*“Optimizing the performance of computer systems has always been an art relegated to a few individuals who happen to have the ‘right skills’.”*

**Amir H. Majidimehr**  
Optimizing Unix for Performance, 1995



**Финальный отчёт по нагрузочному тестированию платформы Boomq**

Оглавление

[1 История внесения изменений в документ 4](#_Toc185435374)

[2 Лист согласования 5](#_Toc185435375)

[3 Список терминов и сокращений 6](#_Toc185435376)

[4 Назначение документа 8](#_Toc185435377)

[5 Основные положения 9](#_Toc185435378)

[5.1 Объект тестирования 9](#_Toc185435379)

[5.2 Цели и задачи 9](#_Toc185435380)

[6 Выводы 10](#_Toc185435381)

[7 Обнаруженные проблемы 11](#_Toc185435382)

[8 Рекомендации 12](#_Toc185435383)

[9 Методика тестирования 13](#_Toc185435384)

[9.1 Критерии успешности проведения тестов 13](#_Toc185435385)

[9.2 Отступления от методики тестирования 14](#_Toc185435386)

[9.3 Проверка работоспособности заглушки 14](#_Toc185435387)

[10 Результаты нагрузочного тестирования 16](#_Toc185435388)

[10.1 Проведенные тесты 16](#_Toc185435389)

[10.2 Тестирование максимальной производительности 17](#_Toc185435390)

[10.2.1 Интенсивность нагрузки 17](#_Toc185435391)

[10.2.2 Утилизация аппаратных ресурсов 18](#_Toc185435392)

[10.2.3 Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки 19](#_Toc185435393)

[10.2.4 Результаты теста 20](#_Toc185435394)

[10.3 Тестирование подтверждения максимальной производительности 21](#_Toc185435395)

[10.3.1 Интенсивность нагрузки 21](#_Toc185435396)

[10.3.2 Утилизация аппаратных ресурсов 22](#_Toc185435397)

[10.3.3 Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки 24](#_Toc185435398)

[10.3.4 Результаты теста 25](#_Toc185435399)

[10.4 Тестирование на увеличенных объемах в БД 26](#_Toc185435400)

[10.4.1 Интенсивность нагрузки 26](#_Toc185435401)

[10.4.2 Утилизация аппаратных ресурсов 27](#_Toc185435402)

[10.4.3 Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки 28](#_Toc185435403)

[10.4.4 Результаты теста 29](#_Toc185435404)

[11 Системный анализ 30](#_Toc185435405)

[11.1 Неоптимизированные запросы к базе данных 30](#_Toc185435406)

[11.1.1 Выборка групп пользователя 30](#_Toc185435407)

[11.1.2 Выборка версий тестов 30](#_Toc185435408)

[11.1.3 Сравнительная статистика времени отработки неоптимальных запросов 31](#_Toc185435409)

[11.2 Запрос получения страницы трендов 32](#_Toc185435410)

[11.3 Запрос получения страницы запуска тестов 33](#_Toc185435411)

[12 Приложение 35](#_Toc185435412)

[12.1 Приложение 1. Архитектура Boomq 35](#_Toc185435413)

[12.2 Приложение 2. Неоптимизированные запросы к базе данных PostgreSQL 35](#_Toc185435414)

[12.3 Приложение 3. Методика НТ 35](#_Toc185435415)

[12.4 Приложение 4. Расчеты 35](#_Toc185435416)

[13 Контакты 36](#_Toc185435417)

# История внесения изменений в документ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Дата | Версия | Описание | Авторы |
| 13.12.2024 | 1.0 | Документ создан | Бояров Е.В.,  Ковалёв М.А.,  Савиных К.С. |
| 18.12.2024 | 1.1 | Внесены изменения в  структуру документа | Бояров Е.В.,  Ковалёв М.А.,  Савиных К.С. |

# Лист согласования

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ФИО | Должность | Подпись | Дата |
| Макаров А. | Руководитель направления |  | 18.12.2024 |

# Список терминов и сокращений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Термин | Полное наименование | |
| НТ | | Нагрузочное тестирование |
| БД, DB | | База данных |
| HP LoadRunner, LR | | Программное обеспечение, используемое для проведения нагрузочного тестирования. Эмулирует работу виртуальных пользователей выполняющих различные скрипты, которые объединяются в сценарии нагрузочного тестирования |
| Пул данных | | Набор строковых, числовых или иных значений, используемых нагрузочными скриптами для формирования правдоподобного ввода данных в систему в тех случаях, когда невозможна генерация таких данных в процессе тестирования или использование фиксированных значений |
| Скрипт нагрузочного тестирования | | Скрипт на языке ПО нагрузочного тестирования либо на языке программирования общего назначения, содержащий код для эмуляции работы с системой |
| Средства нагрузочного тестирования (СНТ) | | Программные инструменты и скрипты, используемые для генерации нагрузки на систему и эмуляции работы внешних систем |
| Тестовый сценарий (тест-кейсы, test case) | | Последовательность действий, ожидаемых результатов, которая проверяет определенную функциональность программного обеспечения |
| Программное обеспечение (ПО) | | Все или часть программ, процедур, правил и соответствующей документации системы обработки информации |
| ОС | | Операционная система |
| Профиль нагрузки | | Сценарий работы пользователей с системой, определенный в соответствие с некоторым алгоритмом на основе статистических или прогнозируемых данных по нагрузке на систему в промышленной эксплуатации, характеризующийся выполняемыми операциями, их последовательностью и интенсивностью, а также сценарии взаимодействия с внешними системами |
| Эмулятор | | Программа или скрипт инструмента НТ, заменяющий внешнюю систему в тех случаях, когда невозможно разворачивание экземпляра реальной внешней системы для целей НТ |
| Заглушка | | Программа или скрипт инструмента НТ, заменяющий внешнюю систему в тех случаях, когда невозможно разворачивание экземпляра реальной внешней системы для целей НТ |
| Сценарий использования (пользовательский сценарий, User Case, UC) | | Описание операции, при которой система получает внешний запрос (такой как пользовательский ввод) и отвечает на него |
| Сценарий | | Строго определенный набор действий в системе, который может быть записан в виде исходного или исполняемого кода. Один и тот же сценарий может выполняться одним или несколькими пользователями |
| Сценарий нагрузки | | Сценарий определяет состав теста, т.е. какие операции будут выполняться. Сценарий формируется исходя из статистики использования системы |
| Сценарии нагрузочного тестирования | | Файл, содержащий описания количества виртуальных пользователей, их логику работы, интенсивности выполнения операций |
| МП | | Максимальная производительность |
| Тестовые данные | | Данные необходимые для функционально корректного выполнения бизнес-процессов |
| Бизнес-процесс (БП) | | Набор пользовательских действий для проведения операций в системе |
| Показатель | | Числовое выражение прохождения различных процессов в программной или аппаратной частях нагрузочного теста |
| Требования по производительности | | Требования к следующим показателям:  1. Времени отклика системы на запросы;  2. Количеству выполняемых операций в единицу времени;  3. Количеству одновременных соединений поддерживаемых системой;  Использованию вычислительных ресурсов среды |
| Время отклика (Response Time, Rt) | | Непосредственно время работы системы, затраченное на отклик после запроса на выполнение операции |
| Узкое место | | Явление, приводящее к тому, что производительность или пропускная способность всей системы ограничивается одним компонентом |
| УЗ | | Учетные записи |
| НТ | Нагрузочное тестирование | |
| БД, DB | База данных | |
| ТВО | Требования по времени отклика операций | |

