

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования Российской Федерации

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

ОТЧЕТ
О ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4
Тестирование программного обеспечения

Группа: Р33121

Выполнили: Балтабаев Д. Т.

Нуруллаев Д. Р.

Преподаватель: Райла Мартин

Санкт-Петербург 2023

Задание

С помощью программного пакета [Apache JMeter](#) провести нагрузочное и стресс-тестирование веб-приложения в соответствии с вариантом задания.

В ходе нагрузочного тестирования необходимо протестировать 3 конфигурации аппаратного обеспечения и выбрать среди них наиболее дешёвую, удовлетворяющую требованиям по максимальному времени отклика приложения при заданной нагрузке (в соответствии с вариантом).

В ходе стресс-тестирования необходимо определить, при какой нагрузке выбранная на предыдущем шаге конфигурация перестаёт удовлетворять требованиями по максимальному времени отклика. Для этого необходимо построить график зависимости времени отклика приложения от нагрузки.

Параметры тестируемого веб-приложения:

- URL первой конфигурации (\$ 4400)
- <http://stload.se.ifmo.ru:8080?token=490614703&user=2080841592&conf=1;>
- URL второй конфигурации (\$ 5300)
- <http://stload.se.ifmo.ru:8080?token=490614703&user=2080841592&conf=2;>
- URL третьей конфигурации (\$ 8600)
- <http://stload.se.ifmo.ru:8080?token=490614703&user=2080841592&conf=3;>
- Максимальное количество параллельных пользователей - 6;
- Средняя нагрузка, формируемая одним пользователем – 40 запр. в мин.;
- Максимально допустимое время обработки запроса - 830 мс.

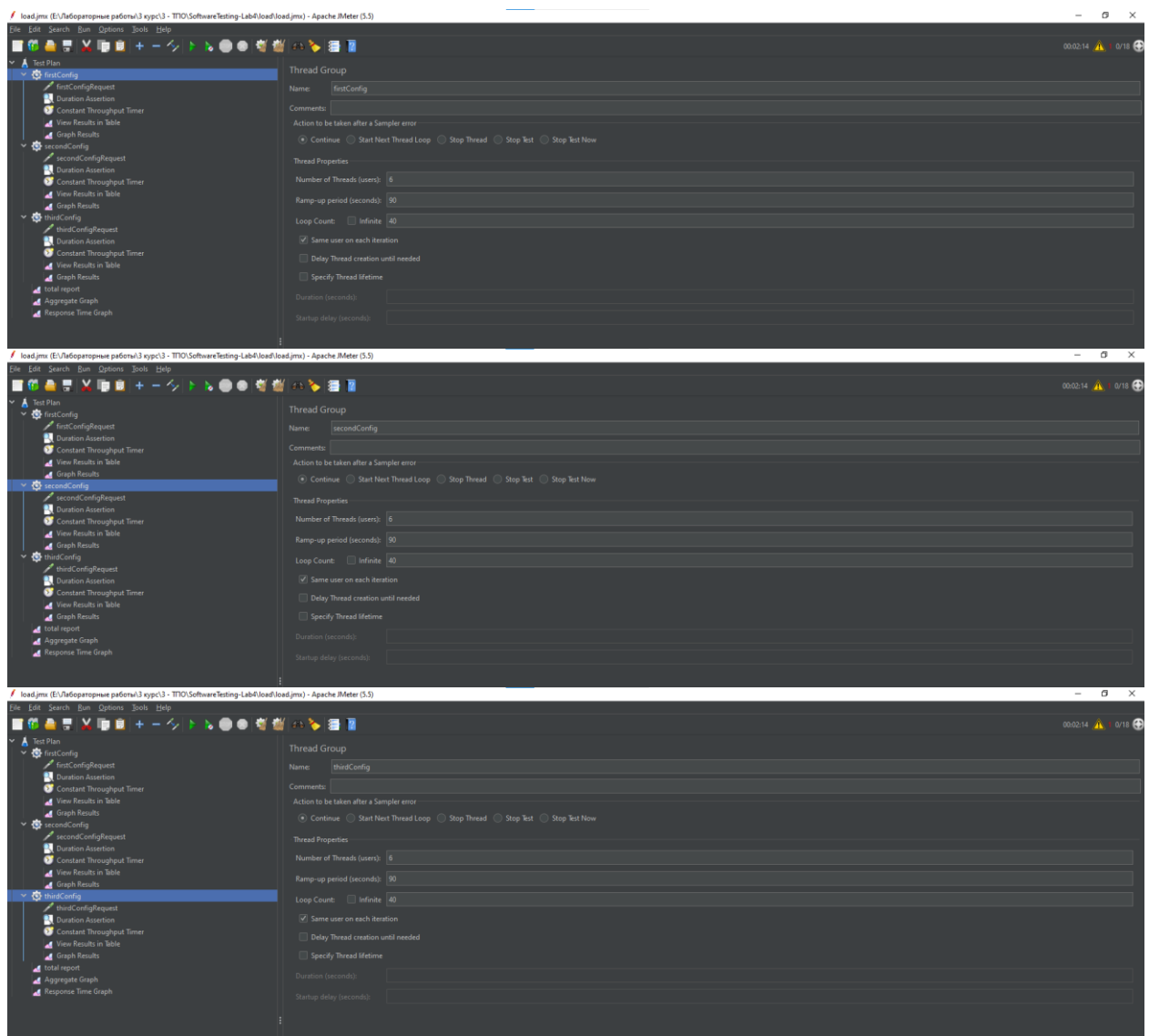
Описание конфигурации JMeter для нагрузочного тестирования

На верхнем уровне **Thread Group** объекты, описывающие количество пользователей (**Number of Threads**), количество запусков теста (**Loop Count**) и период нарастания (**Ramp-up period**). Параметр Loop Count решили оставить по умолчанию, а Ramp-up period рассчитали по следующей формуле:

Ramp-up period = (Количество пользователей * 60 секунд) / Количество запросов в секунду;

Количество запросов в минуту = $6 * 40 = 240 \Rightarrow$ количество запросов в секунду = $240/60 = 4$ запр./с

Ramp-up period = $(6*60)/4 = 90$ секунд.



Элемент **Aggregate Report** верхнего уровня собирает результаты тестирования в csv-файл, по которому можно будет сгенерировать html-отчет

Aggregate Report

Name: total report

Comments:

Write results to file / Read from file

Filename: E:\Лабораторные работы\3 курс\3 - ТПО\SoftwareTesting-Lab4\load\total.csv

Browse... Log/Display Only: ☐ Errors ☐ Successes

HTTP Request – осуществляет запросы к тестовому серверу.

load.jmx (E:\Лабораторные работы\3 курс\3 - ТПО\SoftwareTesting-Lab4\load\load.jmx) - Apache JMeter (3.5)

Test Plan

- testConfig
- testConfigRequest
- secondConfig
- secondConfigRequest
- thirdConfig
- thirdConfigRequest

HTTP Request

Name: firstConfigRequest

Comments:

Basic Advanced

Web Server

Protocol (http) http Server Name or IP: localhost Port Number: 8083

HTTP Request

GET Path: / Content encoding:

Redirect Automatically: ☐ Follow Redirects: ☒ Use KeepAlive: ☐ Use multipart/form-data: ☐ Browser-compatible headers: ☐

Parameters Body Data Files Upload

Name	Value	URL Encode?	Content-Type	Include Equals?
token	490614703	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>
user	2080841392	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>
conf	1	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>

load.jmx (E:\Лабораторные работы\3 курс\3 - ТПО\SoftwareTesting-Lab4\load\load.jmx) - Apache JMeter (3.5)

Test Plan

- testConfig
- testConfigRequest
- secondConfig
- secondConfigRequest
- thirdConfig
- thirdConfigRequest

HTTP Request

Name: secondConfigRequest

Comments:

Basic Advanced

Web Server

Protocol (http) http Server Name or IP: localhost Port Number: 8083

HTTP Request

GET Path: / Content encoding:

Redirect Automatically: ☐ Follow Redirects: ☒ Use KeepAlive: ☐ Use multipart/form-data: ☐ Browser-compatible headers: ☐

Parameters Body Data Files Upload

Name	Value	URL Encode?	Content-Type	Include Equals?
token	490614703	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>
user	2080841392	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>
conf	2	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>

load.jmx (E:\Лабораторные работы\3 курс\3 - ТПО\SoftwareTesting-Lab4\load\load.jmx) - Apache JMeter (3.5)

Test Plan

- testConfig
- testConfigRequest
- secondConfig
- secondConfigRequest
- thirdConfig
- thirdConfigRequest

HTTP Request

Name: thirdConfigRequest

Comments:

Basic Advanced

Web Server

Protocol (http) http Server Name or IP: localhost Port Number: 8083

HTTP Request

GET Path: / Content encoding:

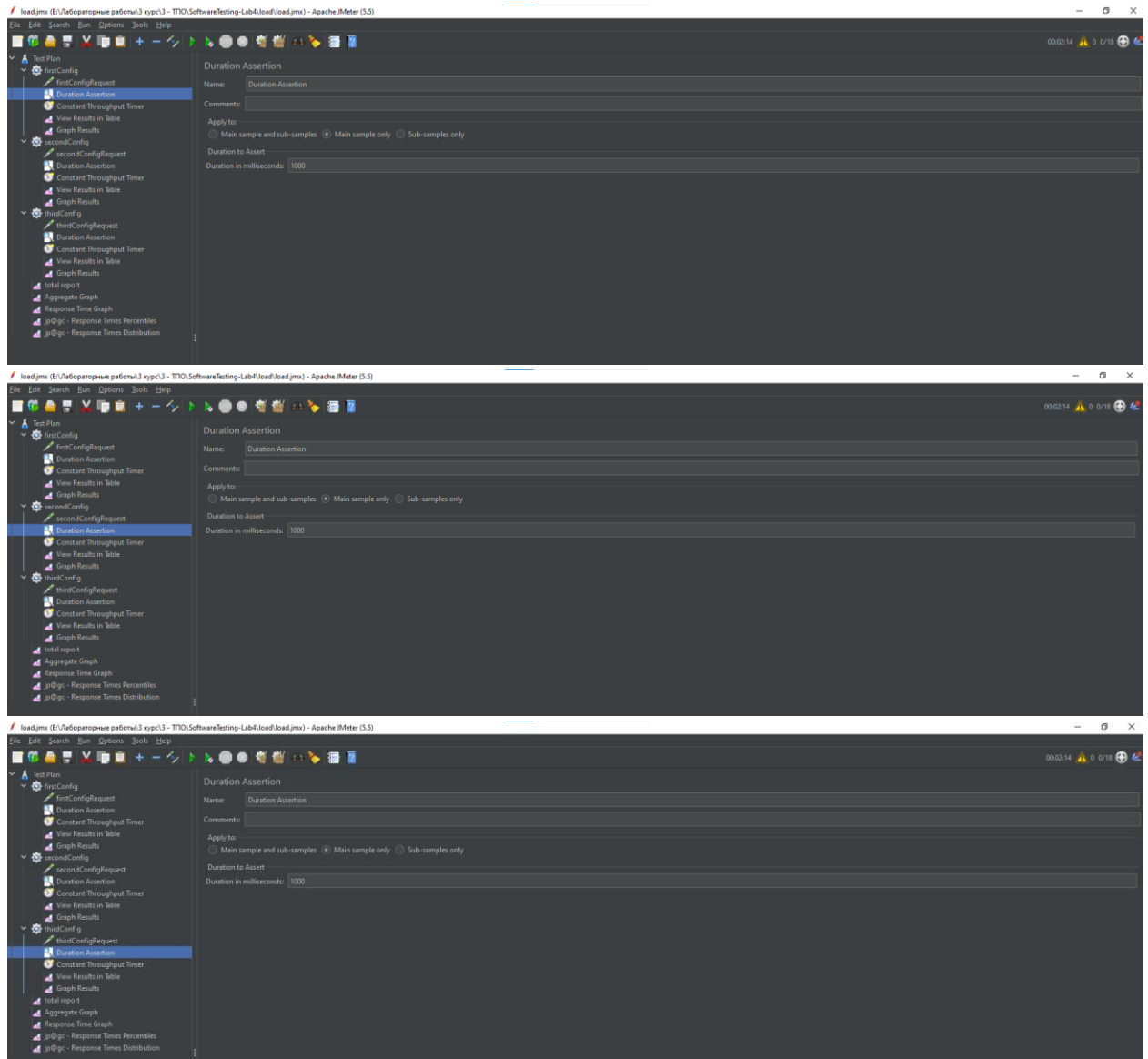
Redirect Automatically: ☐ Follow Redirects: ☒ Use KeepAlive: ☐ Use multipart/form-data: ☐ Browser-compatible headers: ☐

Parameters Body Data Files Upload

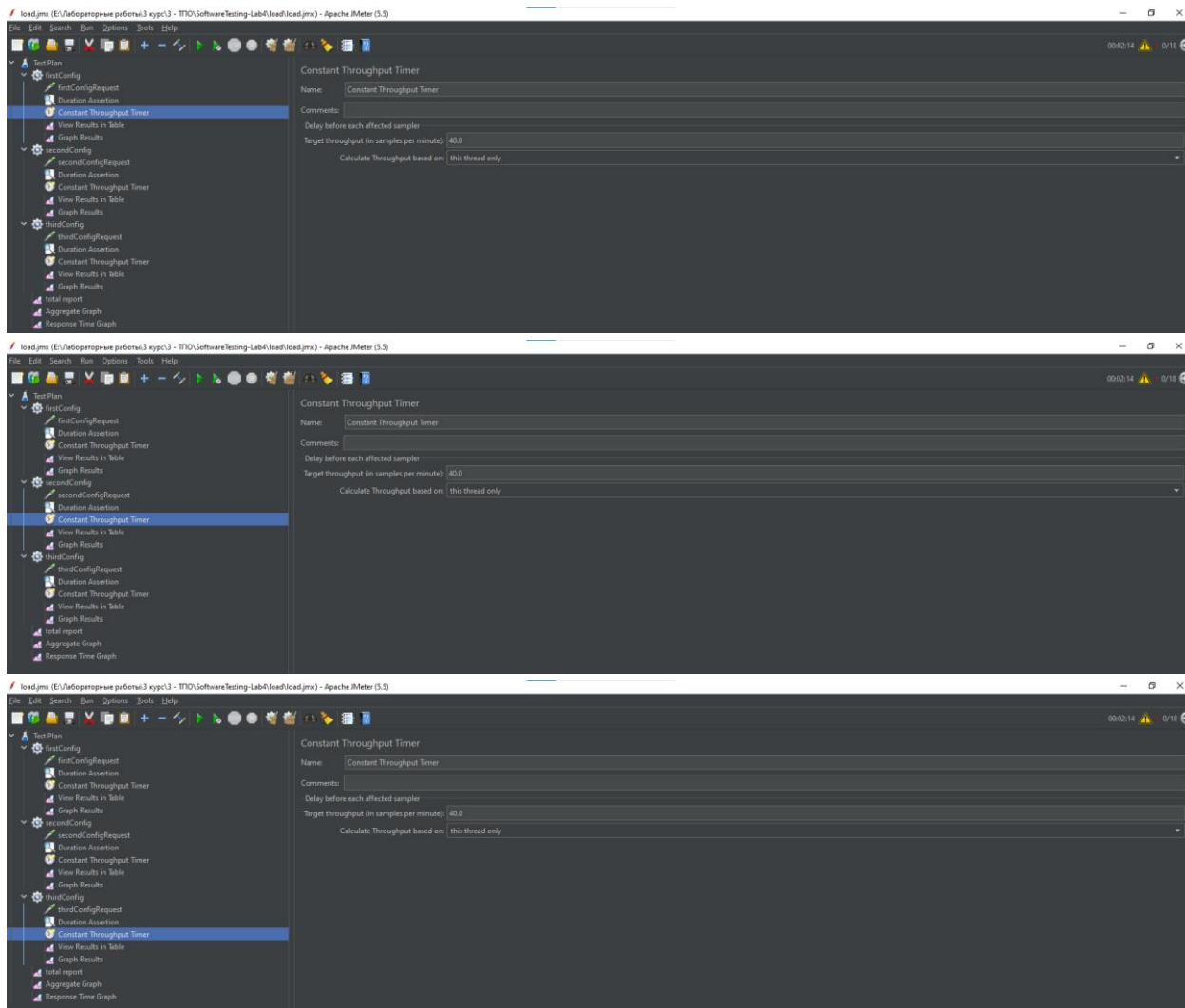
Name	Value	URL Encode?	Content-Type	Include Equals?
token	490614703	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>
user	2080841392	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>
conf	3	<input type="checkbox"/>	text/plain	<input checked="" type="checkbox"/>

Duration Assertion – осуществляет проверку времени отклика сервера.

Так как значение по варианту 830 ms приводило к $\pm 80\%$ ошибок, было решено взять значение **Duration in milliseconds** 1000. Такое значение было выбрано, полагаясь, что какая-либо из конфигураций должна пройти нагрузочное тестирование, после чего перейти к стресс-тестированию, поэтому было выбрано число 1000.



