

Додаток А

«Графічні матеріали атестаційної роботи»

ГЮИК.504310.002

(позначення документу)

ЗАТВЕРДЖЕНО  
ГЮИК.504310.002

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ У  
ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМАХ

Графічні матеріали атестаційної роботи

ГЮИК.504310.002

Аркушів 43

2019

Харківський Національний Університет Радіоелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Керівник атестаційної роботи,  
доц. Хряпкін О.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ У  
ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМАХ

Графічні матеріали атестаційної роботи

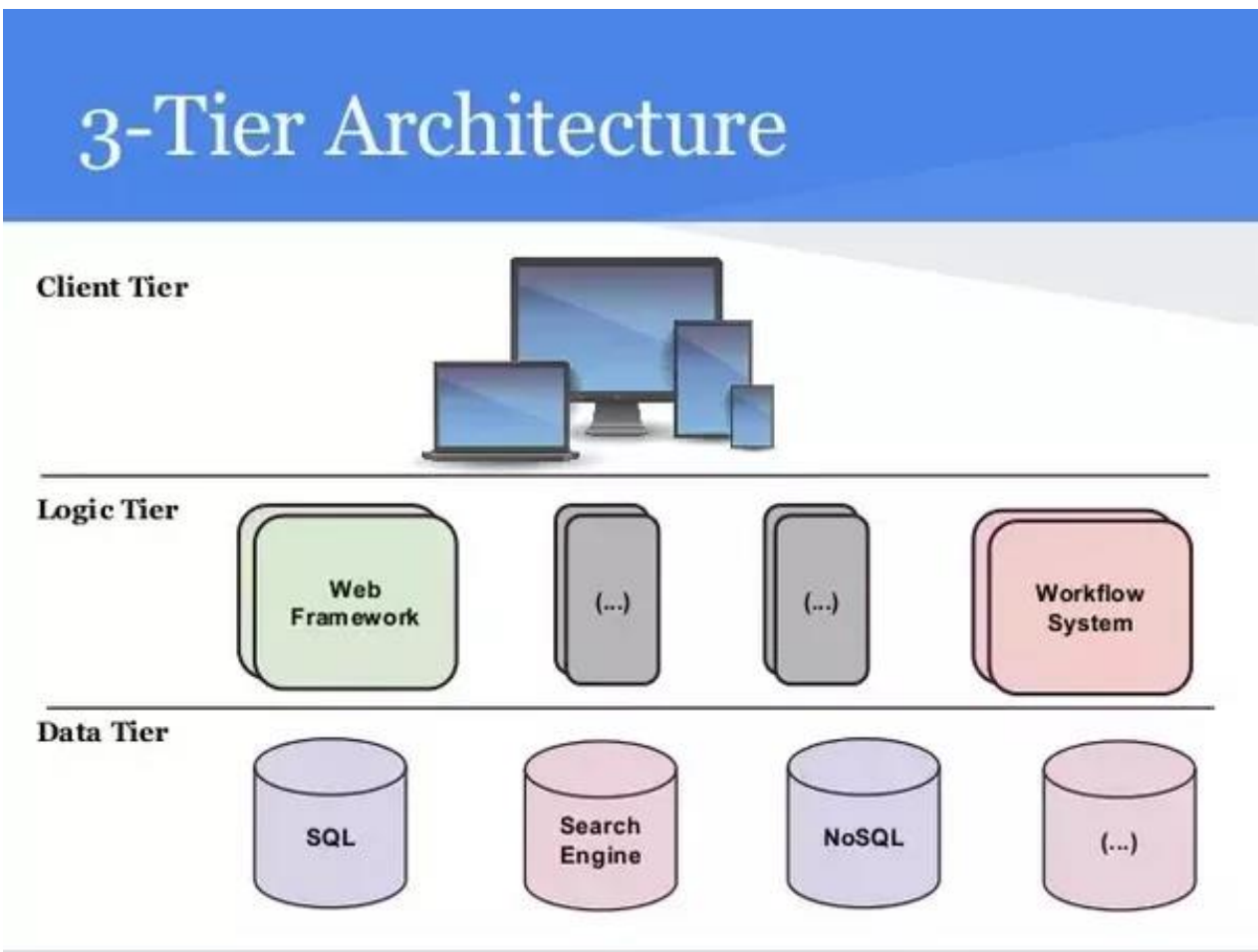
ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

ГЮИК.504310.002

УЗГОДЖЕНО:

РОЗРОБИВ:  
ст. гр. СПРм-18-1  
Ілюнін А.В.

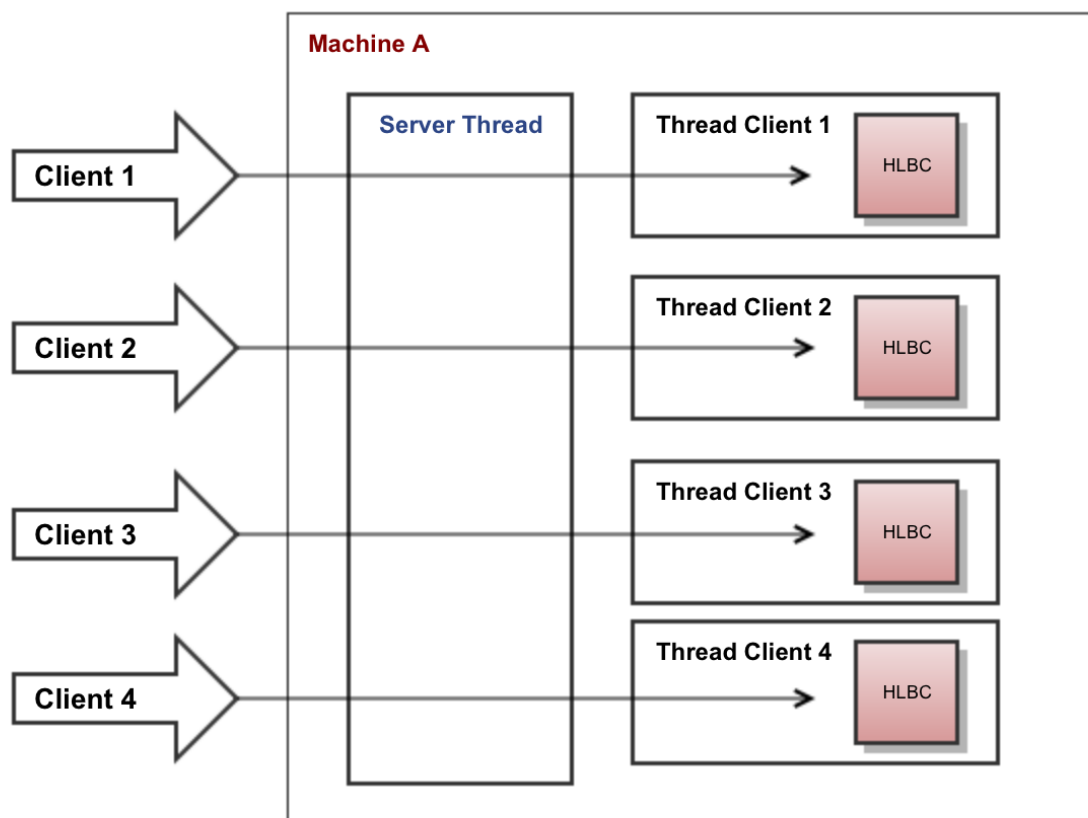
# Трирівнева архітектура ПО



Розроб.	Льонін А.В.		12.12	Типова архітектура веб-сервісів	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 2

## Традиційна блокуюча модель «з'єднання на потік»

Old One-Thread-Per-Client Model



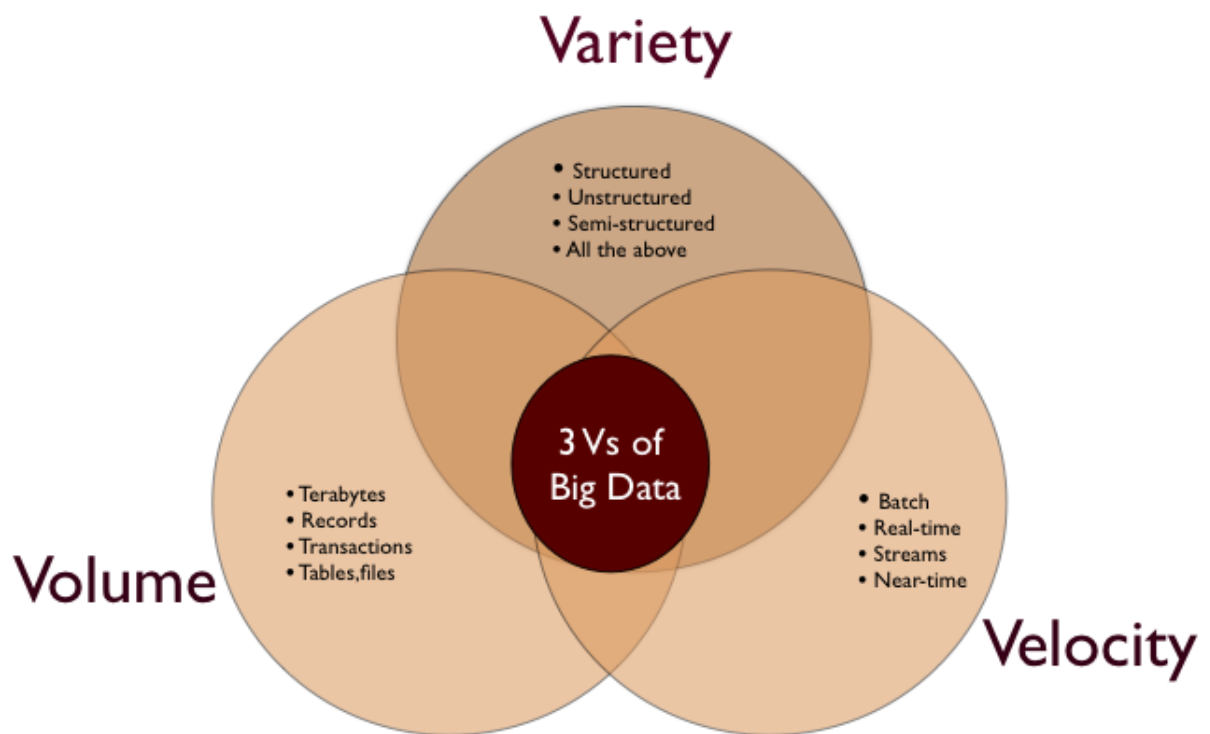
Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Типова архітектура веб-сервісів	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 2

## Асинхронна модель однопоточного прийому та делегації обробки запитів



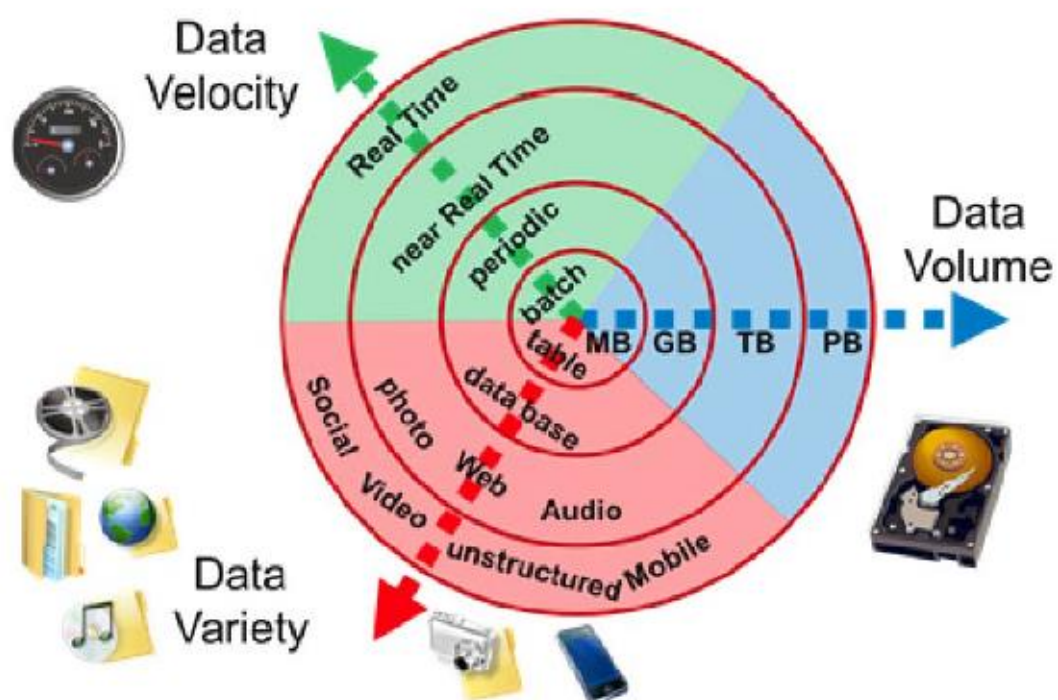
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Асинхронна модель однопоточного прийому та делегації обробки запитів	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 1

## Big Data 3V



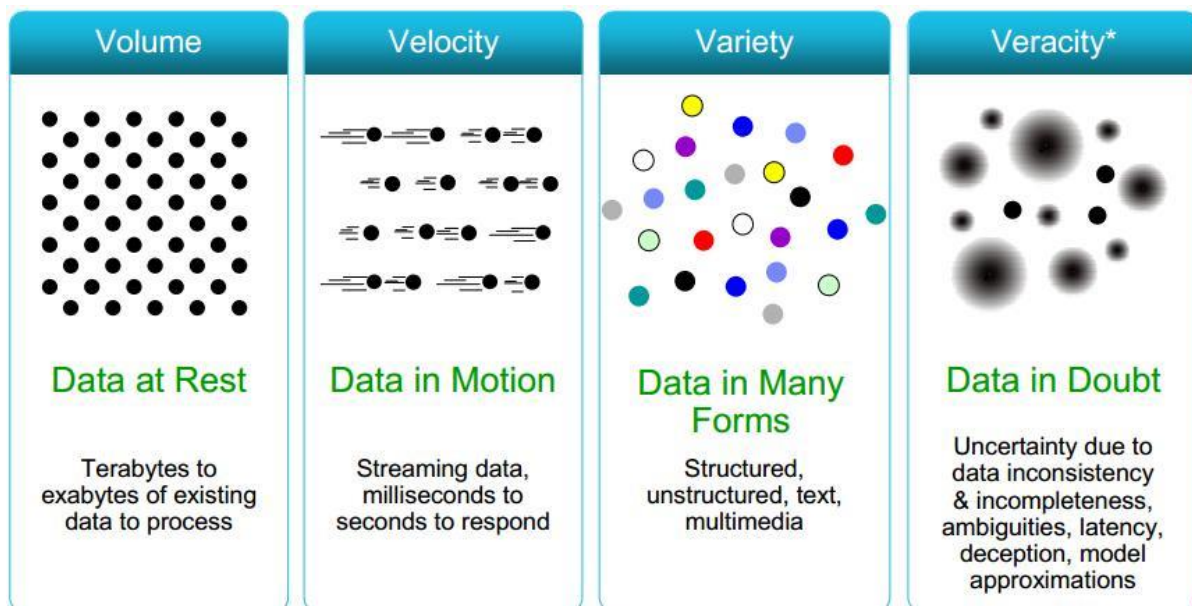
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Характеристики Big Data	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