# Назначение документа

Данный документ представляет собой отчет по результатам тестирования платформы Boomq, проведенного стажерами компании «Перфоманс Лаб» для «Перфоманс Лаб» в ноябре - декабре 2024 года. Документ содержит краткую методику, описание настройки средств мониторинга, выводы о проделанных работах и рекомендации по оптимизации системы.

# Основные положения

## Объект тестирования

Объектом тестирования является система Boomq.

Подача нагрузки на систему создается путем эмуляции действий пользователей с помощью инструмента для нагрузочного тестирования Load Runner.

Архитектура системы Boomq, предоставляется в [Приложении 1](#_Приложение_1._Архитектура).

## Цели и задачи

Основные цели нагрузочного тестирования:

1. Определение максимальной производительности системы.
2. Локализация факторов, ограничивающих производительность системы.
3. Определение производительности системы при увеличенных объемах данных.

К основным задачам нагрузочного тестирования относятся:

* Разработка тестовой модели нагрузочного тестирования (скрипты, эмуляторы внешних систем, генераторы тестовых данных).
* Описание структуры стенда нагрузочного тестирования.
* Проведение испытаний в тестовой среде.
* Подготовка отчетов по результатам тестов.
* Поиск «узких мест» и подготовка рекомендаций по оптимизации производительности.

# Выводы

По результатам проведенного теста на [поиск максимальный производительности](#_Тестирование_максимальной_производи), было выявлено, что данный показатель, при заданных объемах наполнения базы данных, составляет 140%

Исходя из проведенных тестов были выявлены следующие места, ограничивающие производительность:

• Проблема отображения страницы трендов в UC04\_T02\_open\_trendingPage. Анализ -> [Дефект №01](#_Запрос_получения_страницы).

• Проблема отображения страницы запуска тестов в UC05\_T03\_run\_test. Анализ -> [Дефект №02](#_Запрос_получения_страницы_1).

• Проблема оптимизации запросов к PostgreSQL. Анализ -> [Дефект №03](#_Неоптимизированные_запросы_к).

[Более подробное описание.](#_Обнаруженные_проблемы_1)

По результатам проведенного теста на поиск [максимальный производительности при увеличенных объемах](#_Тестирование_на_увеличенных), было выявлено, что данный показатель, при заданных объемах наполнения базы данных, составляет 120%

# Обнаруженные проблемы

*Таблица 1 – Обнаруженные проблемы.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Проблема** | **Описание** | **Статус** | **Дата** |
| 1 | Проблема в UC04\_T02\_open\_trendingPage с отображением страницы трендов.  Анализ -> [Дефект № 01.](#_Запрос_получения_страницы) | Проблема вызвана невозможностью отобразить все элементы страницы трендов.  dev-boomq.pflb.ru/test-srv/slaReportProfile. | Не исправлена. | 11.12.2024 |
| 2 | Проблема в UC05\_T03\_run\_test с отображением страницы запуска тестов.  Анализ -> [Дефект № 02](#_Запрос_получения_страницы_1). | Проблема вызвана попыткой сервера передать в ответе, данные о всех пользователях системы, запускавших тесты.  dev-boomq.pflb.ru/test-srv/user. | Не исправлена. | 11.12.2024 |
| 3 | Проблема оптимизации запросов к PostgreSQL. Анализ -> [Дефект № 03](#_Неоптимизированные_запросы_к). | Выявлены неоптимальные запросы выборки групп, в котором состоит пользователь, и выборки списка тестов.  [Подробнее в «Приложении 2. Неоптимизированный запрос к базе данных PostgreSQL.»](#_Приложение_2._Неоптимизированные) | Не исправлена. | 12.12.2024 |

# Рекомендации

1. Уменьшить количество отображаемых элементов на странице трендов, до 10.
2. Уменьшить количество передаваемой информации о пользователях, которые запускали тесты, при переходе на страницу с запусками тестов, до минимального количества пользователей необходимых для отображения страницы (На момент тестирования это число равно семи).
3. Провести оптимизацию SQL-запросов: вызываемых во время логирования при отображении списка команд, в которых состоит пользователь; нацеленных на передачу данных о версиях тестов.
   1. Данные неоптимальные запросы представлены в подразделе [«Приложение 2. Неоптимизированные запросы к базе данных PostgreSQL».](#_Приложение_2._Неоптимизированные)
   2. Добавить индекс по полю user\_id в таблице team\_member.
   3. Добавить индекс по полю test\_project\_id в таблице project\_version.
4. Провести ещё одну итерацию нагрузочного тестирования после оптимизации. Это позволит подтвердить, что оптимизация проведена успешно, дефекты исправлены и система удовлетворяет всем требованиям производительности.