Constant Throughput Timer – определяет среднюю нагрузку, формируемую одним пользователем в минуту



View Results in Table и **Graph Results** отображают результаты тестирования в виде таблицы и графика соответственно

load.jmx (E:\Лабораторные работы\3 курс\3 - ТПО\SoftwareTesting-Lab4\load\load.jmx) - Apache JMeter (3.5)

File Edit Search Run Options Tools Help

Test Plan
 firstConfigRequest
 Duration Assertion
 Constant Throughput Timer
 View Results in Table
 Graph Results
 secondConfigRequest
 secondConfigRequest
 Duration Assertion
 Constant Throughput Timer
 View Results in Table
 Graph Results
 thirdConfigRequest
 Duration Assertion
 Constant Throughput Timer
 View Results in Table
 Graph Results
 total report
 Aggregate Graph
 Response Time Graph
 p@p - Response Times Percentiles
 p@p - Response Times Distribution

View Results in Table

Name: View Results in Table

Comments:

Write results to file / Read from file

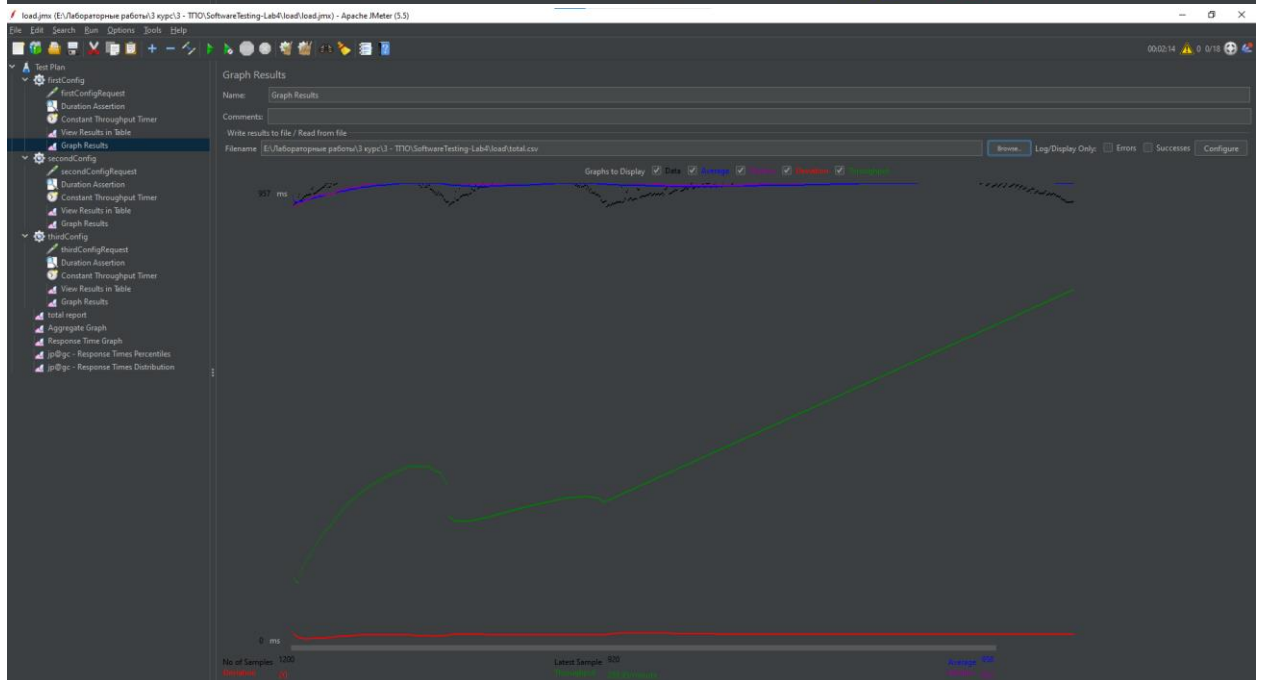
Filename: E:\Лабораторные работы\3 курс\3 - ТПО\SoftwareTesting-Lab4\load\total.csv

Browser Log/Display Only Errors Successes Configure

Sample #	Start Time	Thread Name	Label	Sample Time(ms)	Status	Bytes	Send Bytes	Latency	Connect Time(ms)
384	23:08:17.037	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	999	✓	231	155	999	1
393	23:08:21.517	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	995	✓	231	155	995	0
396	23:08:21.517	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	995	✓	231	155	995	0
344	23:08:02.038	firstConfig 1-5	firstConfigRequest	994	✓	231	155	994	0
144	23:05:31.401	firstConfig 1-6	firstConfigRequest	993	✓	231	155	993	0
104	23:05:16.397	firstConfig 1-5	firstConfigRequest	990	✓	231	155	990	1
272	23:08:12.539	firstConfig 1-5	firstConfigRequest	984	✓	231	155	984	0
364	23:08:09.541	firstConfig 1-2	firstConfigRequest	982	✓	231	155	982	0
383	23:08:17.038	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	982	✓	231	155	982	0
82	23:05:11.904	firstConfig 1-2	firstConfigRequest	981	✓	231	155	981	0
108	23:05:40.403	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	981	✓	231	155	981	0
430	23:08:03.021	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	981	✓	231	155	981	0
404	23:08:24.545	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	981	✓	231	155	981	0
148	23:05:32.902	firstConfig 1-6	firstConfigRequest	980	✓	231	155	980	0
160	23:05:37.403	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	980	✓	231	155	980	0
343	23:08:03.538	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	980	✓	231	155	980	0
381	23:08:17.038	firstConfig 1-5	firstConfigRequest	980	✓	231	155	979	0
382	23:08:17.038	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	980	✓	231	155	980	0
388	23:08:18.549	firstConfig 1-5	firstConfigRequest	980	✓	231	155	980	0
167	23:05:40.403	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	979	✓	231	155	979	0
340	23:08:00.539	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	979	✓	231	155	979	0
343	23:08:03.539	firstConfig 1-5	firstConfigRequest	979	✓	231	155	979	0
276	23:08:14.038	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	979	✓	231	155	979	0
416	23:08:29.038	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	979	✓	231	155	979	0
156	23:05:35.902	firstConfig 1-6	firstConfigRequest	978	✓	231	155	978	0
159	23:05:37.401	firstConfig 1-6	firstConfigRequest	978	✓	231	155	978	0
176	23:05:43.401	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	978	✓	231	155	978	0
183	23:05:47.901	firstConfig 1-5	firstConfigRequest	978	✓	231	155	978	0
186	23:05:47.901	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	978	✓	231	155	978	0
375	23:08:14.038	firstConfig 1-2	firstConfigRequest	978	✓	231	155	978	0
415	23:08:29.038	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	978	✓	231	155	978	0
103	23:05:16.399	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	977	✓	231	155	977	0
152	23:05:16.402	firstConfig 1-6	firstConfigRequest	977	✓	231	155	977	0
180	23:05:44.901	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	977	✓	231	155	977	0
279	23:07:35.038	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	977	✓	231	155	977	0
332	23:07:57.538	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	977	✓	231	155	977	0

Scroll automatically? Child samples?

No of Samples: 490 Latest Sample: 918 Average: 978 Deviation: 18



load_jms (E:\Jaloparapne pafonw\3 xypc\3 - TTD\SoftwareTesting-Lab\load\load_jms) - Apache JMeter (3.5)

Test Plan

- firstConfigRequest
 - Duration Assertion
 - Constant Throughput Timer
 - View Results in Table
 - Graph Results
- secondConfig
 - secondConfigRequest
 - Duration Assertion
 - Constant Throughput Timer
 - View Results in Table
 - Graph Results
 - thirdConfig
 - thirdConfigRequest
 - Duration Assertion
 - Constant Throughput Timer
 - View Results in Table
 - Graph Results
 - total report
 - Aggregate Graph
 - Response Time Graph
 - p@9c - Response Times Percentiles
 - p@9c - Response Times Distribution

View Results in Table

Name: View Results in Table

Comments:

Write results to file / Read from file

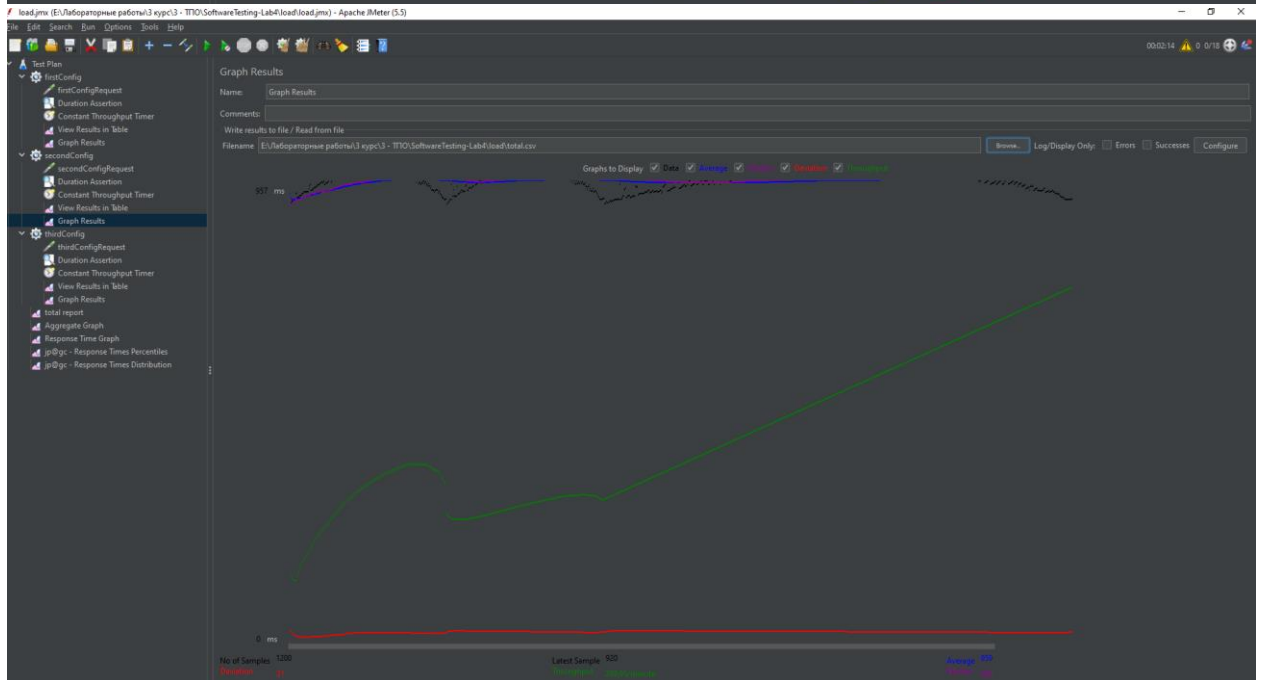
Filename: E:\Jaloparapne pafonw\3 xypc\3 - TTD\SoftwareTesting-Lab\load\load_total.csv

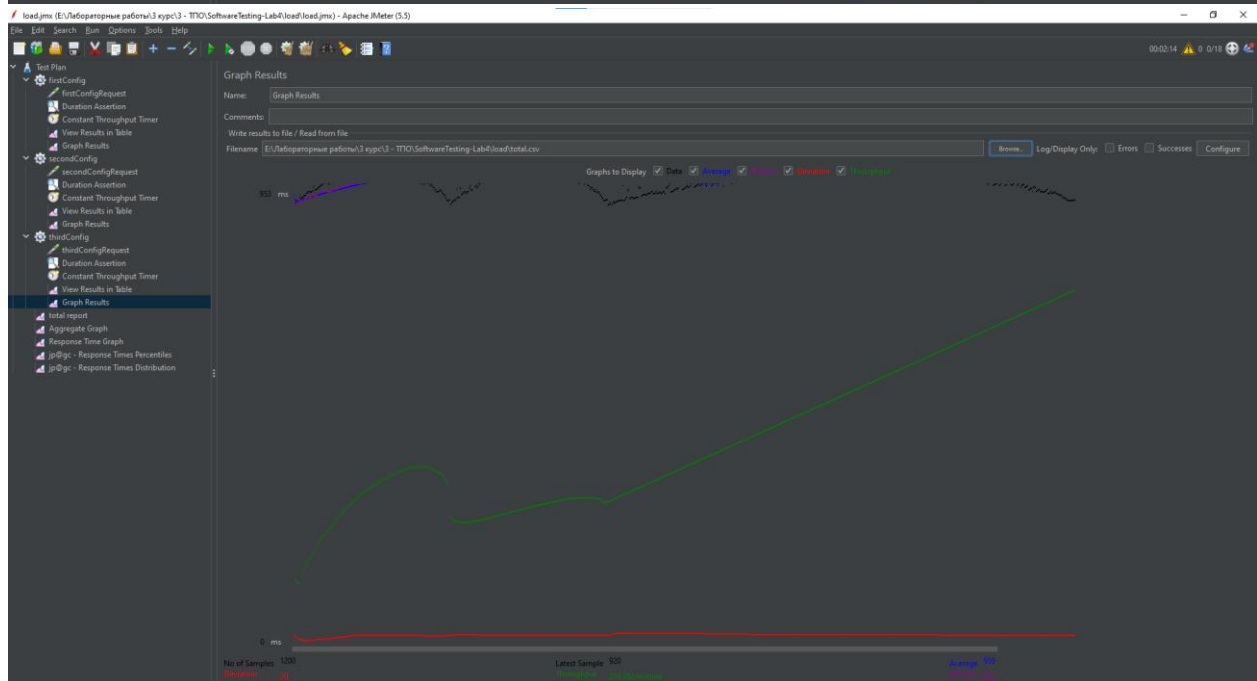
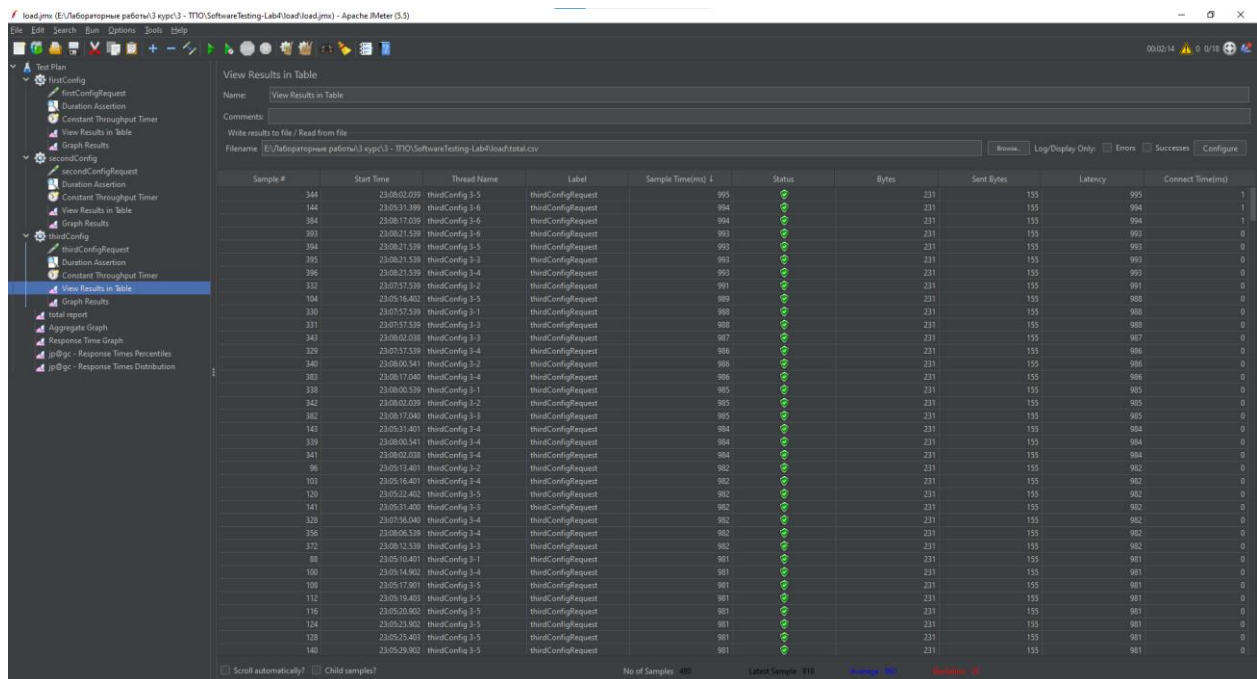
Buttons: [Browse](#) [Log Display Only](#) [Errors](#) [Successes](#) [Configure](#)