## Візуальне уявлення ряду характеристик BigData 3V



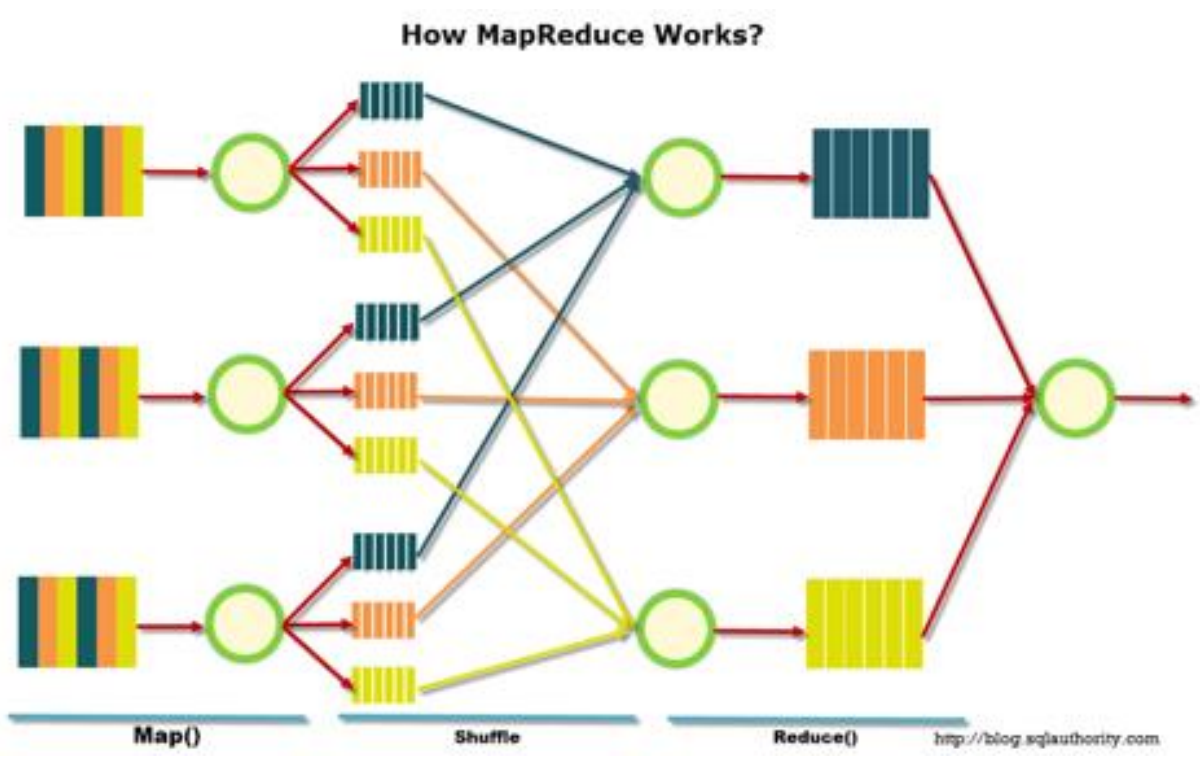
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Характеристики Big Data	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

## Достовірність як частка 4V



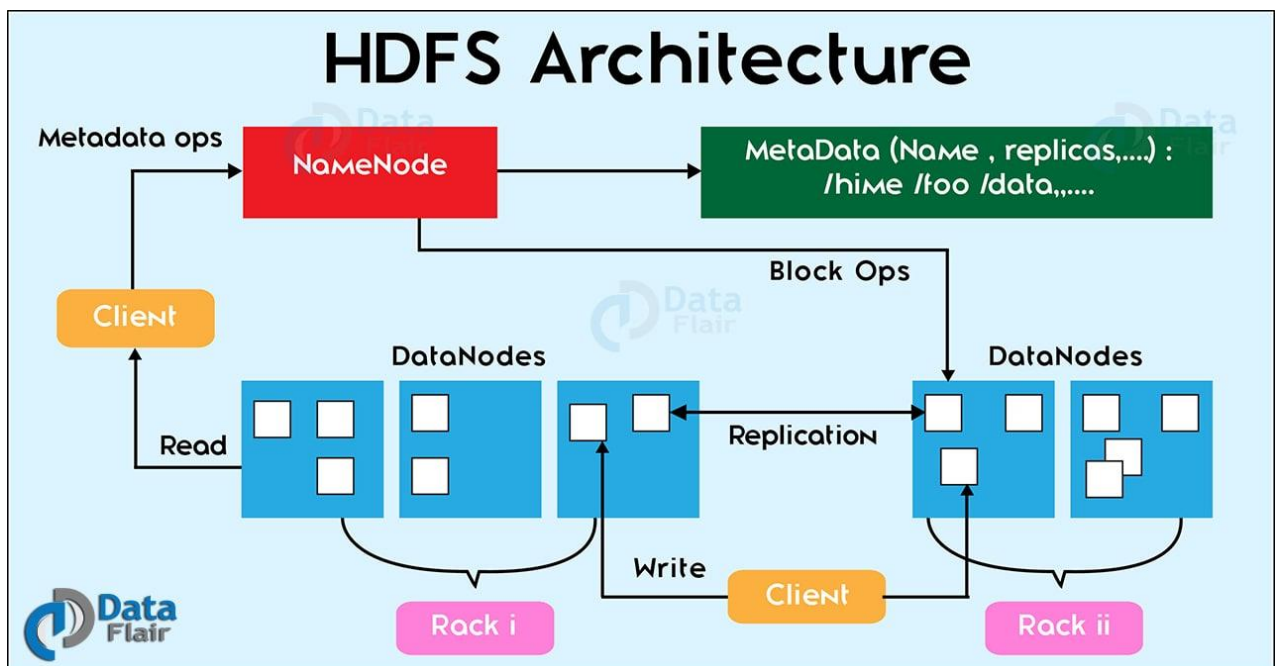
Розроб.	Люнін А.В.		12.12	Характеристики Big Data	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

# Принцип роботи MapReduce



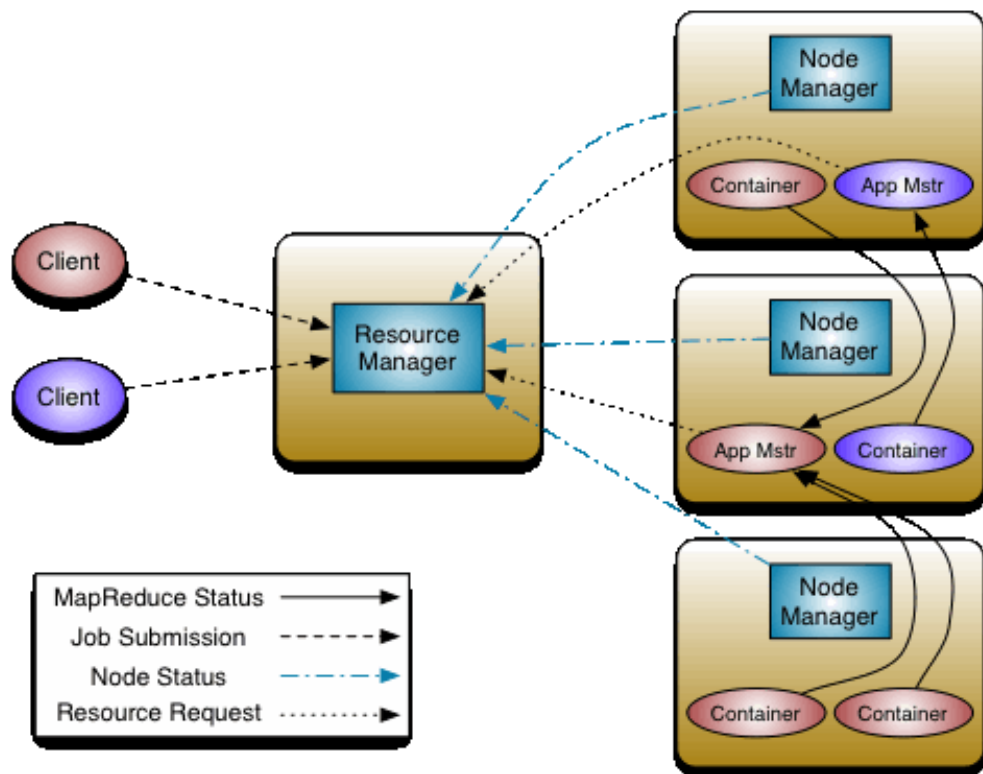
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	<i>Принцип роботи MapReduce</i>	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 1

# Архітектура Apache Hadoop HDFS



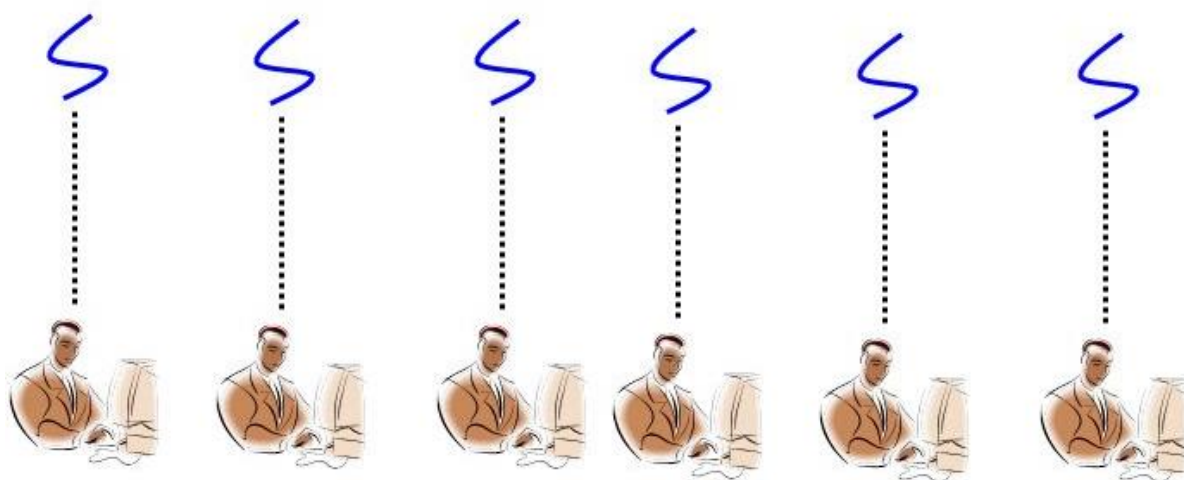
Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Архітектура Apache Hadoop	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 2

## Архітектура Apache Hadoop YARN



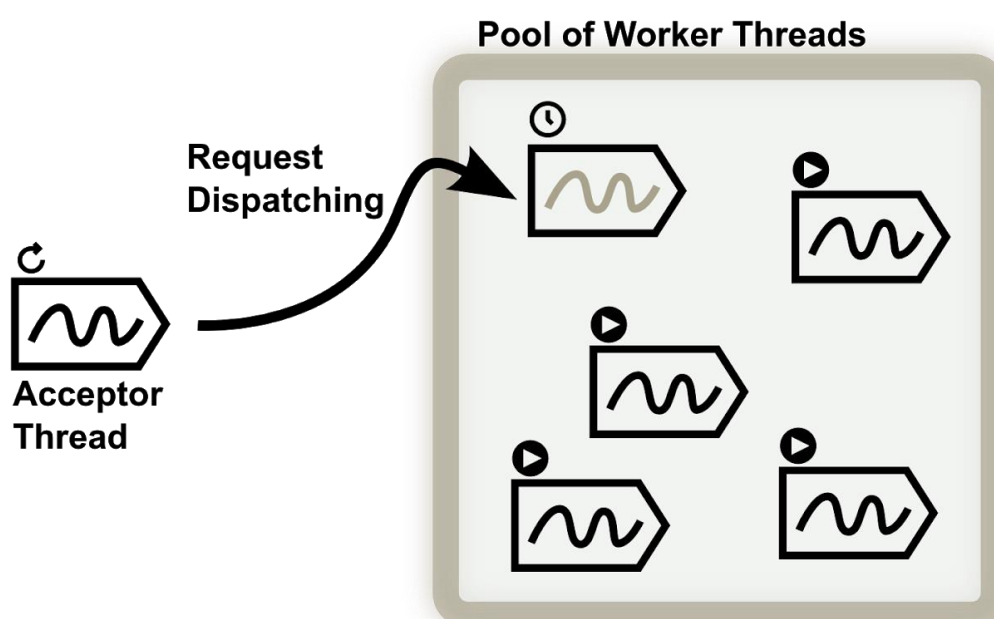
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Архітектура Apache Hadoop	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 2

## Архітектура типу «1 потік – 1 запит»



Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Огляд моделі «потік на запит»	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРм-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 4

## Модель обробки клієнтських запитів, побудована на основі пулу потоків



Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Огляд моделі «потік на запит»	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 4