# Методика тестирования

Методика тестирования предоставлена в [Приложении 3](#_Приложение_3._Методика).

## Критерии успешности проведения тестов

Тест считается успешным, если:

* в процессе тестирования запросы выполнялись с частотой, соответствующей профилю тестирования (в процессе тестирования возникло не более 5% ошибок всего, и не более 10% ошибок по каждому UC в отдельности);
* по окончании теста получены данные по временам отклика Системы и по использованию системных ресурсов соответствуют требованиям производительности;
* критерии проверяются по данным, полученным за интервал стабилизированной нагрузки длительностью не менее 10 минут.

*Таблица 2 – Требования к времени отклика по типам операций*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Операция | Наименование в графиках и таблицах |  | Требование к времени отклика (сек) |
| Регистрация | UC\_01\_SingUp |  | 12 |
| Создание отчёта | UC\_02\_Create\_Report |  | 8 |
| Создание теста | UC\_03\_Create\_Test |  | 8 |
| Создание тренда | UC\_04\_Create\_Trend |  | 10 |
| Запуск теста | UC\_05\_Run\_Test |  | 10 |

Также в качестве требований к производительности системы определяются:

* средняя утилизация процессорных мощностей системы не должна превышать 80% (рекомендуемый максимум);
* система должна быть способна выполнить операции соответственно требованиям ко времени отклика, указанным в Таблице 2;
* отсутствие ошибок, связанных с недоступностью системы, при выполнении операций.

## Отступления от методики тестирования

Посредством проведения отладочного тестирования были выявлены дефекты (Таблица 2), мешающие проведению нагрузочного тестирования. После информирования заказчика о данных проблемах системы и последующего согласования, было принято решение о удалении этих дефектных запросов из скриптов нагрузочного тестирования.

*Таблица 3 – Отступления от методики.*

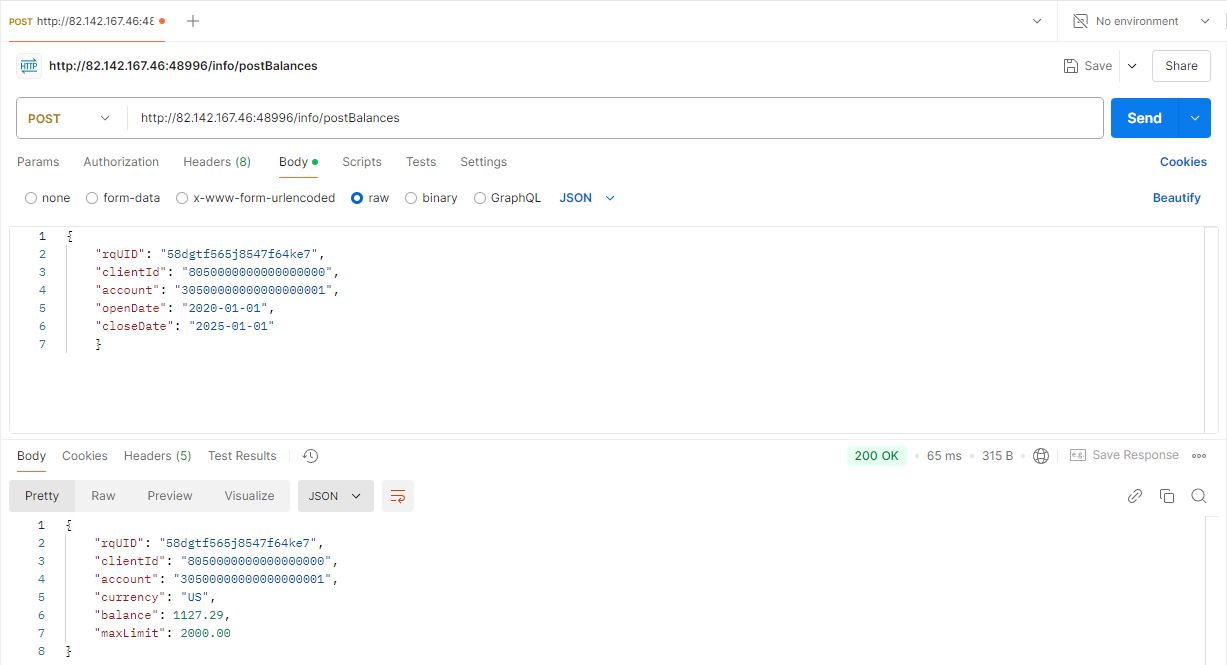
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Имя транзакции | Запрос | Описание |
| UC04\_T02\_open\_trendingPage | dev-boomq.pflb.ru/test-srv/slaReportProfile | Удалён. |
| UC05\_T03\_04\_run\_test | dev-boomq.pflb.ru/test-srv/user | Удалён. |

[Описание дефектов (1, 2 пункт)](#_Обнаруженные_проблемы_1)

## Проверка работоспособности заглушки

Проверка работоспособности проведена при помощи инструмента тестирования работы с API - Postman. Послав по адресу заглушки запрос аналогичный с тем, который используется в UC\_03\_Create\_Test, был получен ответ. Скриншот получения ответа можно наблюдать на Рисунке 1.