Sample #	Start Time	Thread Name	Label	Sample Time(ms)	Status	Bytes	Sent Bytes	Latency	Connect Time(ms)
242	23.07.05.044	secondConfig 2-1	secondConfigRequest	1160	Success	231	155	1160	0
409	23.07.05.044	secondConfig 2-1	secondConfigRequest	1160	Success	231	155	1160	0
912	23.08.17.037	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	999	Success	231	155	999	1
144	23.05.31.401	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	995	Success	231	155	995	0
762	23.08.02.038	thirdConfig 3-5	thirdConfigRequest	995	Success	231	155	995	1
839	23.08.21.527	firstConfig 1-3	firstConfigRequest	995	Success	231	155	995	0
944	23.08.21.527	firstConfig 1-4	firstConfigRequest	995	Success	231	155	995	0
384	23.08.17.039	secondConfig 2-6	secondConfigRequest	994	Success	231	155	994	1
395	23.08.21.538	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	994	Success	231	155	994	0
396	23.08.21.538	secondConfig 2-4	secondConfigRequest	994	Success	231	155	994	0
791	23.08.02.038	firstConfig 1-5	firstConfigRequest	994	Success	231	155	994	0
910	23.08.17.039	secondConfig 2-6	secondConfigRequest	994	Success	231	155	994	1
911	23.08.17.039	thirdConfig 3-6	thirdConfigRequest	994	Success	231	155	994	1
946	23.08.21.538	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	994	Success	231	155	994	0
947	23.08.21.538	secondConfig 2-4	secondConfigRequest	994	Success	231	155	994	0
344	23.08.02.038	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	993	Success	231	155	993	1
344	23.08.21.539	secondConfig 2-3	secondConfigRequest	993	Success	231	155	993	0
790	23.08.02.038	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	993	Success	231	155	993	1
941	23.08.21.539	secondConfig 2-3	secondConfigRequest	993	Success	231	155	993	0
942	23.08.21.539	thirdConfig 3-6	thirdConfigRequest	993	Success	231	155	993	0
943	23.08.21.539	thirdConfig 3-5	thirdConfigRequest	993	Success	231	155	993	0
945	23.08.21.539	thirdConfig 3-1	thirdConfigRequest	993	Success	231	155	993	0
946	23.08.21.539	thirdConfig 3-4	thirdConfigRequest	993	Success	231	155	993	0
393	23.08.21.540	secondConfig 2-6	secondConfigRequest	992	Success	231	155	992	0
940	23.08.21.540	secondConfig 2-6	secondConfigRequest	992	Success	231	155	992	0
104	23.05.16.398	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	991	Success	231	155	991	1
726	23.07.07.529	thirdConfig 3-2	thirdConfigRequest	991	Success	231	155	991	0
232	23.07.07.529	secondConfig 2-3	secondConfigRequest	989	Success	231	155	989	0
755	23.07.07.529	secondConfig 2-3	secondConfigRequest	989	Success	231	155	989	0
343	23.08.02.038	secondConfig 2-3	secondConfigRequest	988	Success	231	155	988	0
383	23.08.17.038	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	988	Success	231	155	988	0
753	23.07.07.529	thirdConfig 3-1	thirdConfigRequest	988	Success	231	155	988	0
754	23.07.07.529	thirdConfig 3-3	thirdConfigRequest	988	Success	231	155	988	0
789	23.08.02.038	secondConfig 2-3	secondConfigRequest	988	Success	231	155	988	0
908	23.08.17.038	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	988	Success	231	155	988	0
143	23.05.31.400	secondConfig 2-5	secondConfigRequest	987	Success	231	155	987	0

☐ Scroll automatically? ☐ Child samples?

No of Samples: 1230 Latest Sample: 925 Average: 925 Success: 21

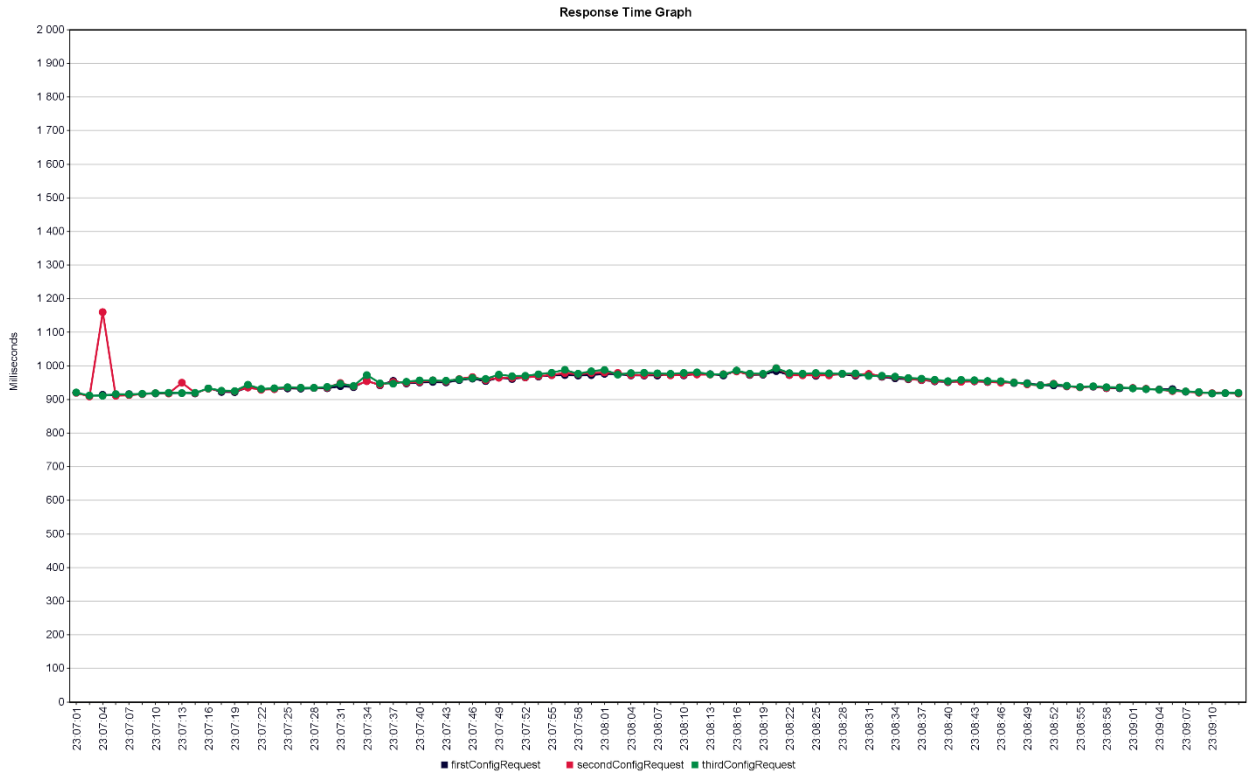


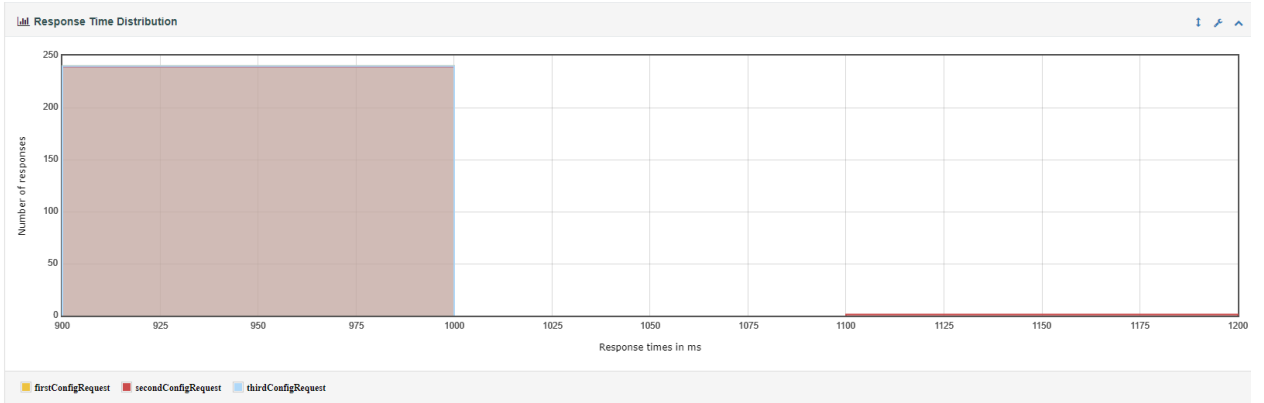
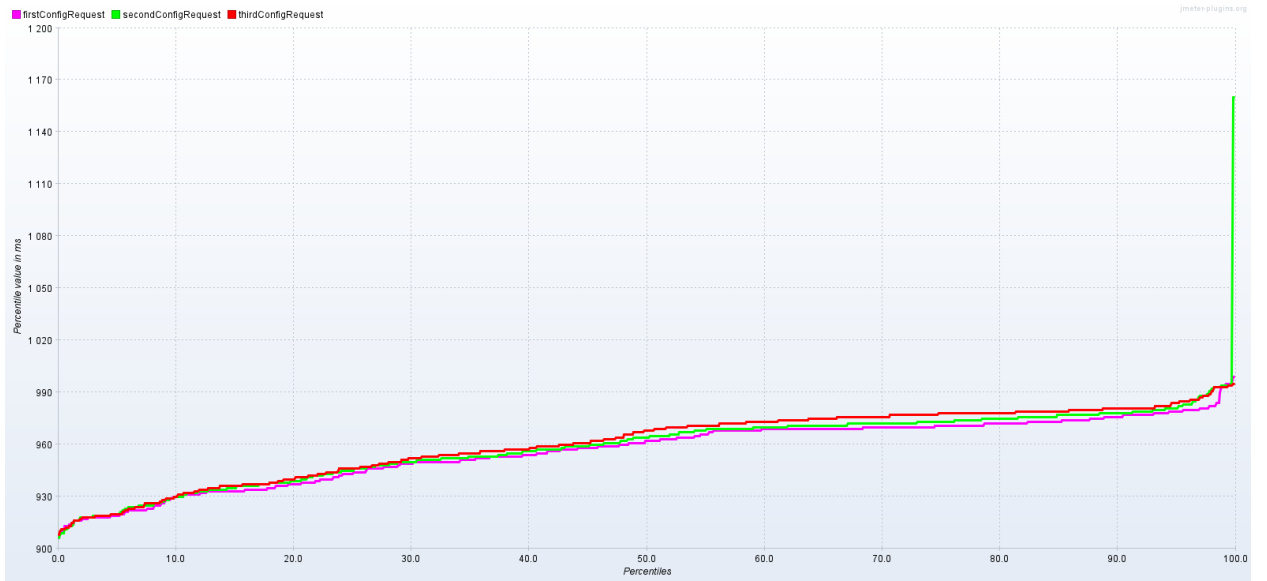
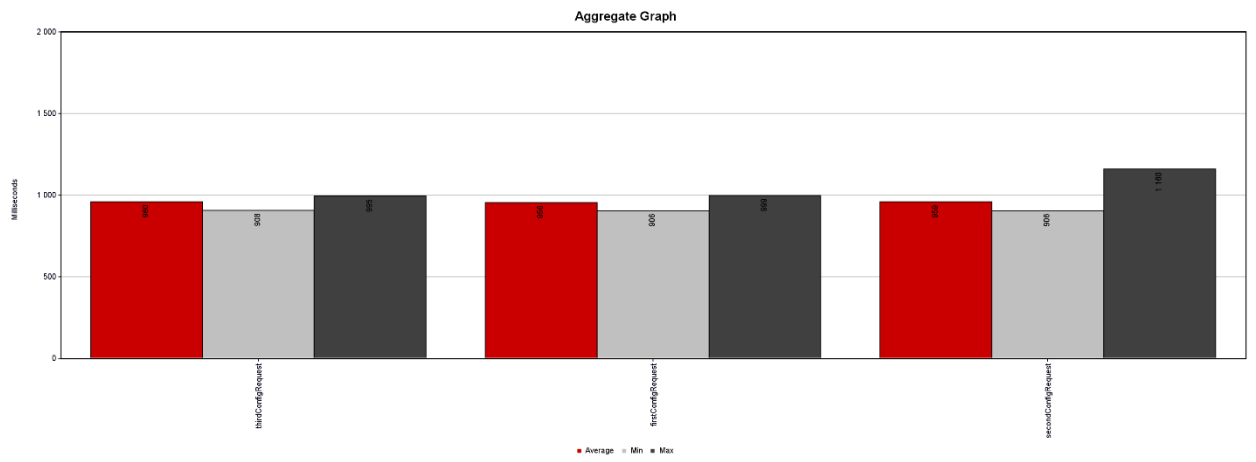