## Модель пулу потоків

Task Queue



Thread Pool

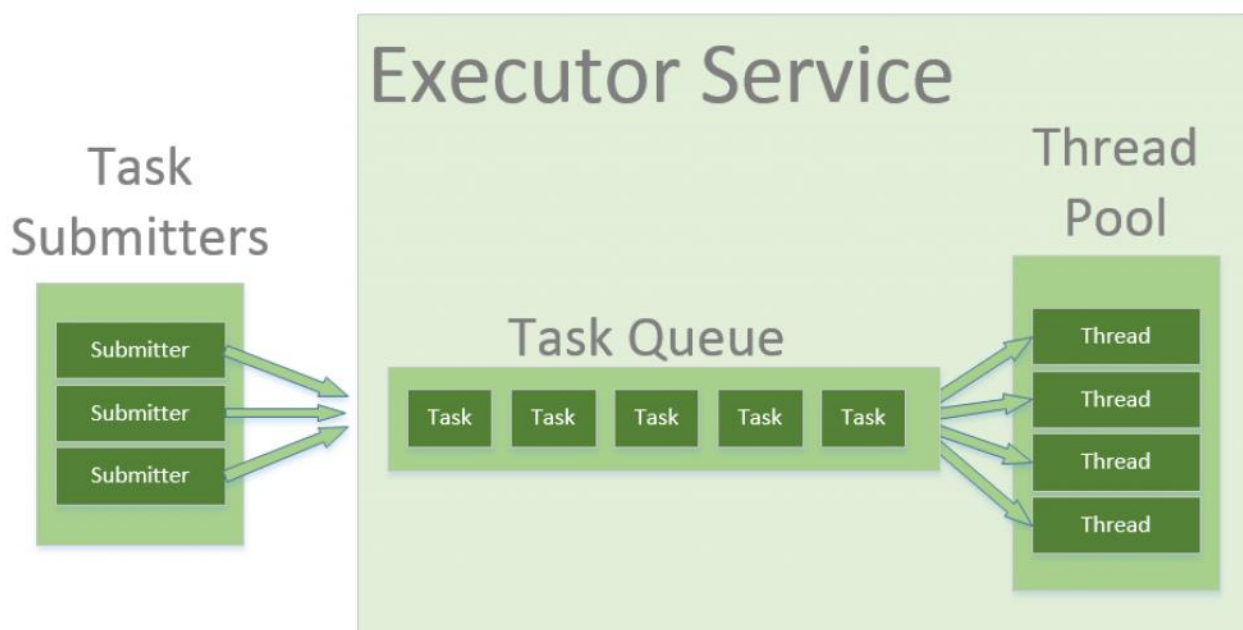


Completed Tasks



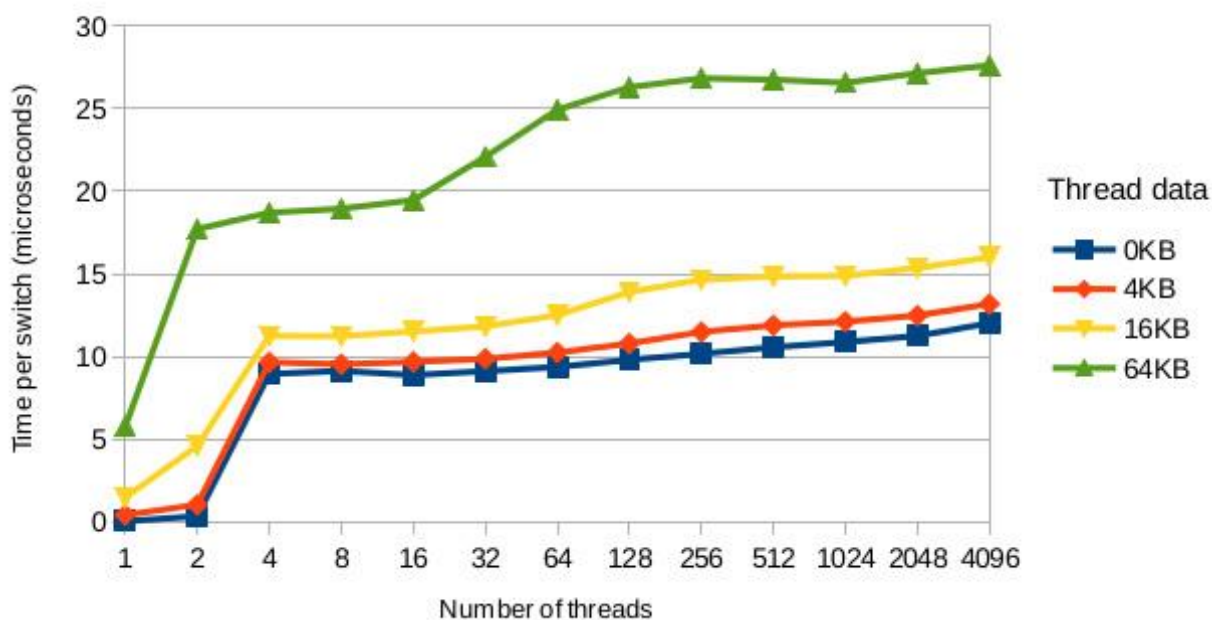
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Огляд моделі «потік на запит»	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 4

## Модель реалізації пула потоків в Java



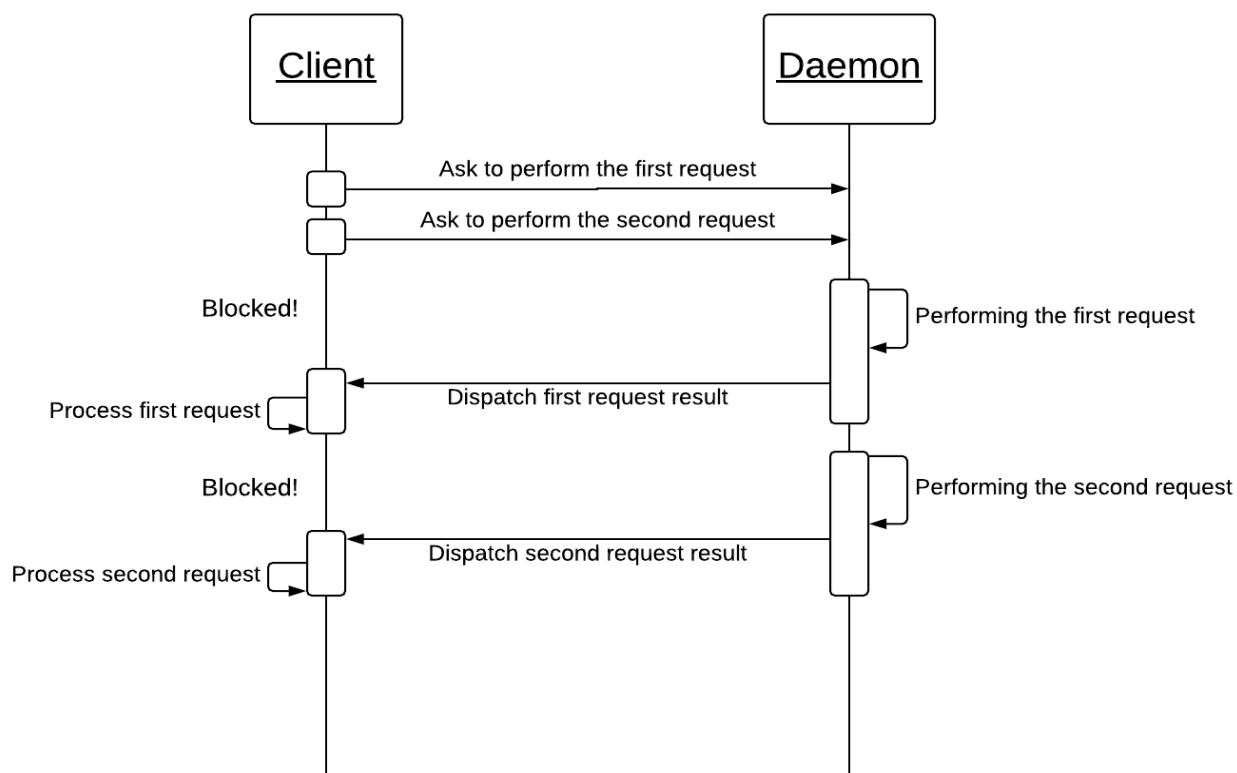
Розроб.	Люнін А.В.		12.12	Огляд моделі «потік на запит»	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 4
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 4

Кореляція між кількістю потоків у системі, часом на зміну активного потоку та даними, що зберігає кожен потік



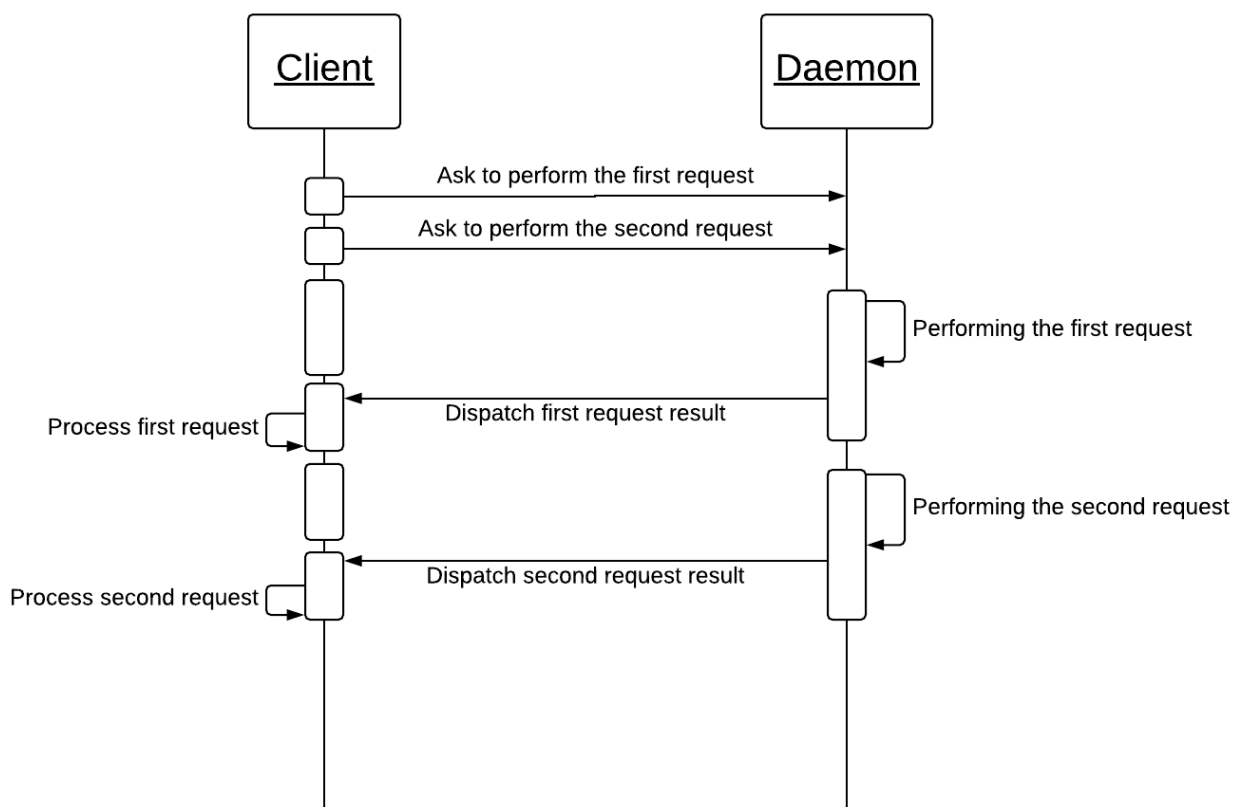
Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Кореляція між кількістю потоків, часом на зміну активного потоку та даними, що зберігає кожен потік	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 1

## Графічне відображення синхронної моделі виконання



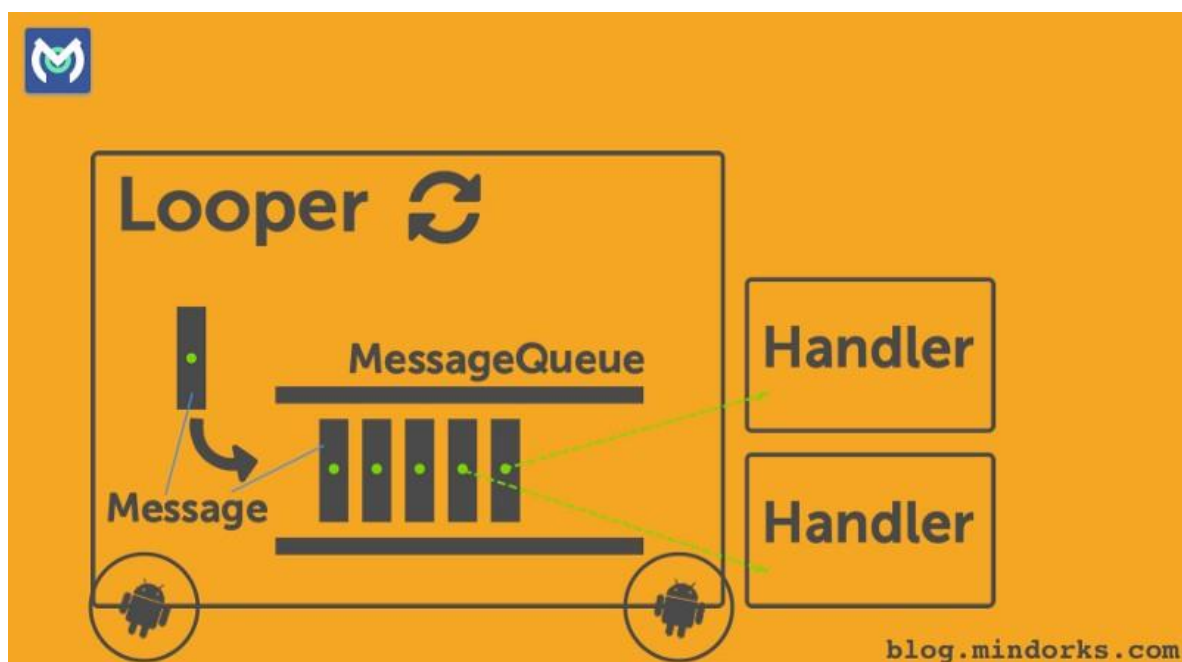
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Графічне відображення асинхронної моделі виконання	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

## Графічне відображення асинхронної моделі виконання



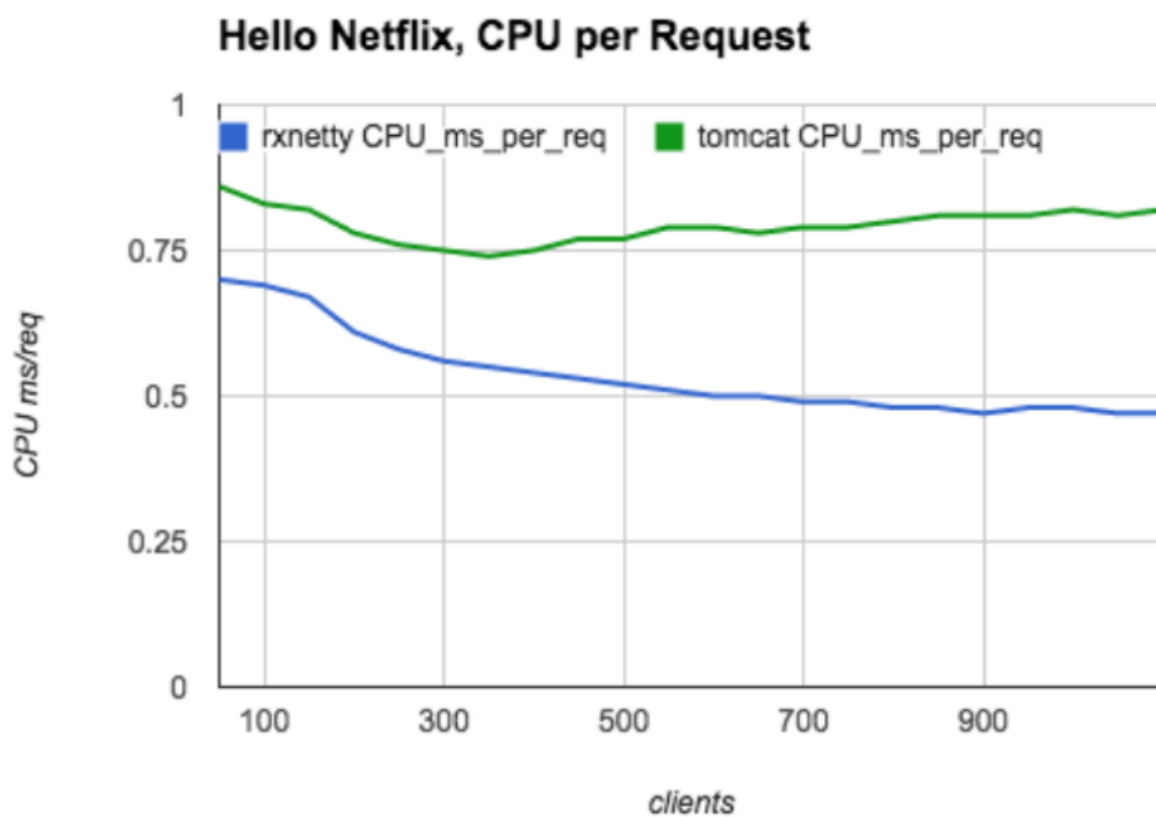
Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Графічне відображення асинхронної моделі виконання	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