*Рисунок 1 – Получение успешного ответа на POST-запрос к заглушке.*



# Результаты нагрузочного тестирования

## Проведенные тесты

*Таблица 4 – Проведённые тесты.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Вид теста | Описание | Дата и время | Длительность (ч) | Статус теста | Результаты |
| 1 | Отладочный тест | Отладка веб-скрипта длительность 30 минут. Проверка пулов данных. Отладка средств мониторинга веб-скрипта. | 10.12.2024 | 0.5 | Не валидный | Не срабатывает генерация пользователей со случайными данными, для скрипта регистрации. |
| 2 | Отладочный тест | Отладка веб-скрипта длительность 30 минут. Проверка пулов данных. Отладка средств мониторинга веб-скрипта. | 10.12.2024 | 0.5 | Валидный | Тест прошел успешно |
| 3 | Поиск максимальной производительности | Подавалась ступенчатая нагрузка от 100% до 200% от профиля с ступенью 20%. Длительность каждой ступени 10 мин. | 11.12.2024 | 1,0 | Не валидный | Найдены проблемы [Дефект №1](#_Запрос_получения_страницы) и [Дефект №2](#_Запрос_получения_страницы_1) |
| 4 | Поиск максимальной производительности | Подавалась ступенчатая нагрузка от 100% до 200% от профиля с ступенью 20%. Длительность каждой ступени 10 мин. | 11.12.2024 | 1,0 | Валидный | См. выводы [Тестирование максимальной производительности](#_Тестирование_максимальной_производи) |
| 5 | Тест подтверждения максимальной производительности | Нагрузка подавалась на уровне 140% от профиля, на протяжении часа. | 12.12.2024 | 1,0 | Валидный | См. выводы [Тестирование подтверждения максимальной производительности](#_Тестирование_подтверждения_максимал) |
| 7 | Тест подтверждения максимальной производительности при увеличенных объёмах дынных | Подавалась ступенчатая нагрузка от 100% до 200% от профиля с ступенью 20% на увеличенных объемах данных. Длительность каждой ступени 10 мин. | 12.12.2024 | 1,0 | Валидный | См. выводы [Тестирование на увеличенных объемах в БД](#_Тестирование_на_увеличенных) |

## Тестирование максимальной производительности

Наполнение БД производится посредством скриптов, написанных с помощью LoadRunner.

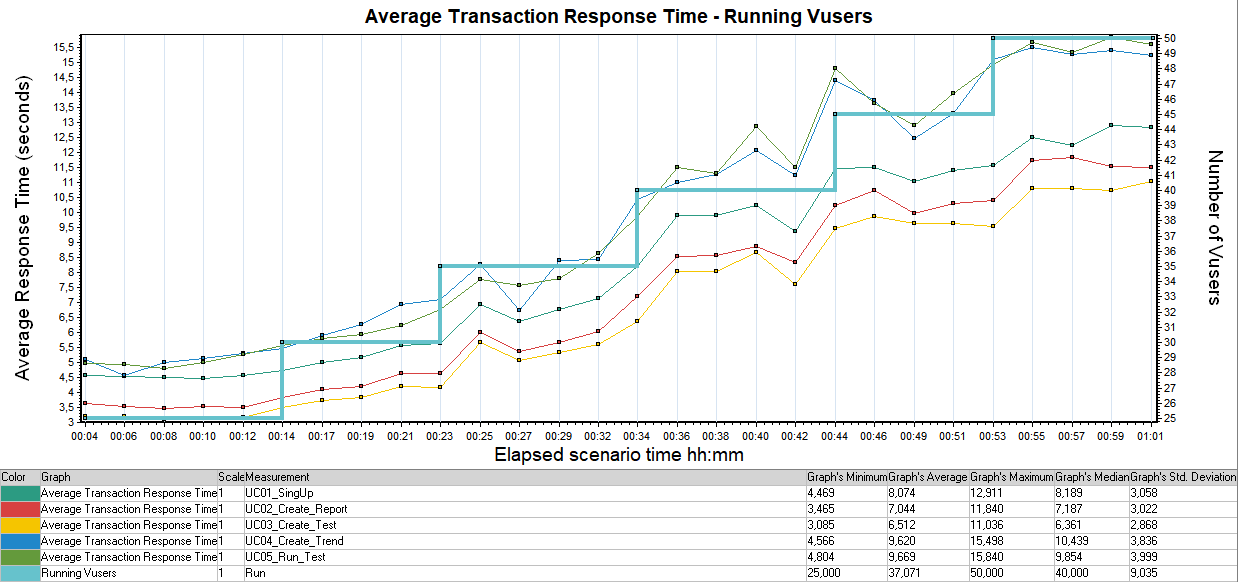
*Таблица 5 – Наполнение БД.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тест | Наполнение БД | колличесвто |
| Определение максимальной производительности на текущих объемах | УЗ: | 5000 |
| Тесты: | 5000 |

### Интенсивность нагрузки

*Таблица 6 – Интенсивность подаваемой нагрузки на разных ступенях теста максимальной производительности.*