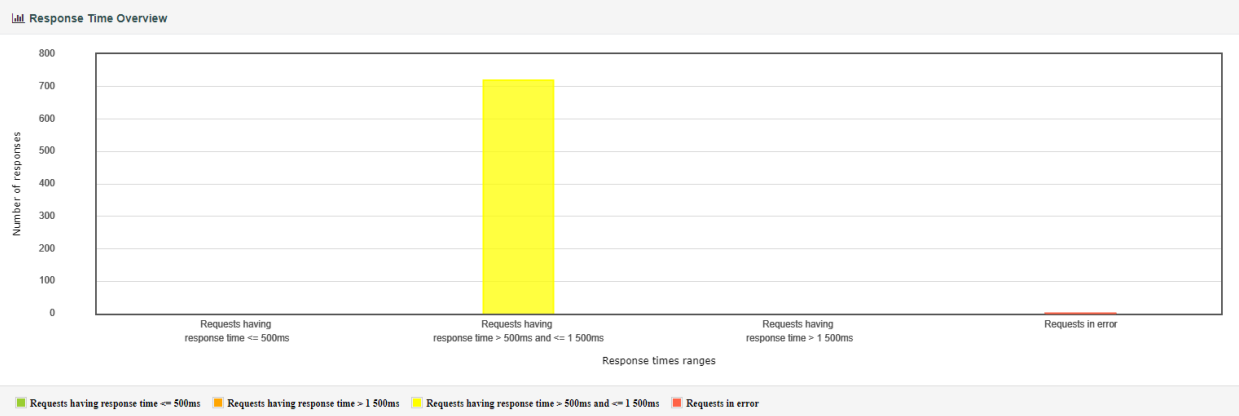
Графики пропускной способности приложения, полученные в ходе нагрузочного тестирования

Requests		Executions			Response Times (ms)							Throughput	Network (KB/sec)		
Label	^	#Samples	FAIL	Error %	Average	Min	Max	Median	90th pct	95th pct	99th pct	Transactions/s	Received	Sent	
Total		720	1	0.14%	959.38	909	1160	964.00	980.00	983.00	994.00	5.36	1.21	0.81	
firstConfigRequest		240	0	0.00%	957.08	910	999	962.00	977.00	980.00	995.00	1.79	0.40	0.27	
secondConfigRequest		240	1	0.42%	959.77	909	1160	965.00	979.00	983.00	994.00	1.79	0.40	0.27	
thirdConfigRequest		240	0	0.00%	961.30	911	995	968.50	981.00	986.00	993.59	1.79	0.40	0.27	

Requests Summary







Выводы по выбранной конфигурации аппаратного обеспечения

Для нагрузочного тестирования обратимся к графикам времени отклика запроса к количеству успешных откликов. На них можно увидеть, что в заданные временные рамки 1000 ms и 6-ю пользователями одновременно, лучше всего справляется 3-я конфигурация, чье макс. время отклика равно 995ms. 1-я конфигурация справилась за 999ms. Хуже всего справляется 2-я конфигурация с пиком 1160ms, 3-я конфигурация показала себя средне, при макс. значении 999ms. Наибольший процент неудачных запросов имеет 2-я конфигурация (вторая по стоимости). Т.к по заданию необходимо “выбрать среди 3-х конфигураций наиболее дешёвую, удовлетворяющую требованиям по максимальному времени отклика приложения при заданной нагрузке”, то выбор пал на 1-ю конфигурацию.

Описание конфигурации JMeter для стресс-тестирования

Для стресс-тестирования была выбрана первая конфигурация оборудования, так как именно она показала достойный результат и имеет наименьшую стоимость.

Duration Assertion можно убрать, так как из прошлого тестирования мы уже знаем, что и при 6 пользователях временные рамки будут соблюдены. Сейчас нужно будет менять параметр количества пользователей до тех пор, пока сервер не начнёт возвращать ошибку 503 – Service Unavailable.