## Реалізація циклу подій у платформі Android



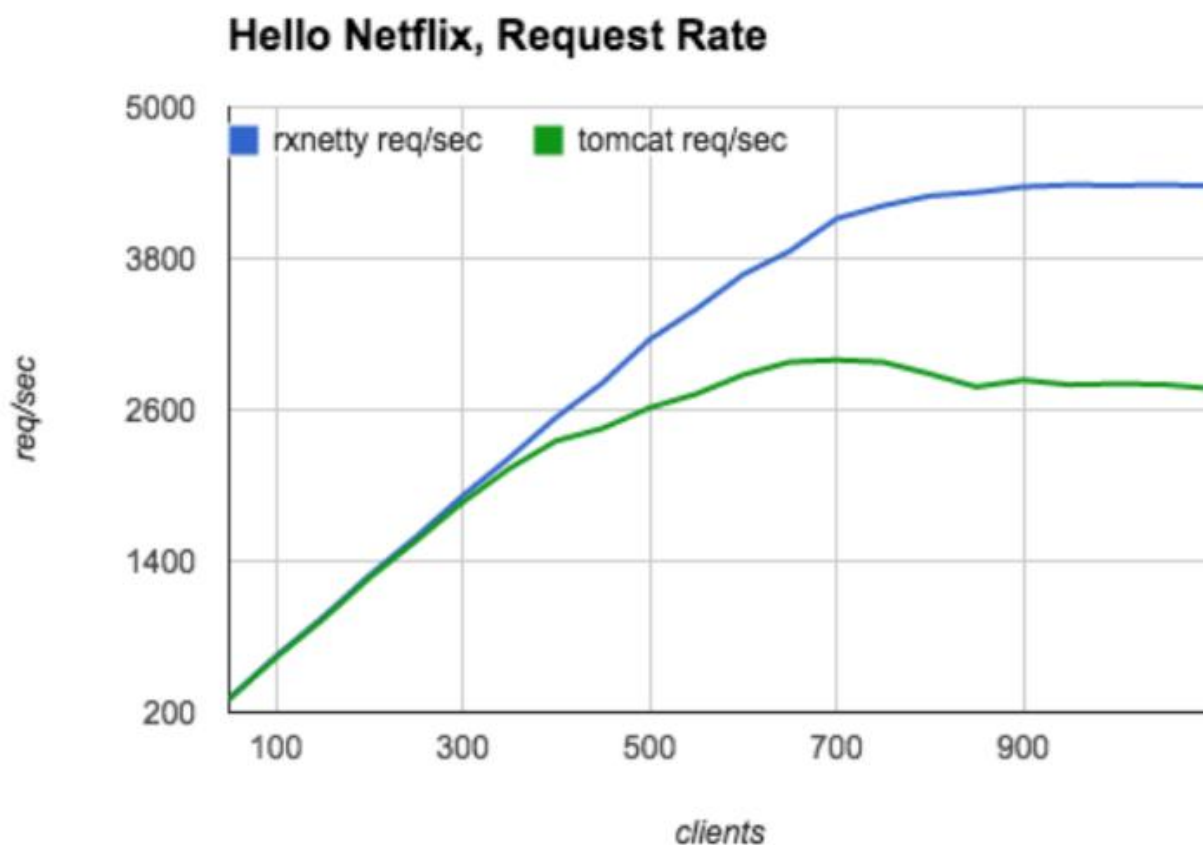
Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Графічне відображення асинхронної моделі виконання	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРм-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

## Порівняння використовуваних ресурсів CPU для обробки запиту Tomcat та Netty



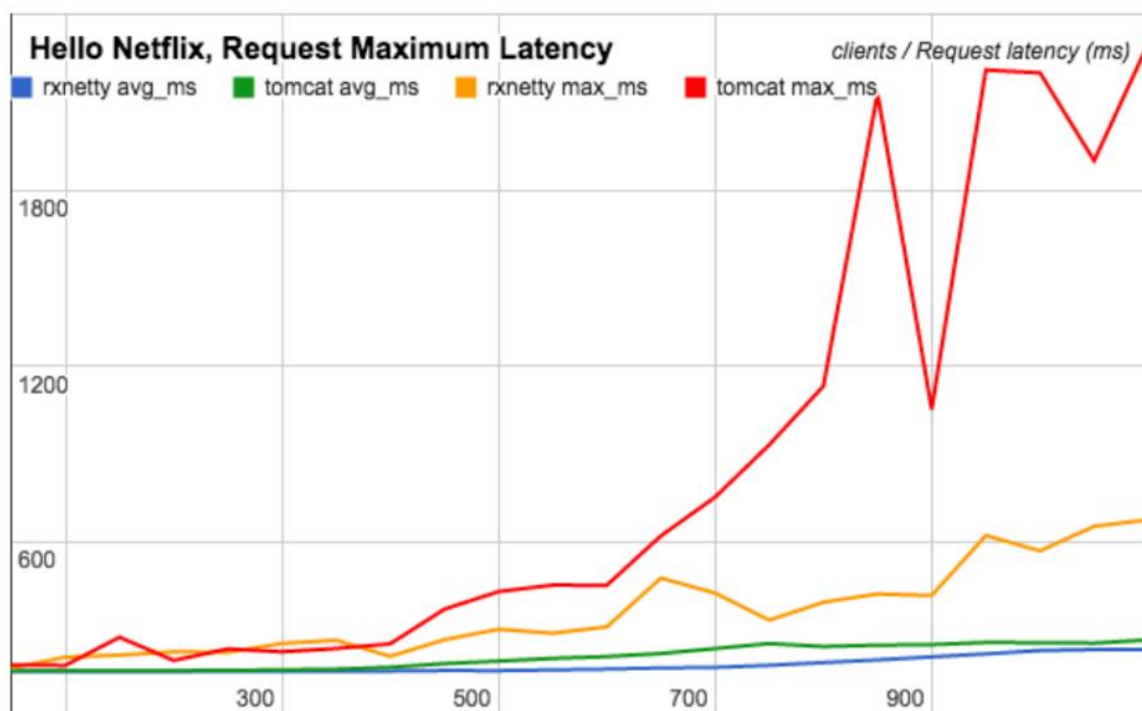
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Порівняння Tomcat та Netty	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

## Порівняння темпу прийому запитів в Tomcat та Netty



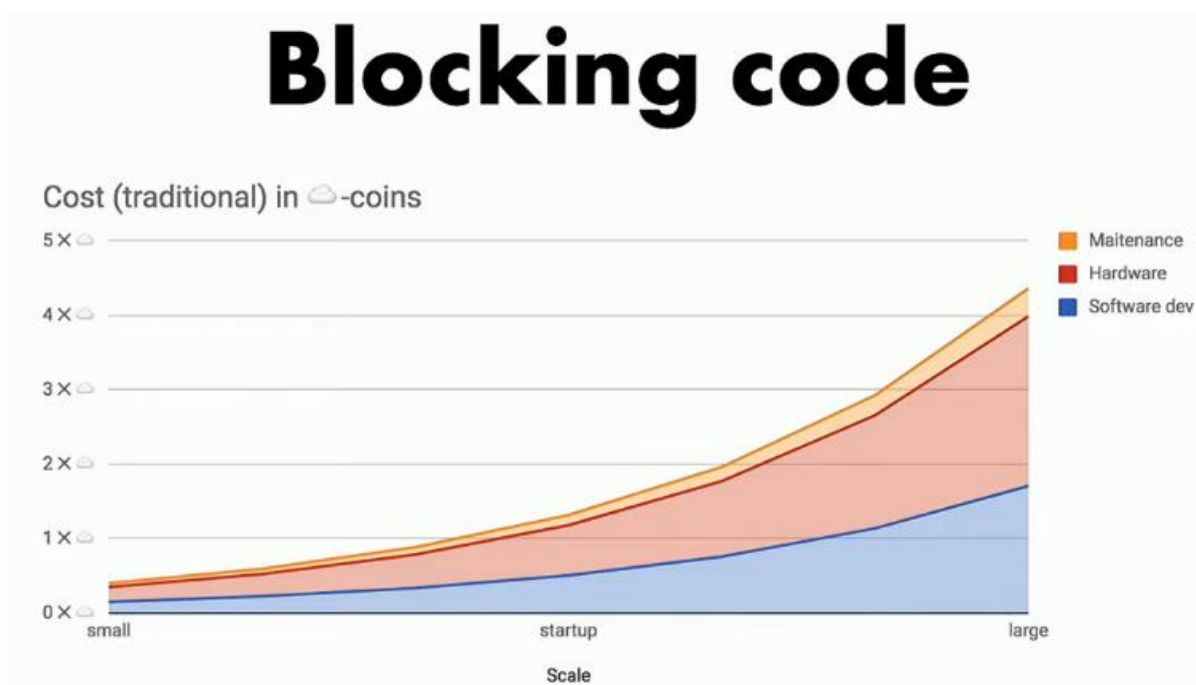
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Порівняння Tomcat та Netty	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

## Порівняльна характеристика максимальної затримки обробки запитів у Tomcat та Netty



Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Порівняння Tomcat та Netty	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРм-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

Відносна характеристика витрачаємих на реалізацію та підтримку проекту з блокуючою моделлю коштів

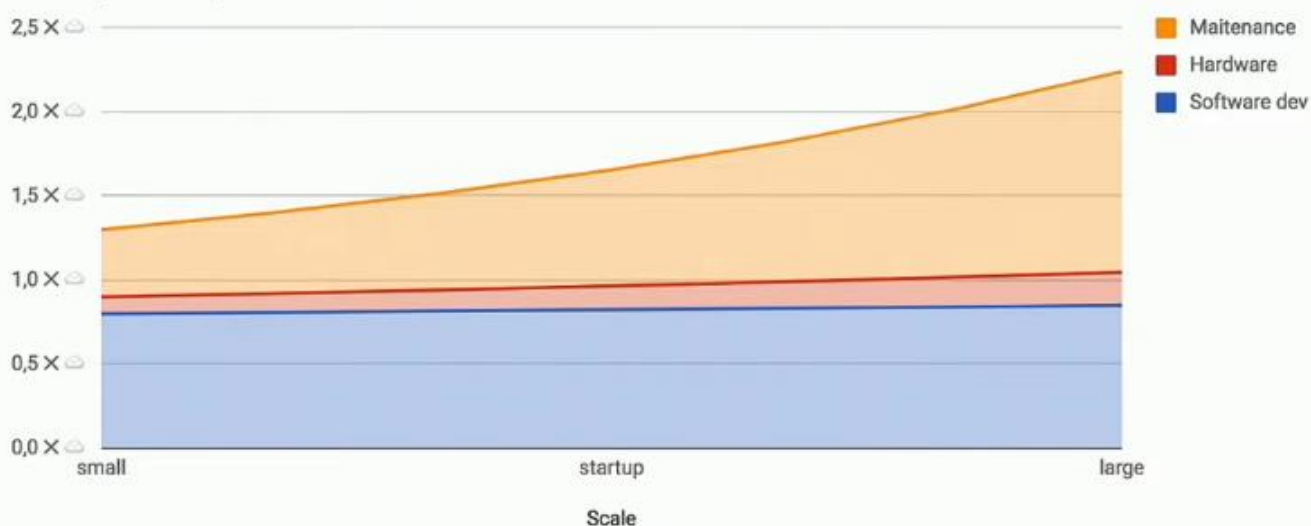


Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Обґрунтування рентабельності реактивної моделі	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРм-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

Відносна характеристика витрачаємих на реалізацію та підтримку проекту з реактивною моделлю коштів

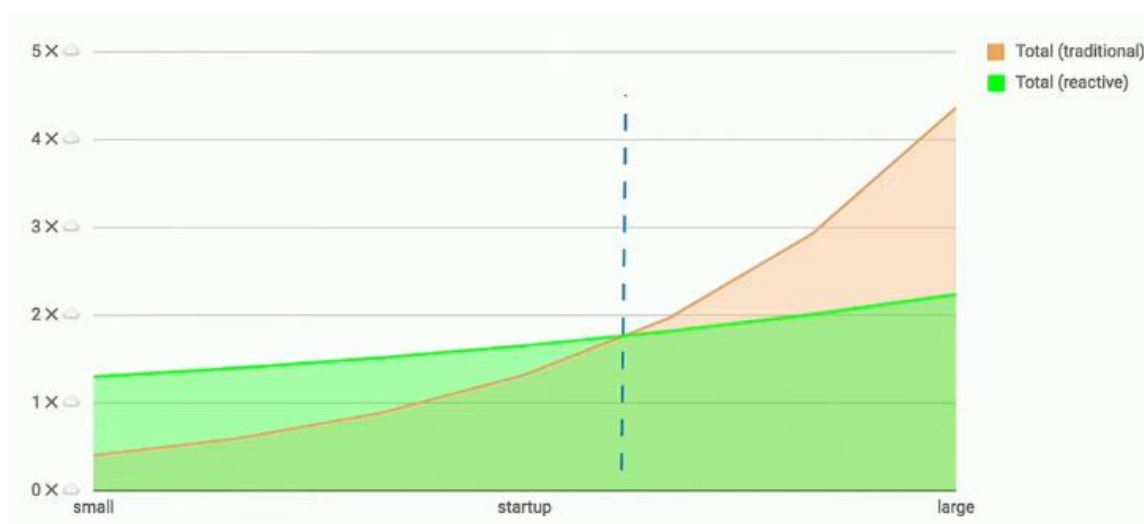
# Reactive code

Cost (reactive) in ☁-coins



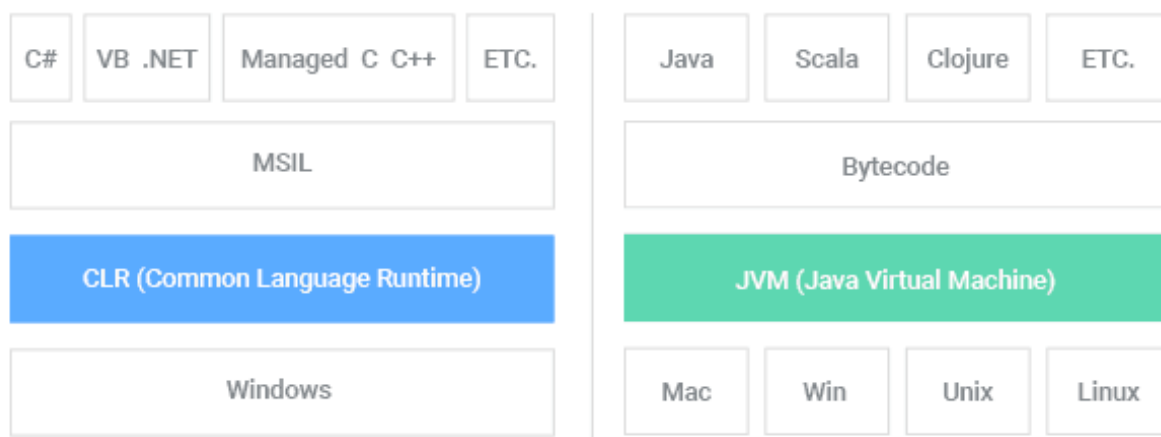
Розроб.	Люнін А.В.		12.12	Обґрунтування рентабельності реактивної моделі	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