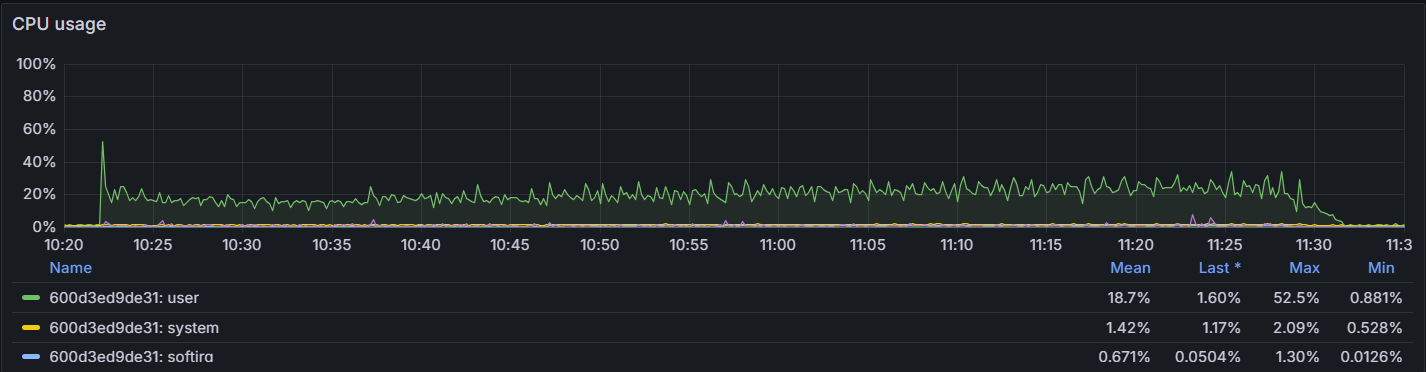
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Операция \ Интенсивность** | **100%** | **120%** | **140%** | **160%** | **180%** | **200%** |
|
| C\_01\_SingUp | 1500 | 1800 | 2100 | 2400 | 2700 | 3000 |
| UC\_02\_Create\_Report | 2250 | 2700 | 3150 | 3600 | 4050 | 4500 |
| UC\_03\_Create\_Test | 2250 | 2700 | 3150 | 3600 | 4050 | 4500 |
| UC\_04\_Create\_Trend | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 |
| UC\_05\_Run\_Test | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600 |
| Всего | 6400 | 7680 | 8960 | 10240 | 11520 | 12800 |

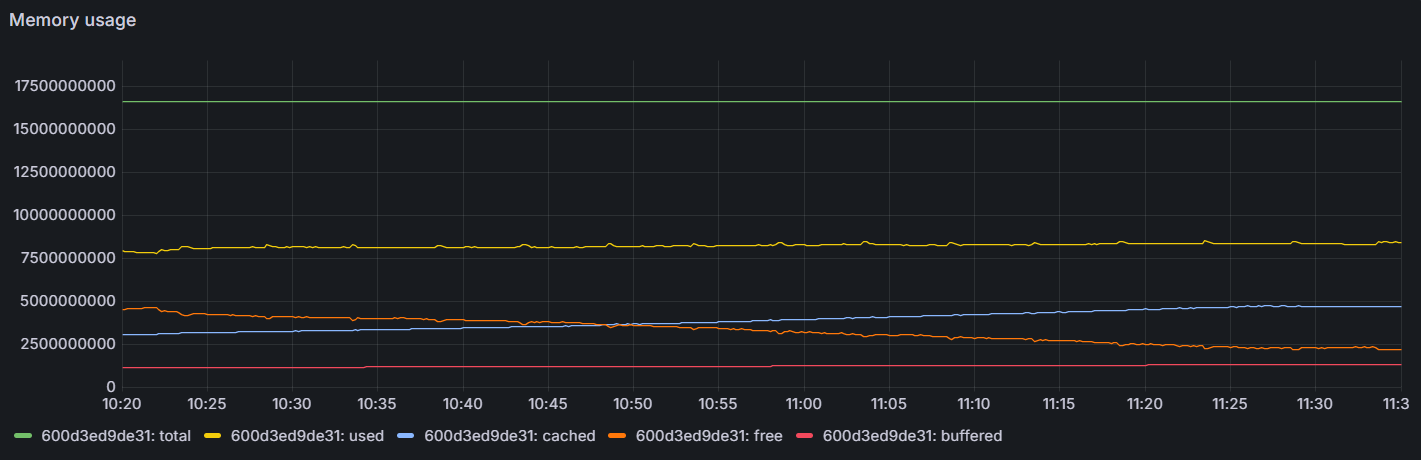
*Рисунок 2 – График среднего времени отклика Load Runner Analysis.*

На графике (Рисунок 2) отображено влияние повышения нагрузки на среднее время отклика по всем операциям сценария теста. Каждая новая ступень обозначает повышение интенсивности нагрузки на 20% соответственно Таблице 6 указанной выше.