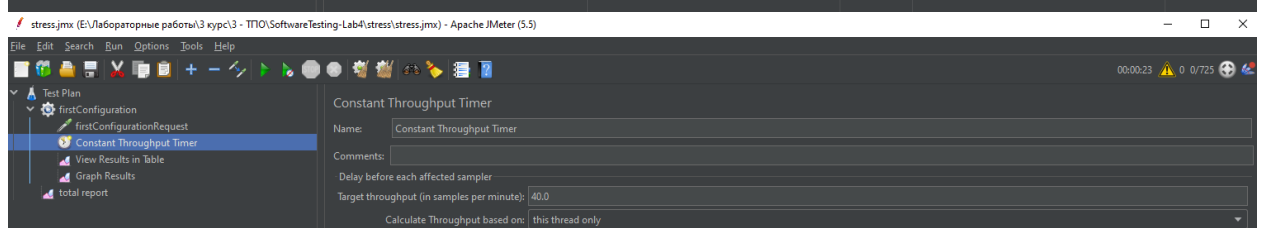
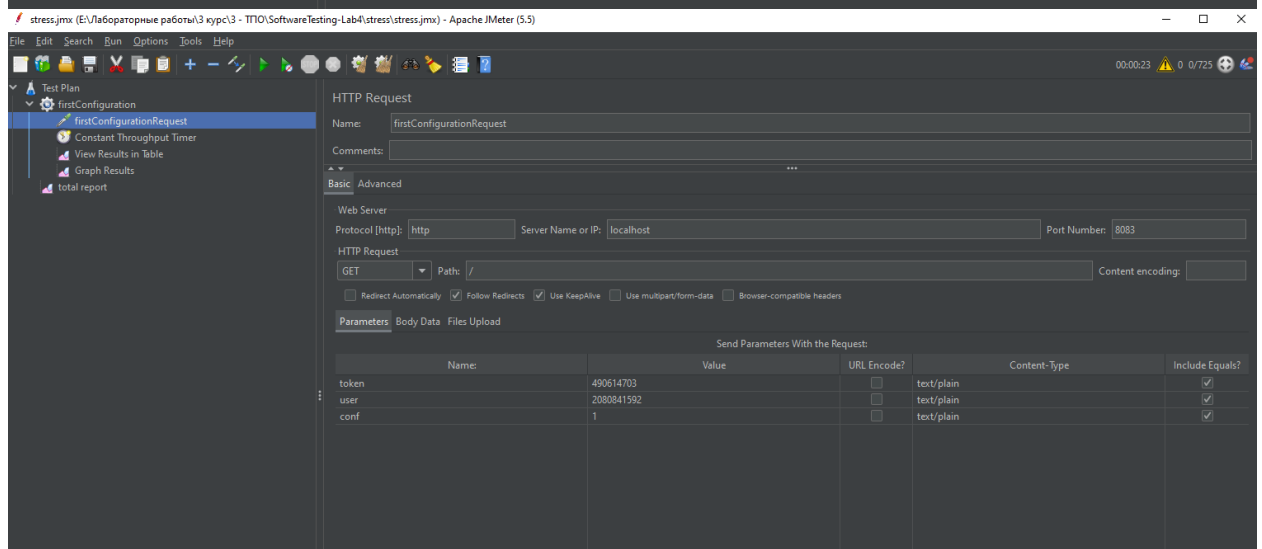
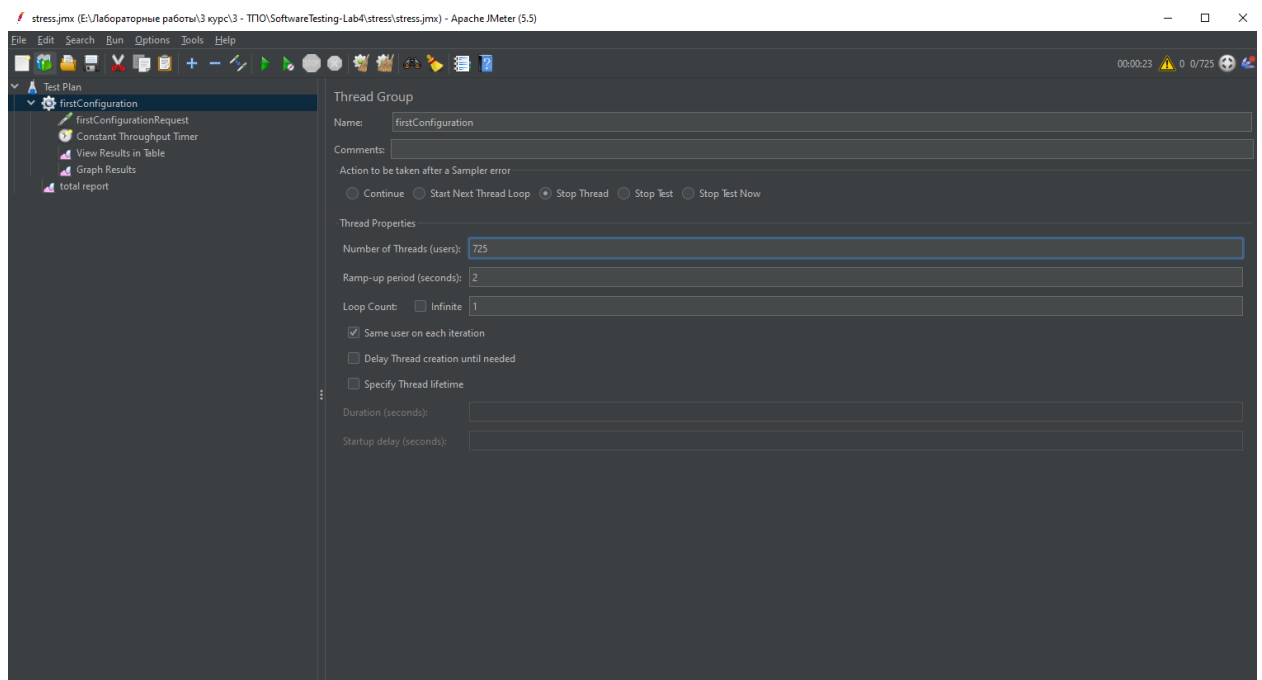
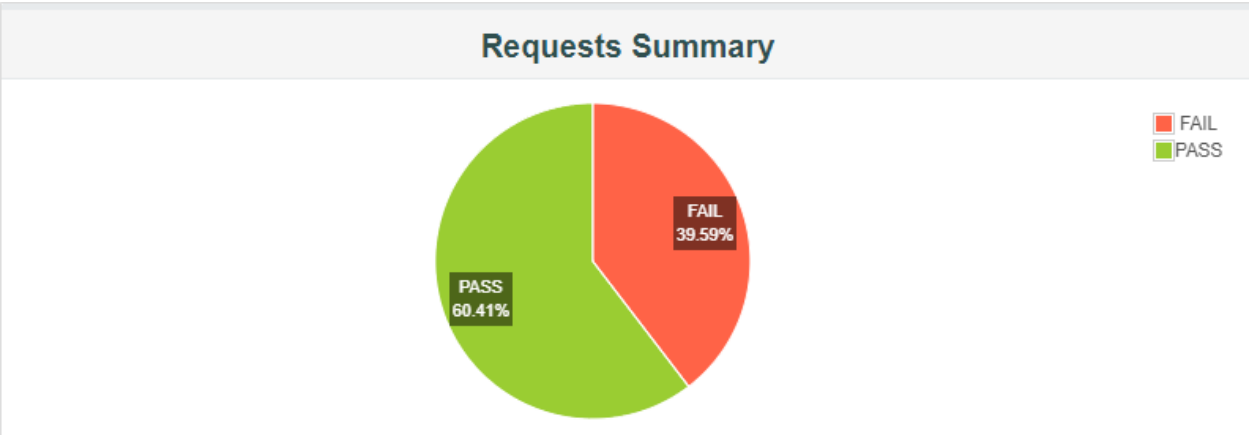
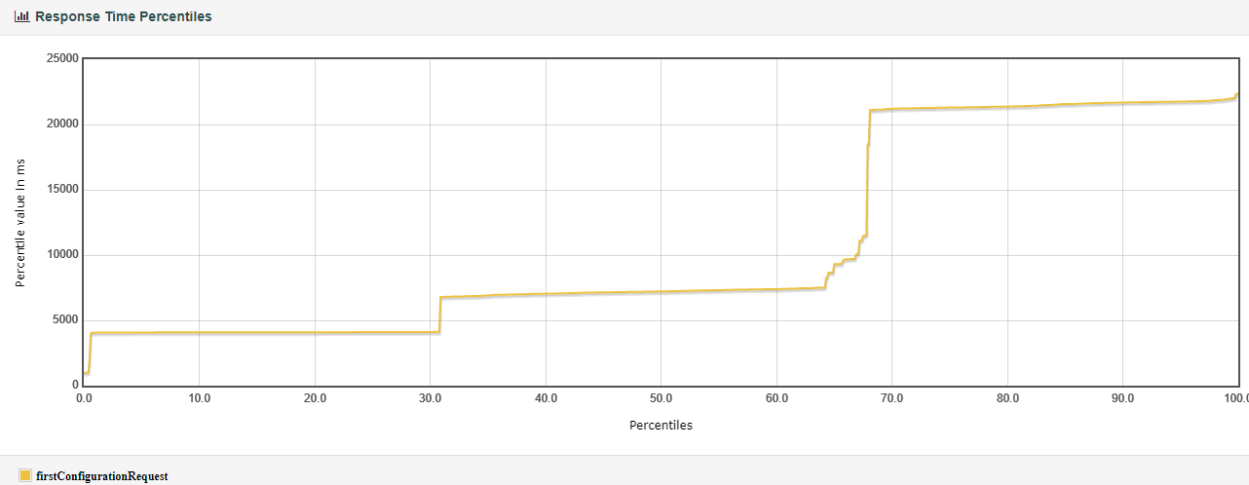
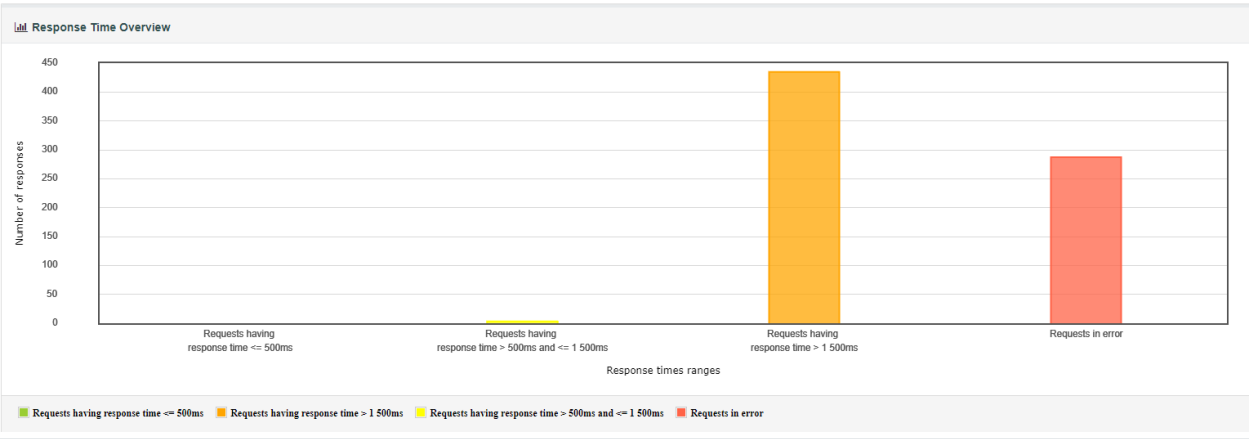