## Порівняльна характеристика бюджету проекту в залежності від розміру та вибраного методу



Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Обґрунтування рентабельності реактивної моделі	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 3

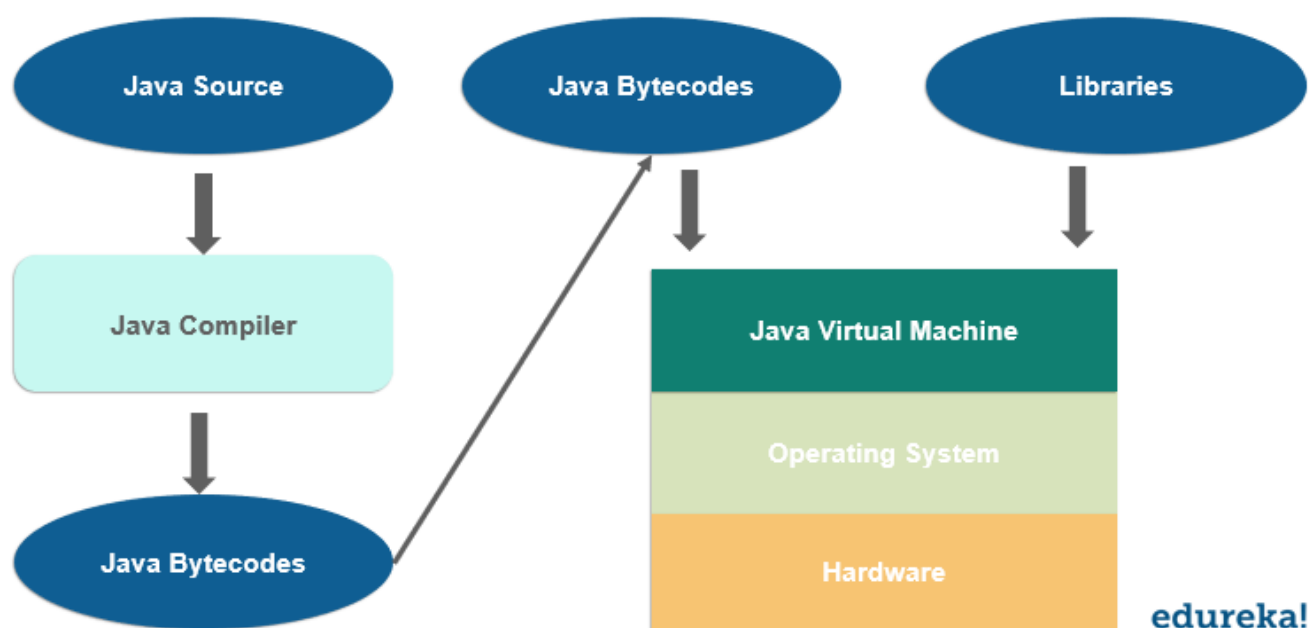
## Порівняння високорівневих архітектур CLR та JVM



OverOps

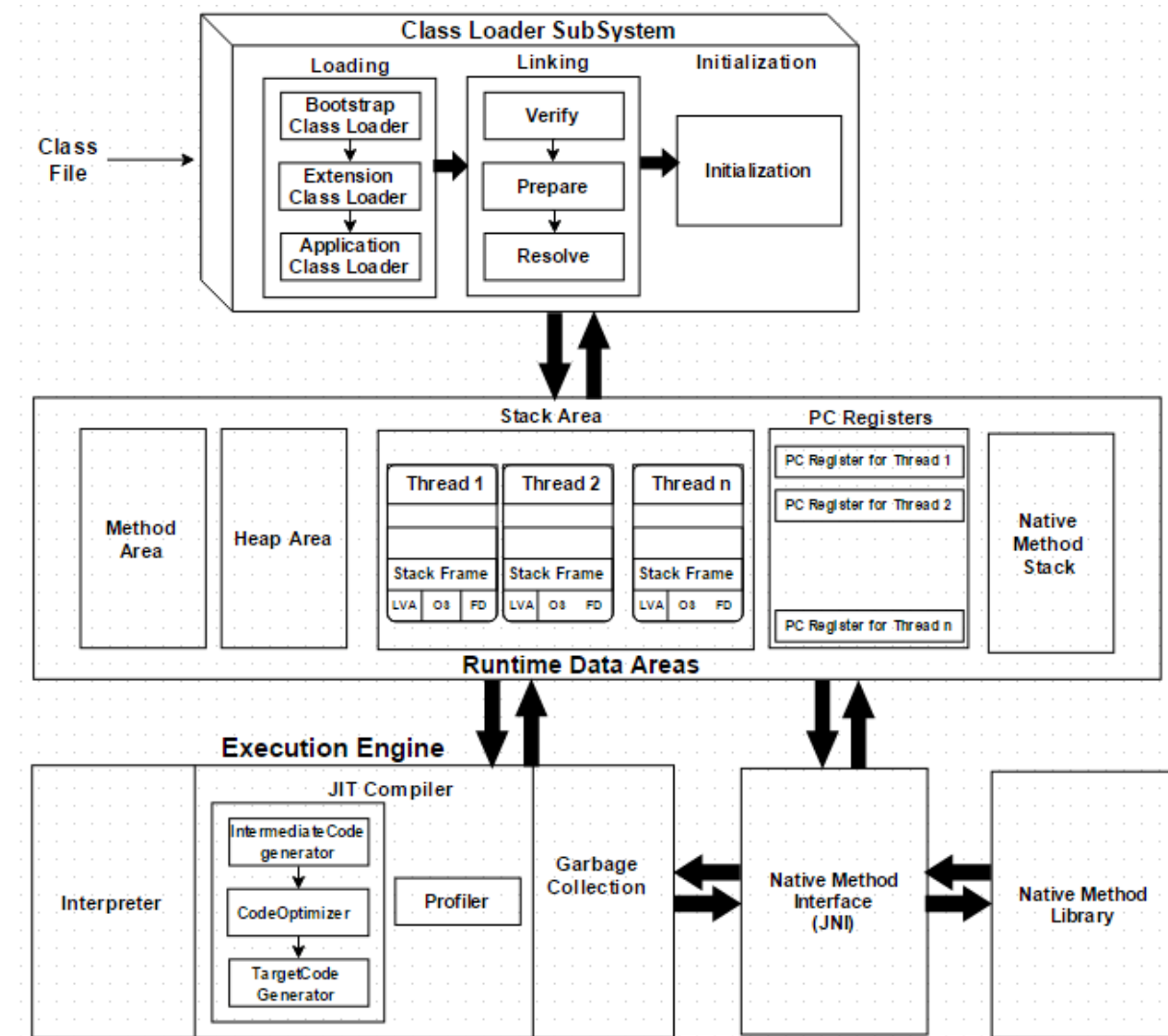
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Порівняння високорівневих архітектур CLR та JVM	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 1

## Компіляція та інтерпретація коду в JVM



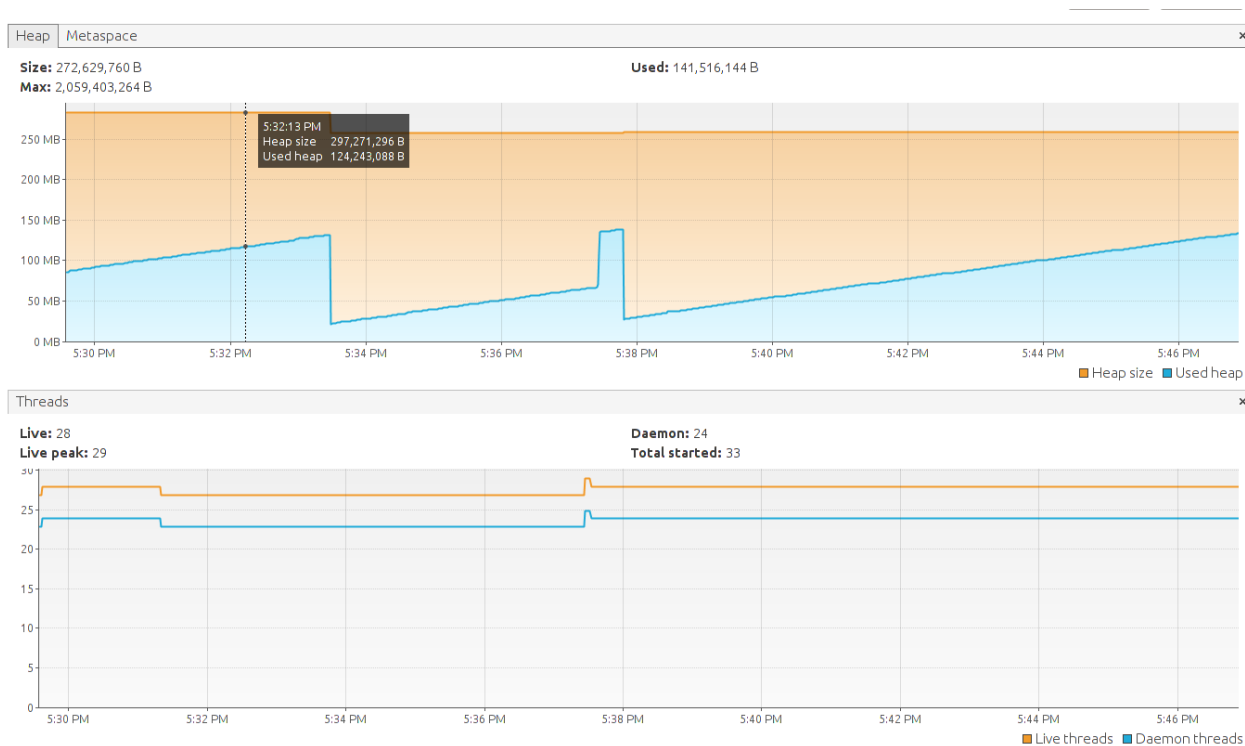
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Огляд JVM	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 2

# Архітектура JVM



Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Огляд JVM	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 2

## Стан веб-сервісу з пулом потоків після ініціалізації зі збірником сміття Parallel



Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів зі синхронною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан потоків виконання веб-сервісу з пулом потоків зі збірником сміття Parallel



Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів зі синхронною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан веб-сервісу з пулом потоків після виконання двох тисяч одночасних запитів з паралельним збірником сміття