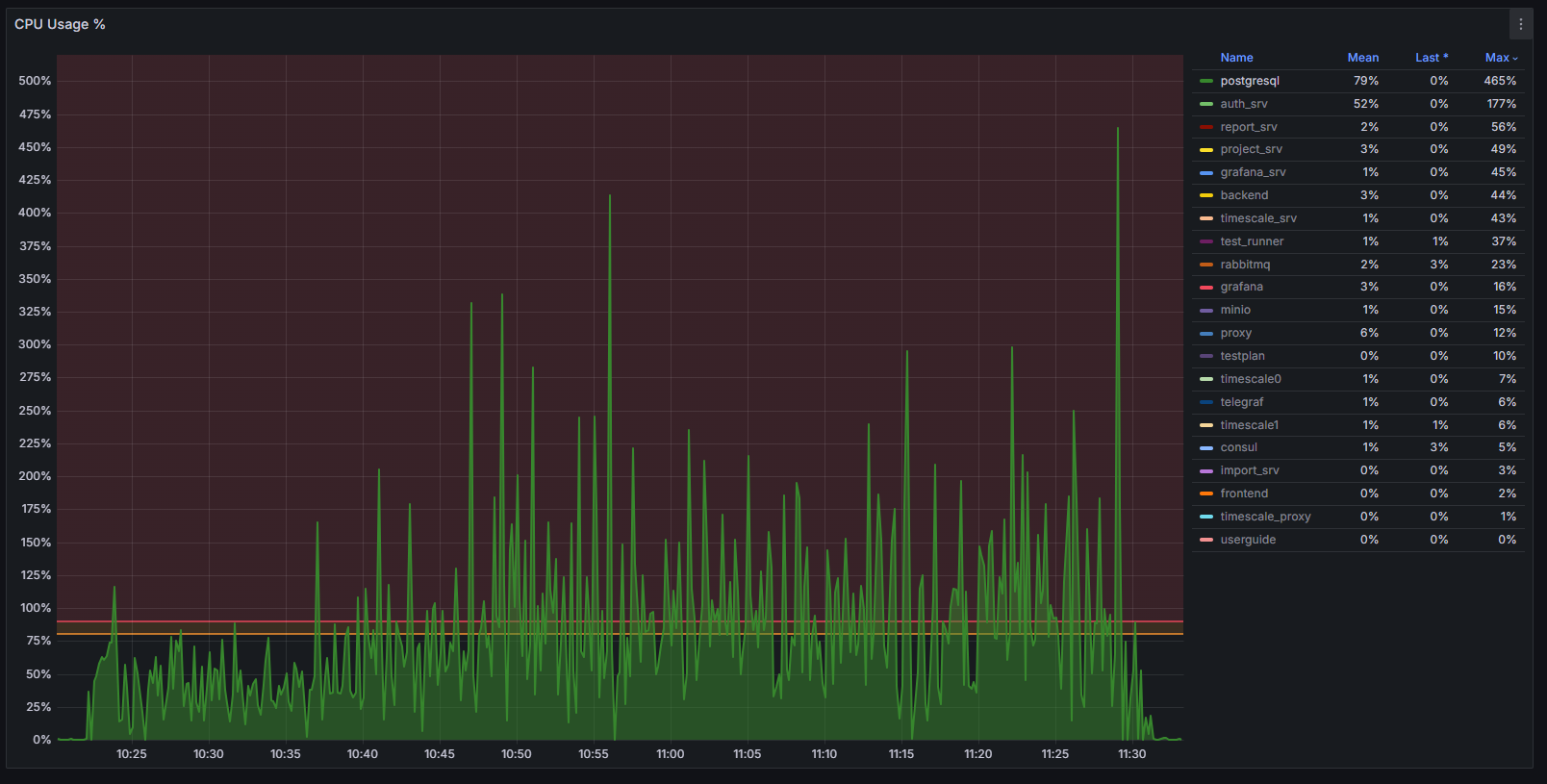
### Утилизация аппаратных ресурсов

*Рисунок 3 – График утилизации CPU.*

**

*Рисунок 4 – График утилизации ОЗУ.*

Исходя из выше представленных графиков (Рисунок 3, Рисунок 4), можно сделать вывод, что утилизация аппаратных ресурсов находится в пределах допустимого и не превышает 50% по ресурсам CPU и 40% по использованной оперативной памяти.

*Рисунок 5 – График утилизации CPU контейнера postgresql.*

На графике (Рисунок 5), наблюдается избыточное потребление аппаратных ресурсов CPU контейнером postgresql по сравнению с другими контейнерами.

### Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки

*Таблица 7 – Общее соответствие критериям.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Критерий\ступень теста** | 100% | 120% | 140% | 160% | 180% | 200% |
| Требования ко времени отклика |  |  |  |  |  |  |
| Требования к утилизации CPU сервера |  |  |  |  |  |  |
| Требования к утилизации ОЗУ сервера |  |  |  |  |  |  |
| Требование к % ошибок |  |  |  |  |  |  |

Таблица 7 показывает, что по утилизации аппаратных ресурсов и требованиям к проценту ошибок, значения находятся в пределах допустимого на протяжении всего теста. Однако, начиная с 3-й ступени (160%/ 34 мин), наблюдается нарушение по времени отклика.

Подробно рассмотреть 90% по времени отклика (время, указывающее на то, что 90% операций совершились за меньшее время) можно в Таблице 8.

*Таблица 8 – Соответствие требованиям времени отклика.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Операция** | **ТВО** | 100% | 120% | 140% | 160% | 180% | 200% |
| UC\_01\_SingUp | 12 | 5,023 | 6,016 | 8,421 | 12,234 | 13,83 | 14,903 |
| UC\_02\_Create\_Report | 8 | 4,027 | 5,101 | 7,306 | 10,506 | 12,63 | 13,789 |
| UC\_03\_Create\_Test | 8 | 3,583 | 4,675 | 6,968 | 9,864 | 12,178 | 13,399 |
| UC\_04\_Create\_Trend | 10 | 5,536 | 7,217 | 9,407 | 12,981 | 16,338 | 17,732 |
| UC\_05\_Run\_Test | 10 | 5,654 | 7,046 | 9,664 | 14,282 | 17,064 | 18,482 |

Из таблицы выше можно увидеть, что начиная с 3-й ступени нагрузки (160% / 34 мин.), нарушается требования по времени отклика по всем операциям.

### Результаты теста

* Определена максимальная производительность системы в 140%;
* При повышении интенсивности нагрузки выше 140% и до 200% требования по времени отклика нарушаются;
* Замечено высокое потребление ресурсов CPU контейнером postgresql;
* Найдены неоптимальные запросы к базе данных. Подробнее в [Приложении 2](#_Приложение_2._Неоптимизированные);
* На протяжении всего теста утилизация CPU и ОЗУ не превышала нормы;
* По завершению теста были соблюдены требования по % ошибок.

## Тестирование подтверждения максимальной производительности

Наполнение БД производится посредством скриптов, написанных с помощью LoadRunner.

