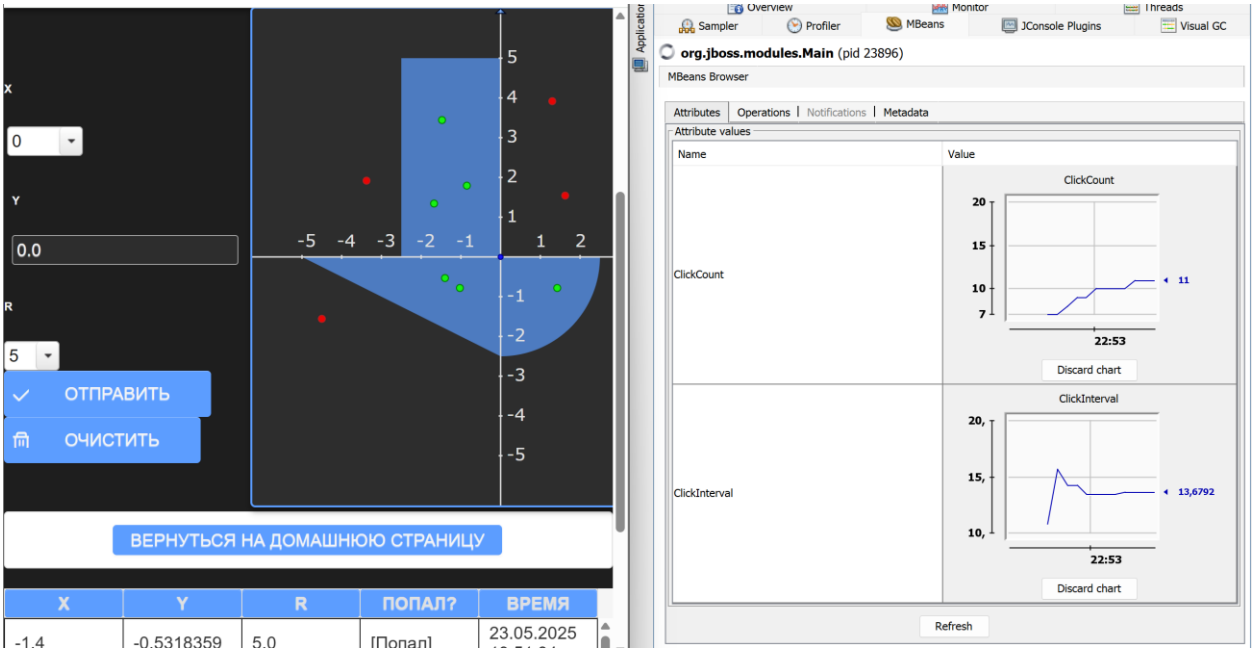
В ходе использования утилиты Jconsole можно сделать вывод что MBeans были успешно разработаны. Уведомления отправляются штатно и позволяют отслеживать события.