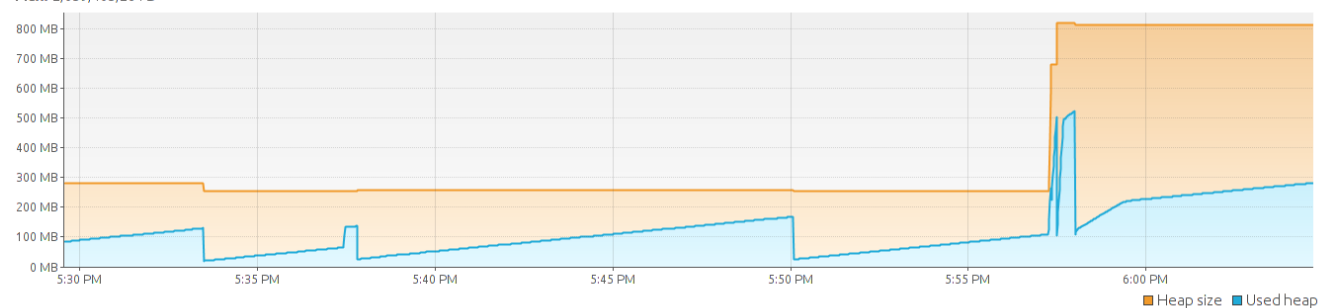
Uptime: 36 min 49 sec

Perform GC Heap Dump

Heap Metaspace

Size: 853,540,864 B  
Max: 2,059,403,264 B

Used: 299,378,240 B



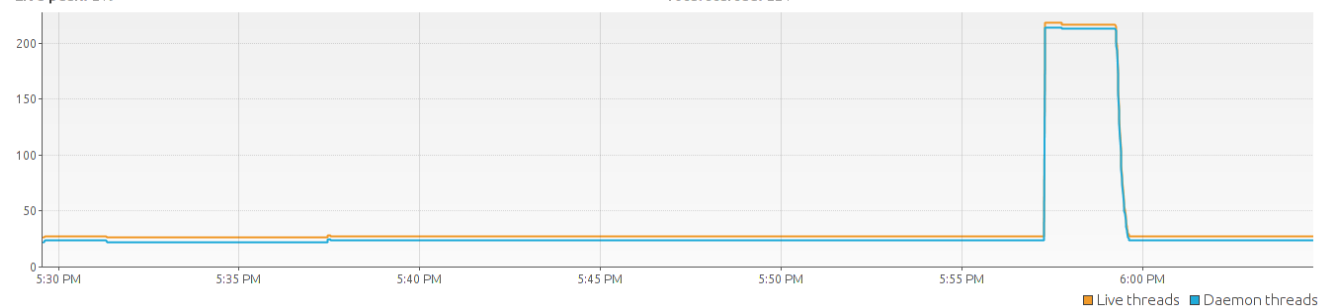
Threads

Live: 28

Live peak: 219

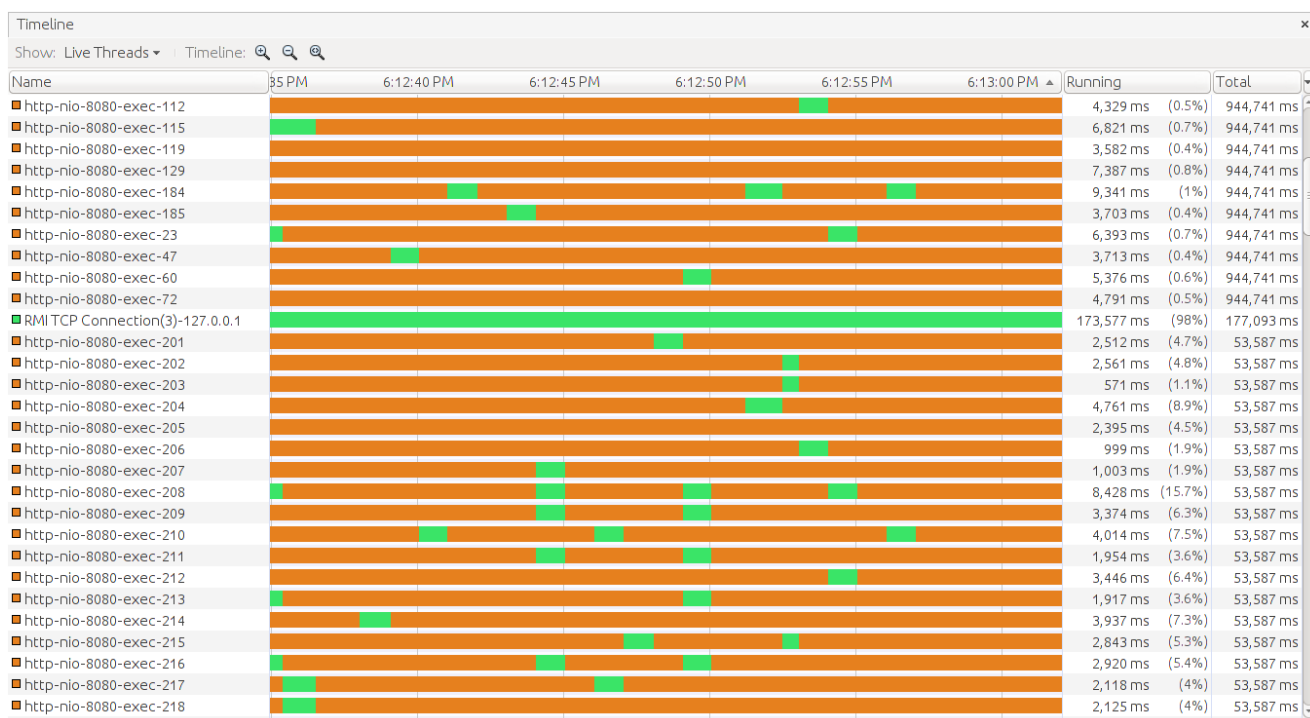
Daemon: 24

Total started: 224



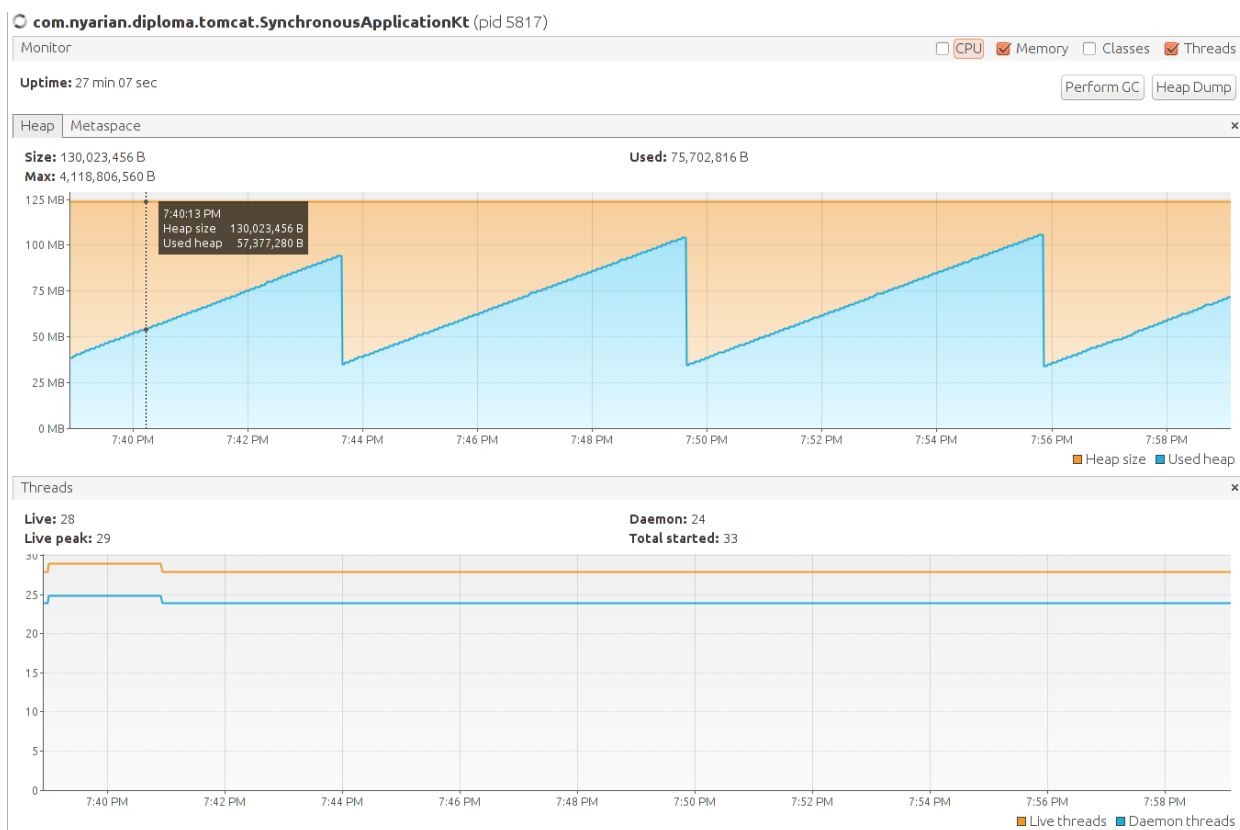
Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів зі синхронною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан потоків веб-сервісу з пулом потоків на момент виконання двох тисяч одночасних запитів з паралельним збірником сміття



Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів зі синхронною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРм-18-1	Лист 4
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан веб-сервісу з пулом потоків після ініціалізації зі збірником сміття G1



Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів зі синхронною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 5
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Загальний стан веб-сервісу з пулом потоків після виконання двох тисяч запитів з G1

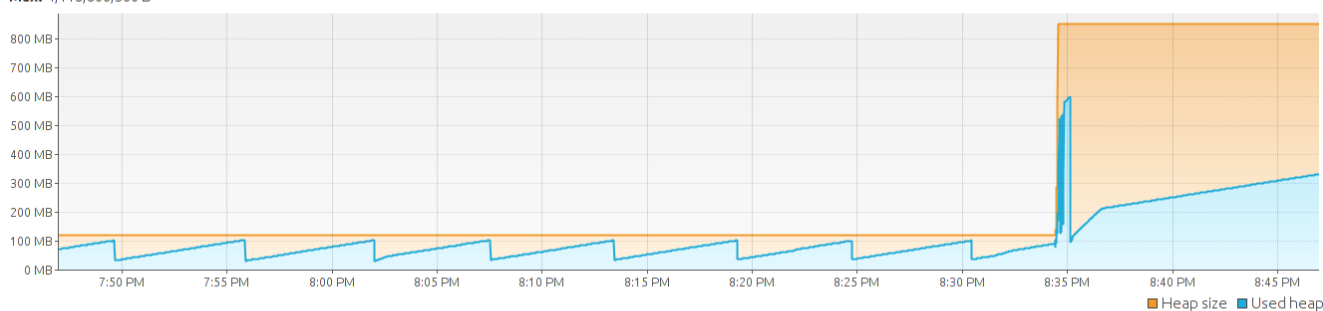
Uptime: 1 hrs 15 min 01 sec

Perform GC Heap Dump

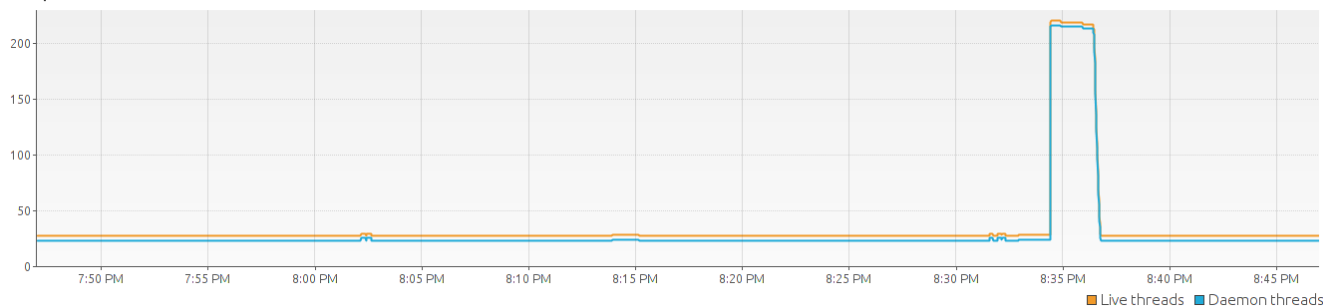
Heap Metaspace

Size: 895,483,936 B  
Max: 4,118,806,560 B

Used: 352,160,480 B

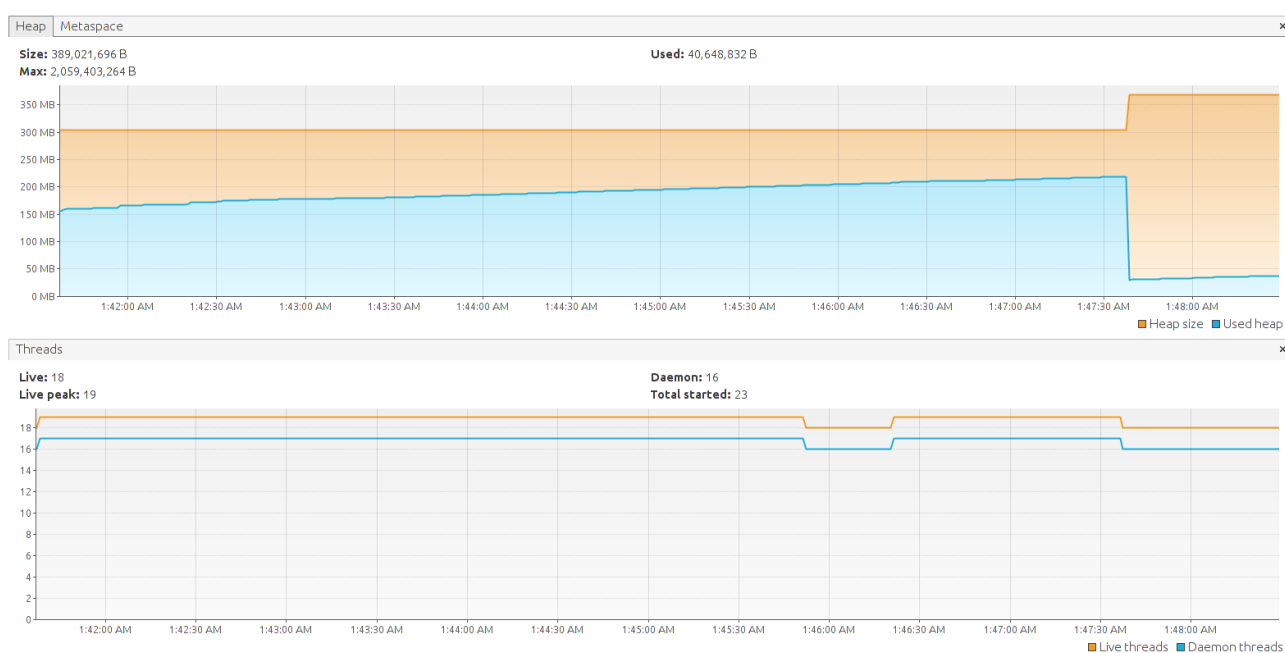


Threads

Live: 28  
Live peak: 221Daemon: 24  
Total started: 240

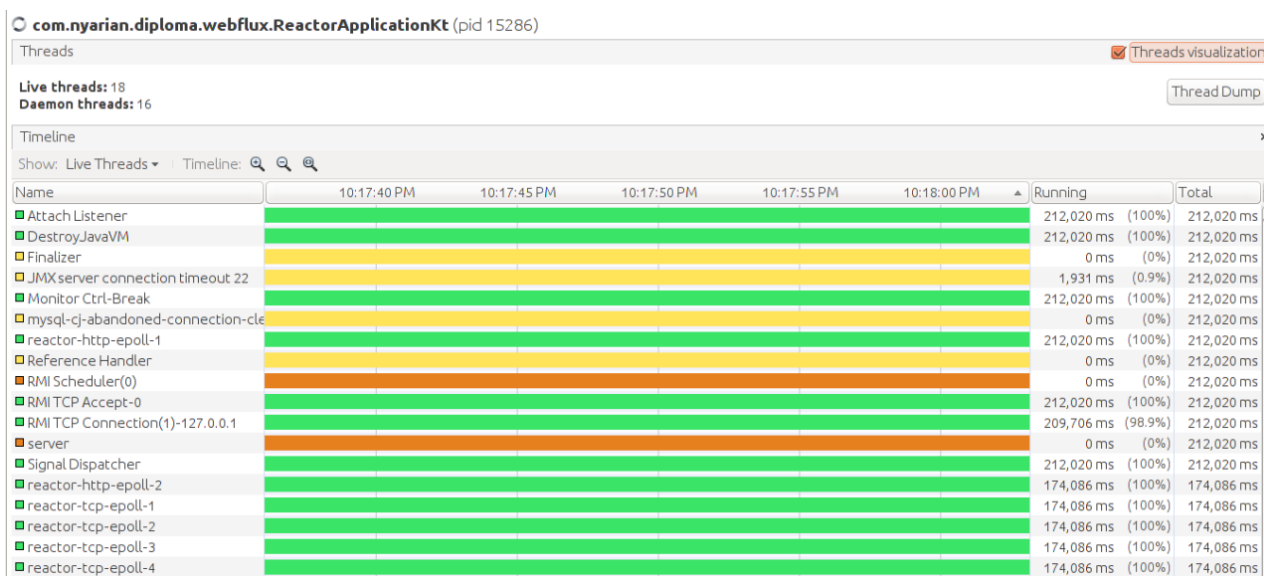
Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів зі синхронною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 6
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан реактивного веб-сервісу після ініціалізації зі збірником сміття Parallel



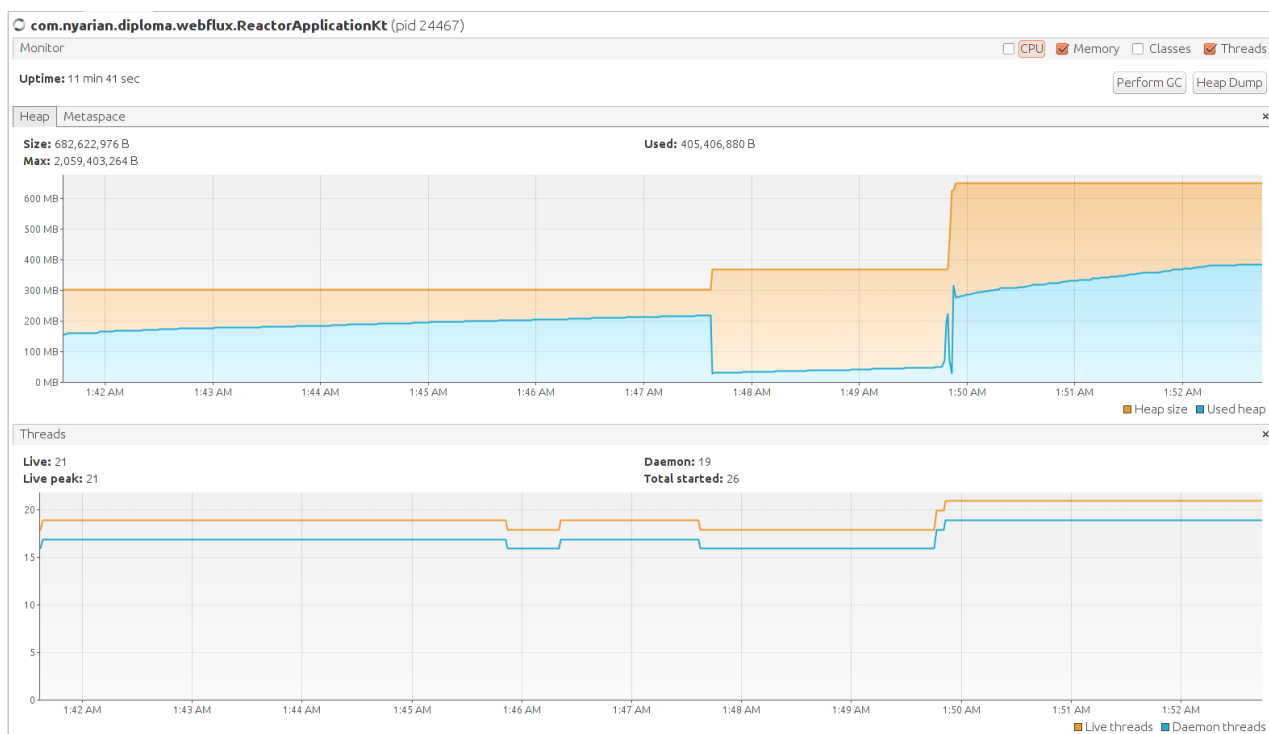
Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів з реактивною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан потоків виконання реактивного веб-сервісу зі збірником сміття Parallel