*Таблица 9 – Наполнение БД.*

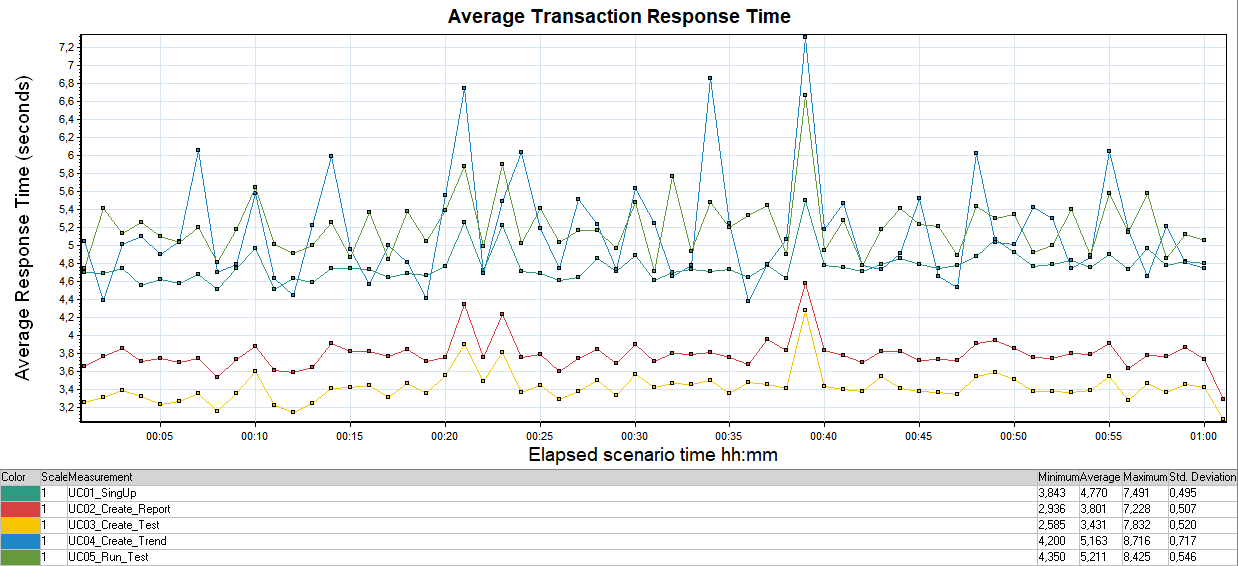
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тест | Наполнение БД | колличесвто |
| Подтверждение максимальной производительности на текущих объемах | УЗ: | 5000 |
| Тесты: | 5000 |

### Интенсивность нагрузки

*Таблица 10 – Интенсивность подаваемой нагрузки теста подтверждения максимальной производительности для 140% нагрузки.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Операция \ Интенсивность** | **140%** |
|
| UC\_01\_SingUp | 2100 |
| UC\_02\_Create\_Report | 3150 |
| UC\_03\_Create\_Test | 3150 |
| UC\_04\_Create\_Trend | 140 |
| UC\_05\_Run\_Test | 420 |
| Всего | 8960 |

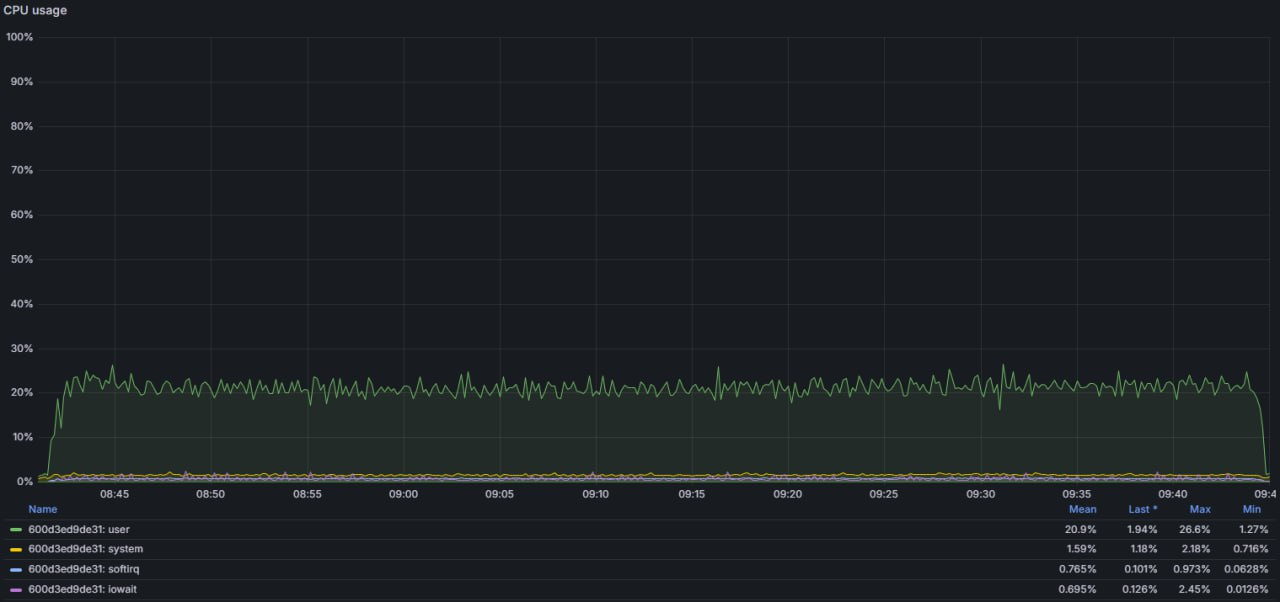
Тестирование проходит на 2-й (140%) ступени нагрузки определенную на тесте поиска максимальной производительности. Интенсивность операций указана в Таблице 10.

*Рисунок 6 – График времени отклика Load Runner Analysis.*

На графике Рисунка 6 отображены времена откликов по всем операциям за все время теста.