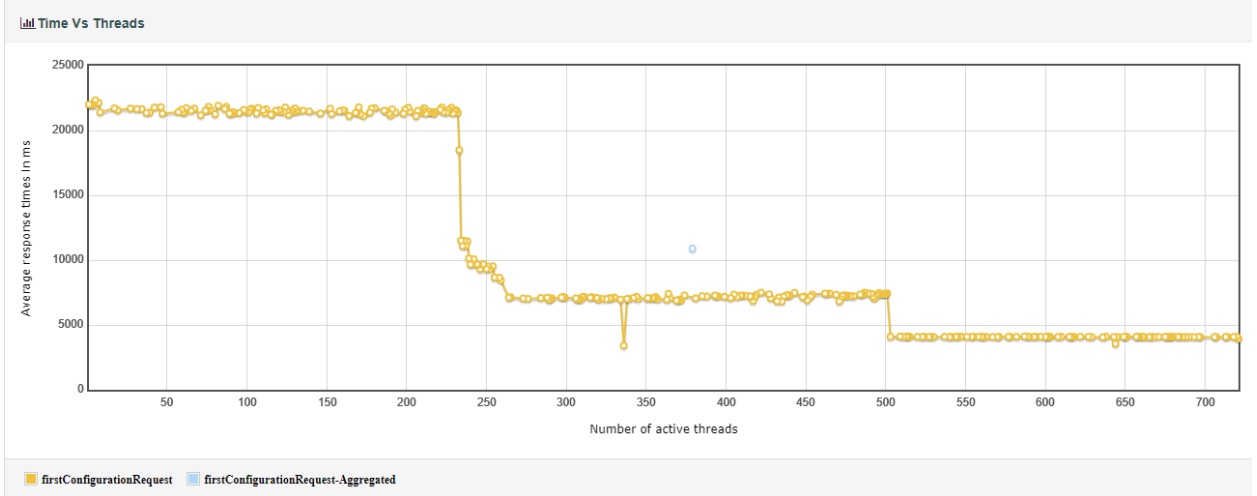
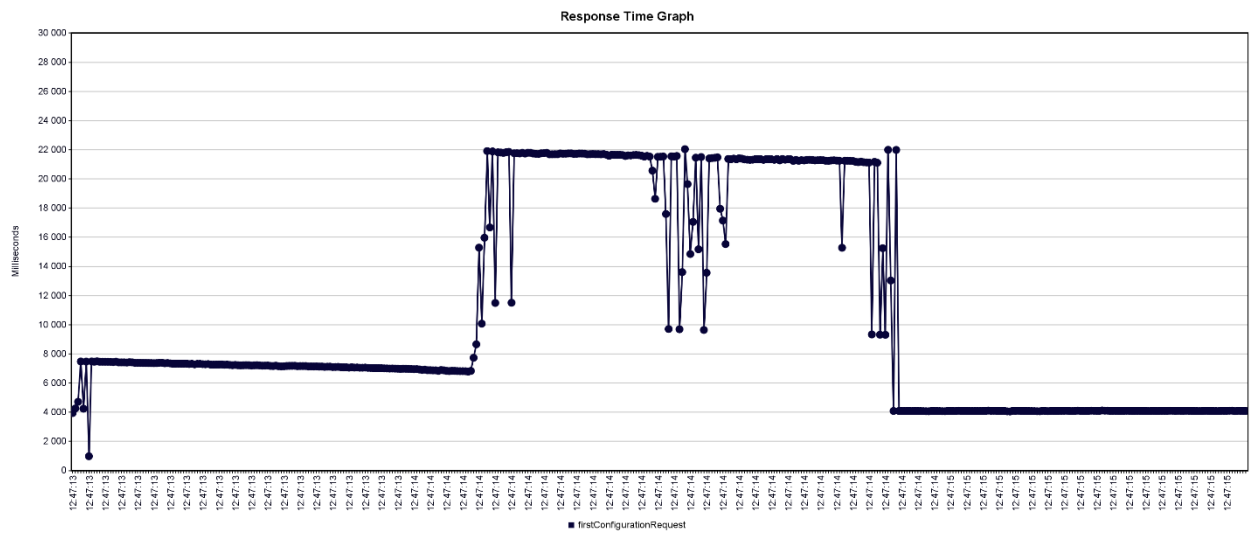
График изменения времени отклика от нагрузки для выбранной конфигурации, полученный в ходе стресс-тестирования системы.



Top 5 Errors by sampler

Sample	#Samples	#Errors	Error	#Errors	Error	#Errors	Error	#Errors	Error	#Errors	Error	#Errors
Total	725	287	Non HTTP response code: org.apache.http.conn.HttpHostConnectException/Non HTTP response message: Connect to localhost:8083 [localhost/127.0.0.1, localhost/0:0:0:0:0:0:1] failed: Connection refused: connect	219	500/Internal Server Error	57	503/Service Unavailable	11				
firstConfigurationRequest	725	287	Non HTTP response code: org.apache.http.conn.HttpHostConnectException/Non HTTP response message: Connect to localhost:8083 [localhost/127.0.0.1, localhost/0:0:0:0:0:0:1] failed: Connection refused: connect	219	500/Internal Server Error	57	503/Service Unavailable	11				





Выводы по выбранной конфигурации аппаратного обеспечения

Sample #	Start Time	Thread Name	Label	Sample Time(ms) T	Status	Bytes	Sent Bytes	Latency	Connect Time(ms)
3	1247:13.418	firstConfiguration 1-11	firstConfigurationRequest	981	🟢	231	155	981	1
726	1247:13.418	firstConfiguration 1-11	firstConfigurationRequest	981	🟢	231	155	981	1
2	1247:13.407	firstConfiguration 1-7	firstConfigurationRequest	992	🟢	231	155	992	1
727	1247:13.407	firstConfiguration 1-7	firstConfigurationRequest	992	🟢	231	155	992	1
1	1247:13.390	firstConfiguration 1-2	firstConfigurationRequest	1009	🟢	231	155	1009	2
728	1247:13.390	firstConfiguration 1-2	firstConfigurationRequest	1009	🟢	231	155	1009	2
4	1247:13.397	firstConfiguration 1-4	firstConfigurationRequest	1928	🟢	231	155	1928	1
729	1247:13.397	firstConfiguration 1-4	firstConfigurationRequest	1928	🟢	231	155	1928	1
5	1247:13.386	firstConfiguration 1-1	firstConfigurationRequest	3943	🟢	231	155	3943	4
730	1247:13.386	firstConfiguration 1-1	firstConfigurationRequest	3943	🟢	231	155	3943	4

Если взглянуть на статистику, можно заметить, что макс. время отклика 1000 ms было соблюдено лишь 4 раза: 11-м и 7-м пользователем. Среднее время отклика при кол-ве пользователей 725 вышло 10901ms, что почти в 11 раз больше макс. времени отклика установленного во время нагрузочного тестирования.

Label	# Samples	Average	Median	90% Line	95% Line	99% Line	Min	Maximum	Error %	Throughput	Received KB/sec	Sent KB/sec
firstConfigurationR...	725	10901	7220	21678	21752	21921	981	22342	39.59%	30.0/sec	28.77	3.26
TOTAL	725	10901	7220	21678	21752	21921	981	22342	39.59%	30.0/sec	28.77	3.26

В ходе стресс-тестирования было замечено 287 ошибок из 725 отправок (39.59%), из которых 11 ошибок со статусом 503, что свидетельствует о том, что сервер не справился с такой нагрузкой. Можно сказать, что сервер не оправдывает свою стоимость (4400\$)

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были проведены нагрузочное и стресс тестирования сервера с целью выявления наименее затратной конфигурации, которая удовлетворяет требованиям. JMeter — это удобный и гибкий инструмент для проведения нагрузочного тестирования. Мы выбрали первую конфигурацию, которая удовлетворяет требованиям и имеет наименьшую стоимость. Мы также определили максимальную нагрузку, при которой выбранная конфигурация не может удовлетворить наши требования по максимальному времени отклика, используя график зависимости времени отклика приложения от нагрузки.