Розроб.	Люнін А.В.		12.12	Проведення експериментів з реактивною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Загальний стан системи реактивного веб-сервісу зі збірником сміття Parallel після виконання 2000 запитів



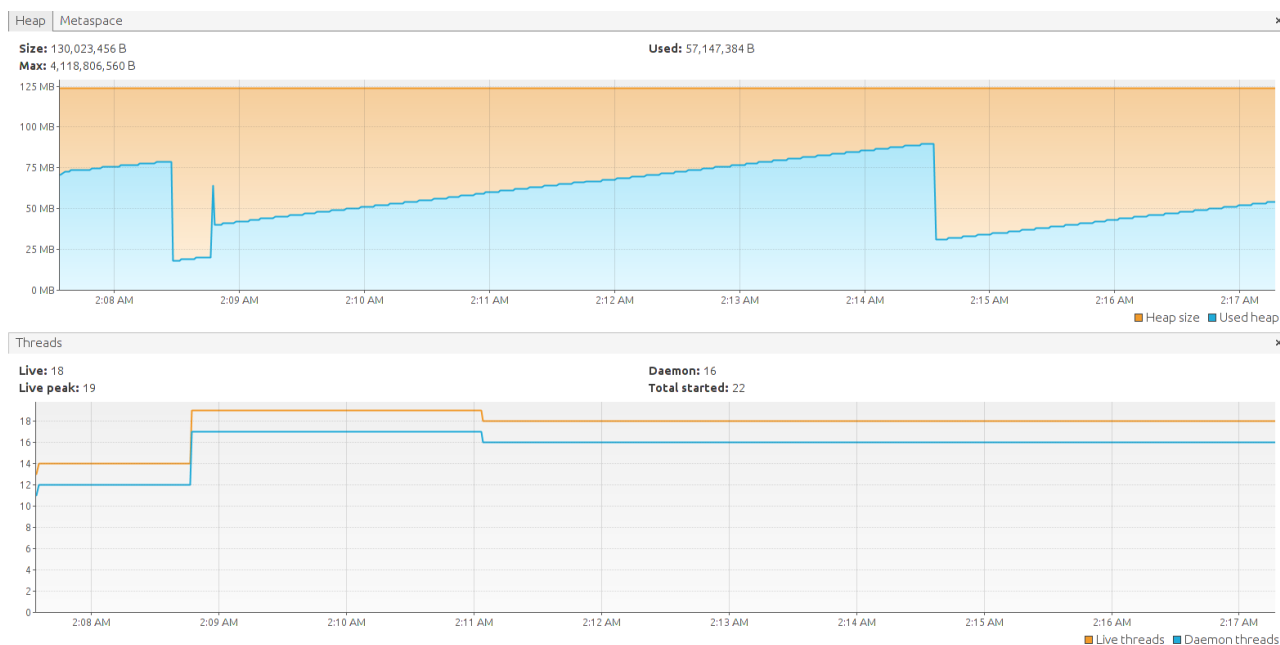
Розроб.	Гюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів з реактивною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан потоків виконання реактивного веб-сервісу зі збірником сміття Parallel на момент виконання 2000 запитів



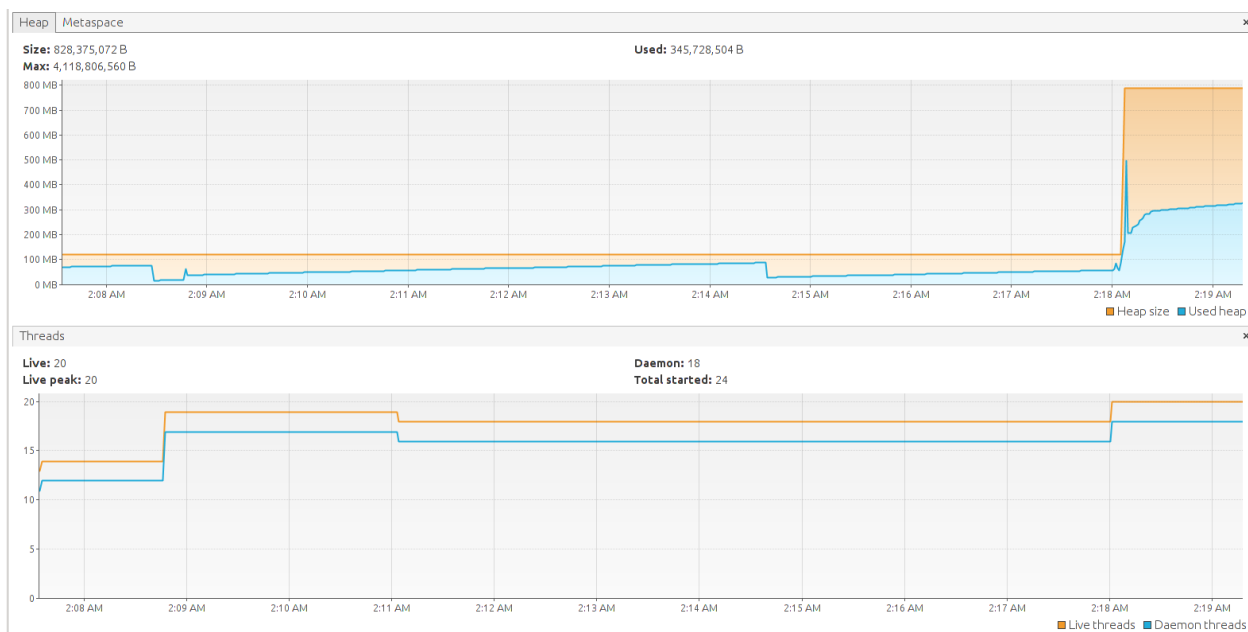
Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів з реактивною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 4
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан реактивного веб-сервісу після ініціалізації зі збірником сміття G1



Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів з реактивною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 5
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Стан реактивного веб-серверу після двох тисяч запитів зі збірником сміття G1

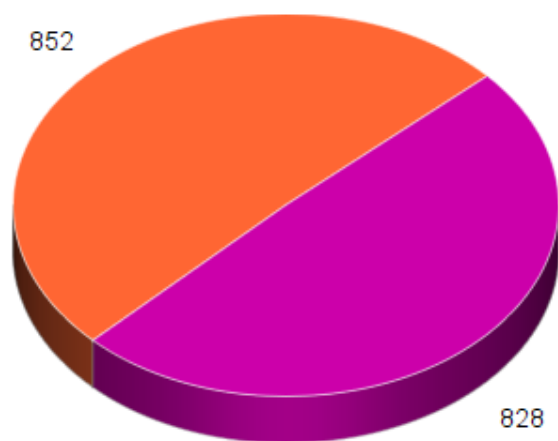


Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Проведення експериментів з реактивною моделлю	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 6
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 6

## Порівняння зарезервованого обсягу купи

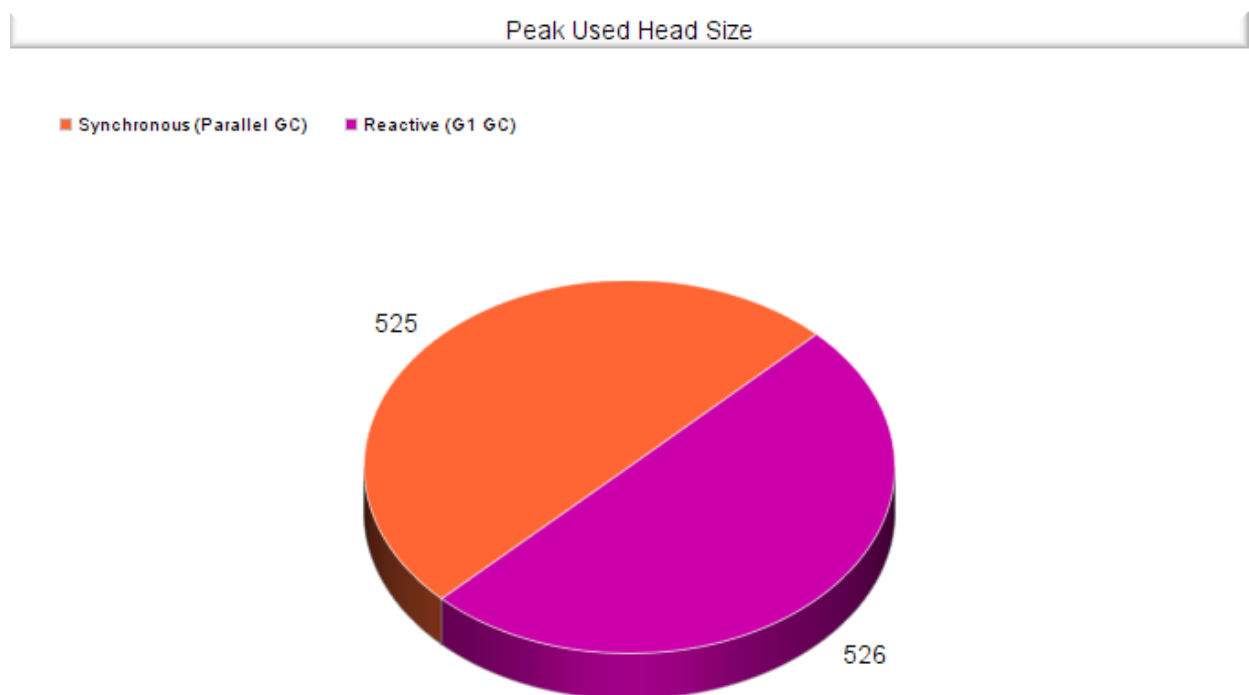
Reserved Head Size

■ Synchronous ■ Reactive



Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Порівняння результатів експериментів з реактивною та синхронною моделями	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 1
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 5

## Порівняння максимально використаного обсягу купи

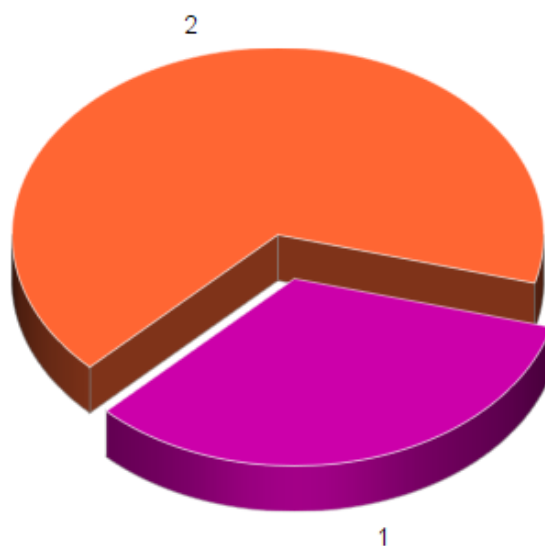


Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Порівняння результатів експериментів з реактивною та синхронною моделями	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРМ-18-1	Лист 2
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 5

## Порівняння кількості збірок мусору при обробці запитів

Garbage Collections During Requests Processing

■ Synchronous (Parallel GC) ■ Reactive (G1 GC)

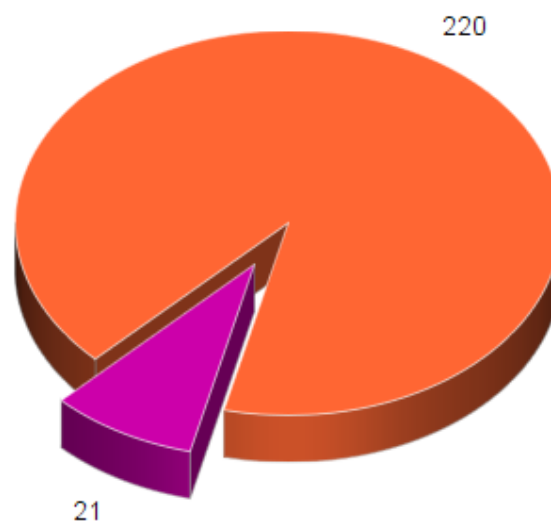


Розроб.	Глюнін А.В.		12.12	Порівняння результатів експериментів з реактивною та синхронною моделями	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРм-18-1	Лист 3
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 5

## Порівняння кількості активних потоків у системі

Live Threads During Requests Processing

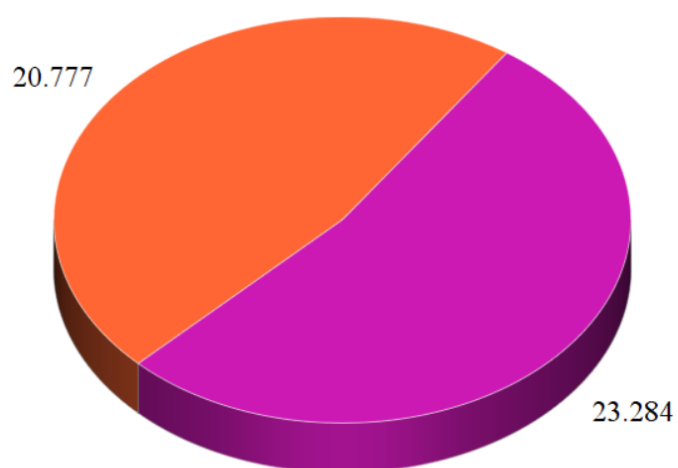
■ Synchronous (Parallel GC) ■ Reactive (G1 GC)



Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Порівняння результатів експериментів з реактивною та синхронною моделями	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРм-18-1	Лист 4
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 5

## Порівняння швидкості обробки двох тисяч запитів

■ Synchronous
 ■ Reactive



Розроб.	Ілюнін А.В.		12.12	Порівняння результатів експериментів з реактивною та синхронною моделями	
Перевір.	Хряпкін О.В.		12.12		
Н. Контр.	Хряпкін О.В.		12.12		
				СПРм-18-1	Лист 5
Затверд.	Гребеннік І.В.		12.12	СТ	Листів 5

Додаток Б

«Текст програми»

ГЮИК.504310.002-01 12 01

Аркушів 8

ЗАТВЕРДЖЕНО

ГЮИК.504310.002-01 12 01

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ У  
ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМАХ

Текст програми

ГЮИК.504310.002-01 12 01

Аркушів   8

Харківський Національний Університет Радіоелектроніки

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Керівник атестаційної роботи,  
доц. Хряпкін О.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДАНИХ У  
ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ СИСТЕМАХ

Текст програми

ЛИСТ ЗАТВЕРДЖЕННЯ

ГЮИК.504310.002-01 12 01

УЗГОДЖЕНО:

РОЗРОБИВ:  
Ст. гр. СПРм-18-1  
Ілюнін А.В.