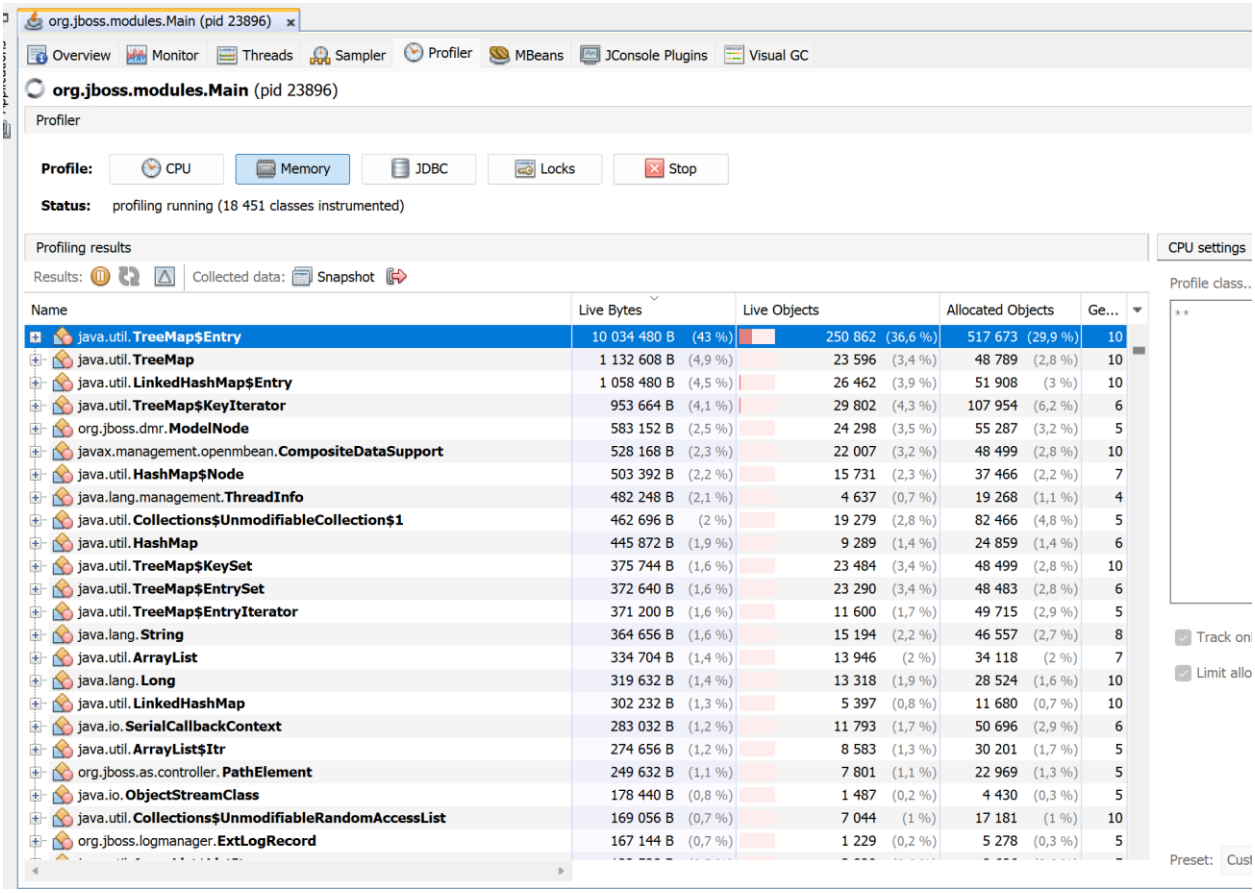


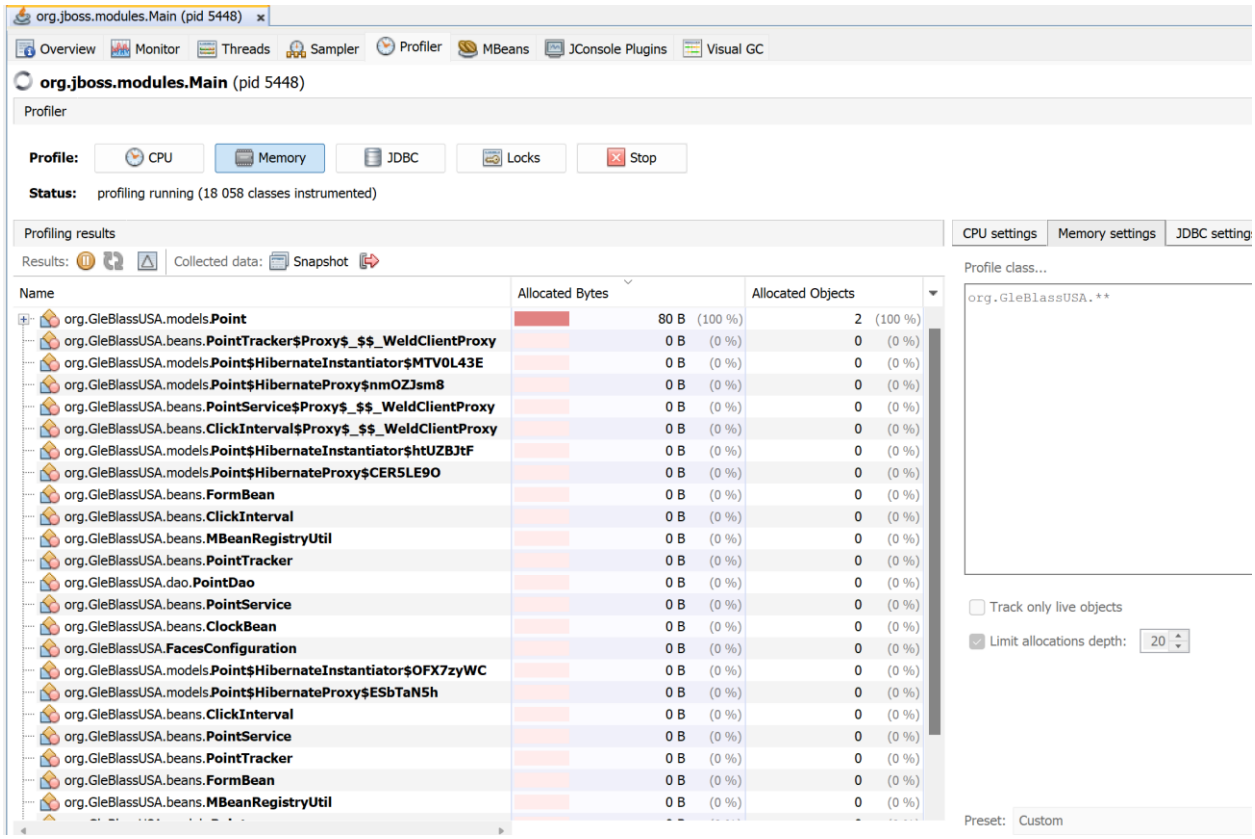
420 000 мс

График изменения показаний MBean-классов с течением времени







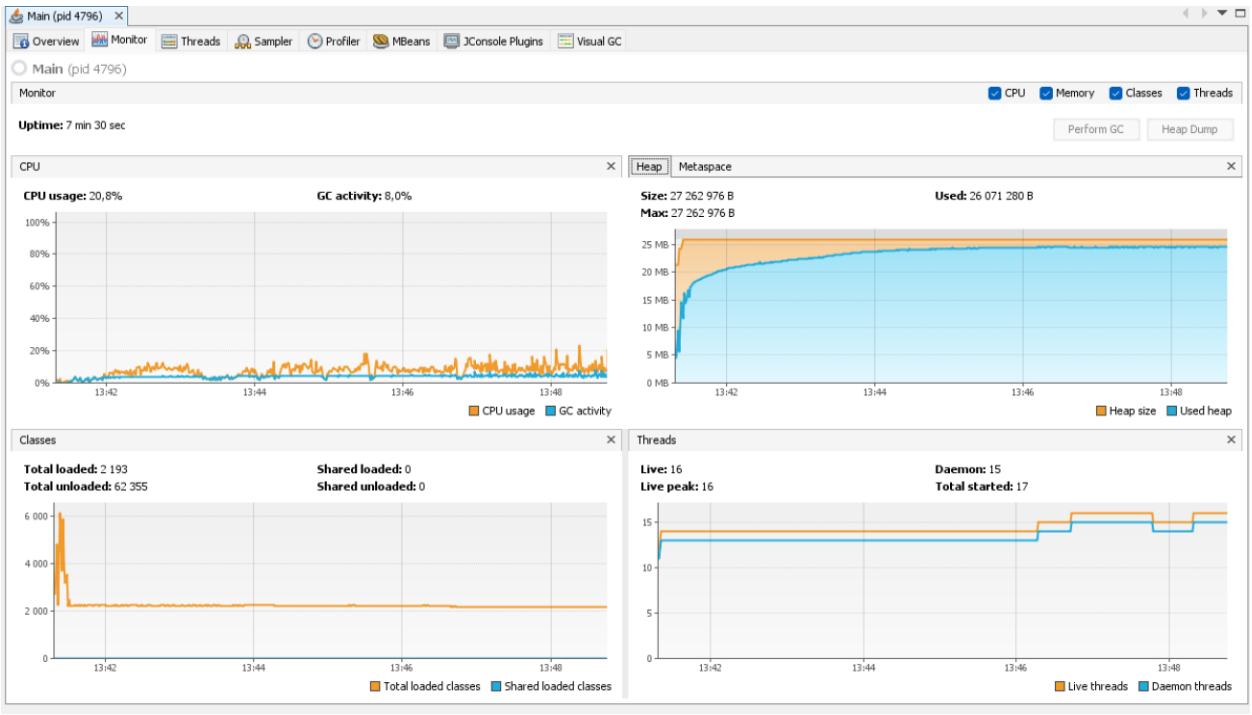


Видно, что больше всего памяти занимают значения TreeMap$Entry

Больше всего памяти из пользовательских классов занимают объекты Point

Эта не прямая связь обусловлена тем, что во время работы приложения, развернутого на WildFly он автоматически создает TreeMap для своих внутренних процессов (хранение конфигов, кэширования, обработка запросов), а так как при работе приложения WildFly вызывает наши сервлеты и бины он и создает временные TreeMap для инъекций зависимостей или других нужд приложения.