2019

## ΓΙΟΙΚ. 506900.044 - 01 12 01

## SearchController.kt

```
package com.nyarian.diploma.tomcat

import com.nyarian.diploma.domain.SearchService
import com.nyarian.diploma.web.search.dto.SearchResultDto
import org.springframework.web.bind.annotation.GetMapping
import org.springframework.web.bind.annotation.RequestParam
import org.springframework.web.bind.annotation.RestController

@RestController
class SearchController(private val service: SearchService) {

    @GetMapping("/search")
    fun search(
        @RequestParam("query") query: String,
        @RequestParam("limit", defaultValue = "200") limit: Int
    ) = service.findAll(query, limit).map(::SearchResultDto)
}
```

## SynchronousApplication.kt

```
package com.nyarian.diploma.tomcat

import com.nyarian.diploma.domain.prioritizing.RelevanceDefinitionFactory
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication
import org.springframework.boot.runApplication
import org.springframework.context.annotation.Bean
import org.springframework.context.annotation.ComponentScan

@SpringBootApplication
@ComponentScan("com.nyarian.diploma")
class SynchronousSearchApplication {
    @Bean
    fun factory() = RelevanceDefinitionFactory()
}

fun main() {
    runApplication<SynchronousSearchApplication>()
}
```

## SearchService.kt

```
package com.nyarian.diploma.domain

import com.nyarian.diploma.domain.prioritizing.RelevanceDefinitionFactory
import org.springframework.stereotype.Service

@Service
class SearchService(private val repository: SearchRepository, private val
factory: RelevanceDefinitionFactory) {
```

## ΓΙΟΙΚ. 506900.044 - 01 12 01

```

    fun findAll(query: String, limit: Int) =
        repository.findAll(query, limit).run {
sortedWith(factory.create(query)) }
}

```

## SearchService.kt

```

package com.nyarian.diploma.persistence

import com.nyarian.diploma.domain.SearchRepository
import com.nyarian.diploma.domain.SearchResult
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_DISPLAY_LINK
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_LINK
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_RANK
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_SNIPPET
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_TITLE
import
com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_TOTAL_RESULTS
import org.springframework.jdbc.core.JdbcOperations
import org.springframework.jdbc.core.RowMapper
import org.springframework.stereotype.Repository
import java.sql.ResultSet

@Repository
class JdbcSearchRepository(private val jdbc: JdbcOperations) :
    SearchRepository {
    override fun findAll(query: String, limit: Int): List<SearchResult> {
        val escapedQuery = query
            .replace("!", "!!")
            .replace("%", "!%")
            .replace("_", "!_")
            .replace("[", "![")
        return jdbc.query(
            """
                SELECT `rank`, `title`, `snippet`, `display_link`, `link`,
`total_results`
                FROM search
                WHERE LOWER(search.title) LIKE ? ESCAPE '!' OR
LOWER(search.snippet) LIKE ? ESCAPE '!'
                LIMIT ?
            """.trimIndent(),
            SearchResultRowMapper,
            "%$escapedQuery%",
            "%$escapedQuery%",
            limit
        )
    }

    private object SearchResultRowMapper : RowMapper<SearchResult> {
        override fun mapRow(rs: ResultSet, rowNum: Int): SearchResult? {

```

## ΓΙΟΙΚ. 506900.044 - 01 12 01

```

        with(rs) {
            return SearchResult(
                getInt(COLUMN_RANK),
                getString(COLUMN_TITLE),
                getString(COLUMN_SNIPPET),
                getString(COLUMN_DISPLAY_LINK),
                getString(COLUMN_LINK),
                getLong(COLUMN_TOTAL_RESULTS)
            )
        }
    }
}

```

## ReactorApplication.kt

```

package com.nyarian.diploma.webflux

import com.nyarian.diploma.domain.prioritizing.RelevanceDefinitionFactory
import io.r2dbc.pool.ConnectionPool
import io.r2dbc.pool.ConnectionPoolConfiguration
import io.r2dbc.spi.ConnectionFactories
import io.r2dbc.spi.ConnectionFactory
import io.r2dbc.spi.ConnectionFactoryOptions.*
import org.springframework.boot.autoconfigure.SpringBootApplication
import org.springframework.boot.runApplication
import org.springframework.context.annotation.Bean
import org.springframework.context.annotation.ComponentScan
import org.springframework.web.reactive.function.server.HandlerFunction
import
org.springframework.web.reactive.function.server.RequestPredicates.GET
import org.springframework.web.reactive.function.server.RouterFunction
import
org.springframework.web.reactive.function.server.RouterFunctions.route
import org.springframework.web.reactive.function.server.ServerResponse

@SpringBootApplication
@ComponentScan("com.nyarian.diploma")
class ReactorApplication {

    @Bean
    fun connectionFactory(): ConnectionFactory = ConnectionFactories.get(
        builder()
            .option(DRIVER, "mysql")
            .option(HOST, "127.0.0.1")
            .option(USER, "root")
            .option(PASSWORD, "root")
            .option(DATABASE, "diploma")
            .build()
    ).run {
        ConnectionPoolConfiguration.builder(this)
            .maxSize(20)
            .build()
    }
}

```

## ΓΙΟΙΚ. 506900.044 - 01 12 01

```

    }.run (::ConnectionPool)

    @Bean
    fun searchRoute(handler: SearchHandler): RouterFunction<ServerResponse>
    =
        route(GET("search"), HandlerFunction(handler::search))

    @Bean
    fun relevanceDefinitionFactory() = RelevanceDefinitionFactory()
}

fun main() {
    runApplication<ReactorApplication>()
}

```

**SearchHandler.kt**

```

package com.nyarian.diploma.webflux

import com.nyarian.diploma.domain.RxSearchService
import org.springframework.http.MediaType
import org.springframework.stereotype.Component
import org.springframework.web.reactive.function.BodyInserters.fromValue
import org.springframework.web.reactive.function.server.ServerRequest
import org.springframework.web.reactive.function.server.ServerResponse
import reactor.core.publisher.Mono

@Component
class SearchHandler(private val service: RxSearchService) {

    fun search(request: ServerRequest): Mono<ServerResponse> {
        return Mono.create<Pair<String, Int>> {
            val queryParams = request.queryParam("query")
            if (queryParams.isPresent) {
                it.success(Pair(queryParams.get(),
request.queryParam("limit").orElse("200").toInt()))
            } else {
                it.error(IllegalArgumentException())
            }
        }.flatMap { args: Pair<String, Int> -> service.findAll(args.first,
args.second) }
        .flatMap { results ->
ServerResponse.ok().contentType(MediaType.APPLICATION_JSON).body(fromValue(r
esults)) }
        .onErrorResume { ServerResponse.badRequest().body(fromValue(it))
    }
}
}

```

**RxSearchService.kt**

## ΓΙΟΙΚ. 506900.044 - 01 12 01

```

package com.nyarian.diploma.domain

import com.nyarian.diploma.domain.prioritizing.RelevanceDefinitionFactory
import org.springframework.stereotype.Service
import reactor.core.publisher.Mono

@Service
class RxSearchService(private val repository: RxSearchRepository, private
val factory: RelevanceDefinitionFactory) {

    fun findAll(query: String, limit: Int): Mono<List<SearchResult>> =
        repository.findAll(query, limit).map {
it?.sortedWith(factory.create(query)) ?: emptyList() }

}

                                RxSearchRepository.kt

package com.nyarian.diploma.persistence

import com.nyarian.diploma.domain.RxSearchRepository
import com.nyarian.diploma.domain.SearchResult
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_DISPLAY_LINK
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_LINK
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_RANK
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_SNIPPET
import com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_TITLE
import
com.nyarian.diploma.persistence.SearchResultTable.COLUMN_TOTAL_RESULTS
import io.r2dbc.spi.Connection
import io.r2dbc.spi.ConnectionFactory
import io.r2dbc.spi.Row
import io.r2dbc.spi.Statement
import org.springframework.stereotype.Repository
import reactor.core.publisher.Flux
import reactor.core.publisher.Mono

@Repository
class RxJdbcSearchRepository(private val factory: ConnectionFactory) :
RxSearchRepository {

    override fun findAll(query: String, limit: Int):
Mono<List<SearchResult>> {
        return Mono.from(factory.create())
            .flatMap { connection: Connection ->
                Mono.from(createStatement(connection, query,
limit).execute())
                    .flatMapMany { result -> Flux.from(result.map { row:
Row, _ -> mapResult(row) }) }
                    .collectList()
                    .flatMap {
Mono.from(connection.close()).then(Mono.just(it)) }
            }
}

```

## ΓΙΟΙΚ. 506900.044 - 01 12 01

```

    }

    private fun createStatement(
        connection: Connection,
        query: String,
        limit: Int
    ): Statement {
        val escapedQuery = escape(query)
        return connection.createStatement(QUERY)
            .bind(0, "%$escapedQuery%")
            .bind(1, "%$escapedQuery%")
            .bind(2, limit)
    }

    private fun mapResult(row: Row): SearchResult {
        return SearchResult(
            row.get(COLUMN_RANK, Int::class.java)!!,
            row.get(COLUMN_TITLE, String::class.java)!!,
            row.get(COLUMN_SNIPPET, String::class.java)!!,
            row.get(COLUMN_DISPLAY_LINK, String::class.java)!!,
            row.get(COLUMN_LINK, String::class.java)!!,
            row.get(COLUMN_TOTAL_RESULTS, Long::class.java)!!
        )
    }

    private fun escape(query: String): String {
        return query
            .replace("!", "!!")
            .replace("%", "!%")
            .replace("_", "!_")
            .replace("[", "![")
    }

    companion object {
        private const val QUERY = """
SELECT `rank`, `title`, `snippet`, `display_link`, `link`, `total_results`
FROM search
WHERE LOWER(search.title) LIKE ? ESCAPE '!' OR LOWER(search.snippet) LIKE ?
ESCAPE '!'
LIMIT ?
        """
    }
}

```

## SearchResult.kt

```

package com.nyarian.diploma.domain

data class SearchResult(
    val rank: Int,
    val title: String,
    val snippet: String,

```

## ΓΙΟΙΚ. 506900.044 - 01 12 01

```

val displayLink: String,
val link: String,
val totalResults: Long
)

                                OccurrenceCountComparator.kt

package com.nyarian.diploma.domain.prioritizing

import com.nyarian.diploma.domain.SearchResult

class OccurrenceCountComparator(private val value: String) :
RelevanceDefinitionStrategy {

    override fun compare(left: SearchResult, right: SearchResult) =
        left.occurrencesOf(value).compareTo(right.occurrencesOf(value))

    private val SearchResult.allText get() =
"$${this.snippet}\n$${this.title}"

    private fun SearchResult.occurrencesOf(value: String) = MatchCount(
        this.allText,
        value
    ).value

    private class MatchCount(private val origin: String, private val
subsequence: String) {
        val value: Int by lazy {
            if (origin.isEmpty() || subsequence.isEmpty()) {
                return@lazy 0
            }
            var count = 0
            var idx = 0
            while (origin.indexOf(subsequence, idx).also { idx = it } != -1)
{
                count++
                idx += subsequence.length
            }
            return@lazy count
        }
    }
}

                                RelationScheme.kt

package com.nyarian.diploma.persistence

object SearchResultTable {
    const val COLUMN_RANK = "rank"
    const val COLUMN_TITLE = "title"
}

```

## ΓΙΟΙΚ. 506900.044 - 01 12 01

```
const val COLUMN_SNIPPET = "snippet"
const val COLUMN_DISPLAY_LINK = "display_link"
const val COLUMN_LINK = "link"
const val COLUMN_TOTAL_RESULTS = "total_results"
}
```

**SearchResultDto.kt**

```
package com.nyarian.diploma.web.search.dto

import com.nyarian.diploma.domain.SearchResult

data class SearchResultDto(
    val rank: Int,
    val title: String,
    val snippet: String,
    val displayLink: String,
    val link: String,
    val totalResults: Long
) {
    constructor(result: SearchResult) : this(
        result.rank,
        result.title,
        result.snippet,
        result.displayLink,
        result.link,
        result.totalResults
    )
}
```

Додаток В

«Відомість атестаційної роботи»  
ГЮИК.504310.002 ДЗ

---

(позначення документу)

№	Позначення				Найменування	Дод. відомості		
					Текстові документи			
1.	ГЮИК.504310.002 ПЗ				Пояснювальна записка	76 стор.		
2.	ГЮИК.504310.002-01 12 01				Текст програми	8 стор.		
					Графічні документи			
5.	ГЮИК.504310.002 С10				Типова архітектура веб-сервісів	2 аркуши		
6.	ГЮИК.504310.002 С10				Асинхронна модель однопоточного прийому та делегації обробки запитів	1 аркуш		
7.	ГЮИК.504310.002 С10				Характеристики Big Data	3 аркуши		
8.	ГЮИК.504310.002 С10				Принцип роботи MapReduce	1 аркуш		
9.	ГЮИК.504310.002 С10				Архітектура Apache Hadoop	1 аркуш		
10.	ГЮИК.504310.002 С10				Огляд моделі «потік на запит»	4 аркуши		
11.	ГЮИК.504310.002 С10				Кореляція між кількістю потоків, часом на зміну активного потоку та даними, що зберігає кожен потік	1 аркуш		
12.	ГЮИК.504310.002 С10				Графічне відображення асинхронної моделі виконання	3 аркуши		
13.	ГЮИК.504310.002 С10				Порівняння Tomcat та Netty	3 аркуши		
14.	ГЮИК.504310.002 С10				Обґрунтування рентабельності реактивної моделі	3 аркуши		
15.	ГЮИК.504310.002 С10				Порівняння високорівневих архітектур CLR та JVM	1 аркуш		
16.	ГЮИК.504310.002 С10				Огляд JVM	2 аркуши		
17.	ГЮИК.504310.002 С10				Проведення експериментів із синхронною моделлю	6 аркушів		
17.	ГЮИК.504310.002 С10				Проведення експериментів з реактивною моделлю	6 аркушів		
18.	ГЮИК.504310.002 С10				Порівняння результатів експериментів з реактивною та синхронною	5 аркушів		
Змін	Арк.	№ докум	Підп.	Дата	ГЮИК.504310.002 ДЗ			
Розроб.		Люнін А.В			Дослідження методів обробки даних у високонавантажених системах		Аркуш	Аркушів
Перев.		Хряпкін О.В.					1	1
Н. Контр.		Хряпкін О.В.				ХНУРЕ Кафедра СТ		
Затв.		Гребеннік І.В.						