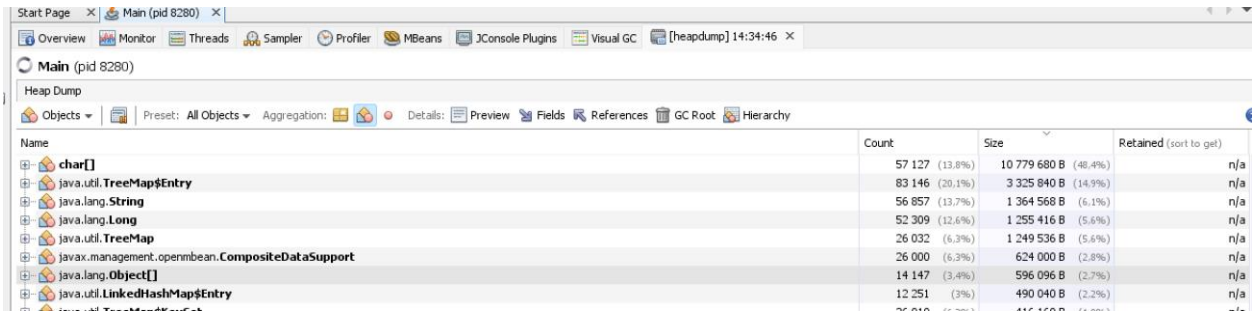
Исследование программы на утечки памяти



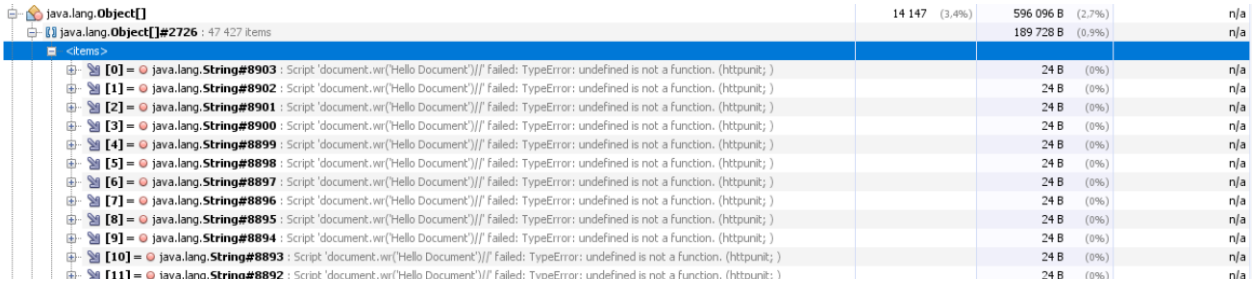
Установим максимальный размер кучи в 25Мб с помощью -Xmx25m и запустим программу. Из графика памяти видно, что размер кучи постоянно увеличивается, что говорит о проблемах с использованием памяти в программе.

```
Count: 58009[ _response = com.meterware.servletunit.ServletUnitHttpResponse@188a062b]
Count: 58010[ _response = com.meterware.servletunit.ServletUnitHttpResponse@ed81d88]
Exception in thread "main" java.lang.OutOfMemoryError Create breakpoint : GC overhead limit exceeded
    at java.util.HashMap.newNode(HashMap.java:1750)
    at java.util.HashMap.putVal(HashMap.java:631)
    at java.util.HashMap.putMapEntries(HashMap.java:515)
    at java.util.HashMap.<init>(HashMap.java:490)
    at java.util.PropertyResourceBundle.<init>(PropertyResourceBundle.java:139)
```

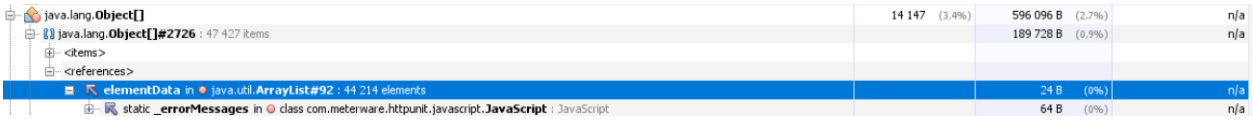
С помощью HeapDump найдем объекты, занимающие большую часть памяти.



Видно, что создаются экземпляры строк на каждый запрос этим можно объяснить и рост char[] и TreeMap$Entry, так как char[] хранит символы строк, String его обертка, а TreeMap$Entry связывает ключи String и другие наши объекты.



Исследовав, видим повторяющиеся строки



Все они связаны с __errorMessages

Объекты _errorMessages хранятся в ArrayList

```
private static ArrayList _errorMessages = new ArrayList();  4 usages
```

Добавление объектов в этот список:

```
        } else {
            _errorMessages.add( errorMessage );
        }
    }
```

Накопление _errorMessages в списке, за счет чего и получается переполнение памяти.

В программе есть функция для очистки:

```
static void clearErrorMessages() {  1 usage
    _errorMessages.clear();
}
```

```
public void clearErrorMessages() {  1 usage
    JavaScript.clearErrorMessages();
}
```

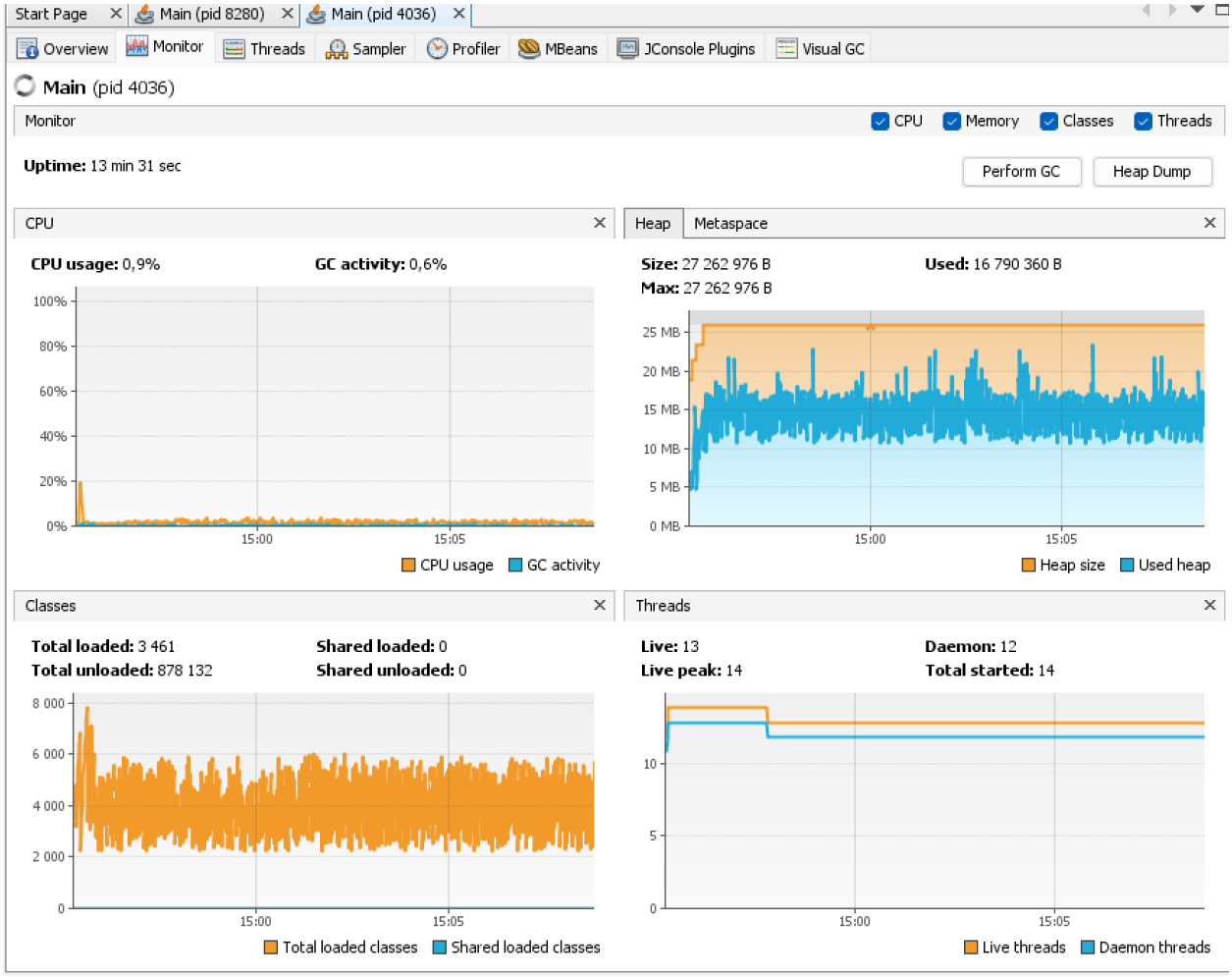
```
public static void clearScriptErrorMessages() {  no usages
    getScriptingEngine().clearErrorMessages();
}
```

Просмотрев классы видим, что она не используется.

Решением будет очистка после выполнения запроса.

```
while (true) {
    WebResponse response = sc.getResponse(request)
    System.out.println("Count: " + number++ + resp
    HttpUnitOptions.clearScriptErrorMessages();
```

Теперь память не стремится к максимальному значению. Программа не выкидывает OutOfMemoryError.



Вывод

Во время выполнения лабораторной работы я использовал утилиты для мониторинга работы программы JConsole и VisualVM. А также была произведена работа по поиску проблемы, ее локализации и устранению.