### Утилизация аппаратных ресурсов

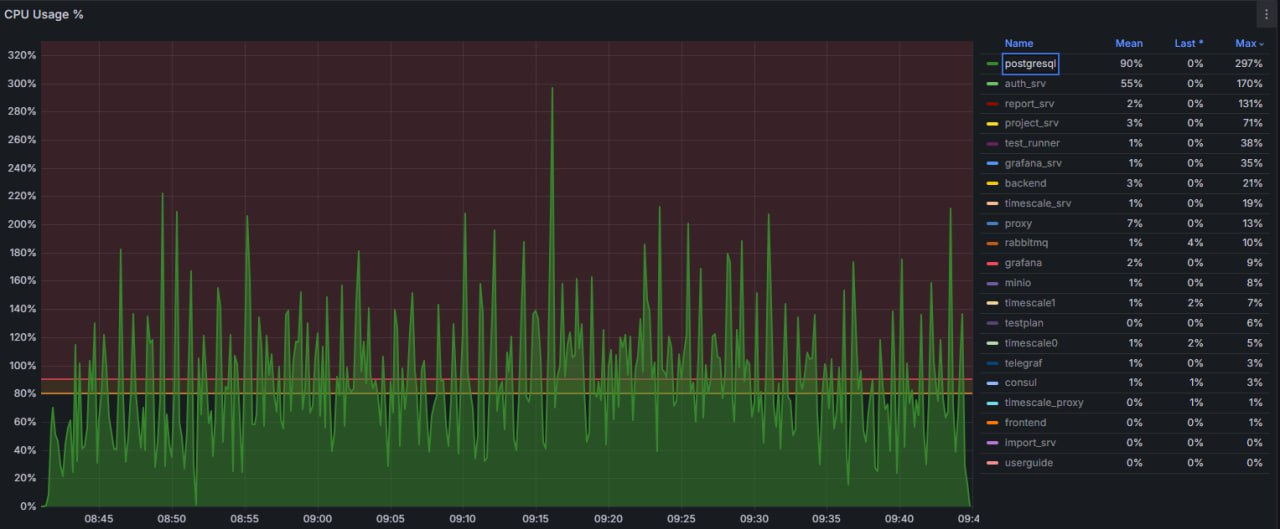
*Рисунок 7 – График утилизации CPU.*

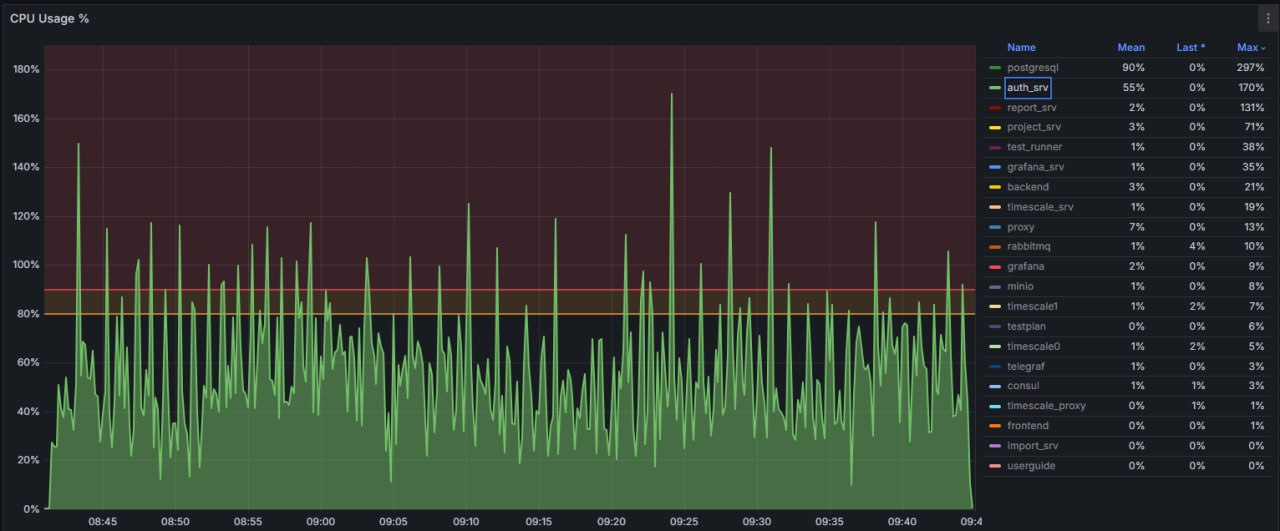
**

*Рисунок 8 – График утилизации ОЗУ.*

Исходя из выше представленных графиков (Рисунок 7, Рисунок 8), можно сделать вывод, что утилизация аппаратных ресурсов в пределах допустимого. Утилизация CPU не превышала 30%, утилизация оперативной памяти не превышала 50%.

*Рисунок 9 – График утилизации CPU контейнера postgresql.*

**

*Рисунок 10 – График утилизации CPU контейнера auth\_srv.*

На графиках (Рисунок 9, Рисунок 10), наблюдается высокое потребление аппаратных ресурсов CPU контейнерами postgresql и auth\_srv по сравнению с другими контейнерами.

### Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки

*Таблица 11 – ТВО теста подтверждения максимальной производительности на 140%.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Время начала** | 01:24 | 51:24 | 01:24 |
|  | **Конец** | 11:24 | 01:01:24 | 01:01:24 |
| **Операция** | **ТВО** | **1-ые 10 минут** | **10 минут до конца** | **Все время** |
| **Регистрация** | 12 | 5,215 | 5,462 | 5,414 |
| **Создание отчета** | 8 | 4,228 | 4,481 | 4,423 |
| **Создание теста** | 8 | 3,815 | 3,976 | 4,07 |
| **Создание тренда** | 10 | 5,835 | 5,865 | 6,269 |
| **Запуск теста** | 10 | 5,674 | 5,786 | 5,82 |

Из Таблицы 11 видно, что на протяжении теста не наблюдается деградация системы по времени отклика.

По результатам теста все критерии успешности соблюдаются.

### Результаты теста

* Подтверждена максимальная производительность системы в 140%;
* По результатам теста не обнаружена деградация по времени отклика;
* Замечено высокое потребление ресурсов CPU контейнерами postgresql и auth\_srv;
* На протяжении всего теста утилизация CPU и ОЗУ не превышала нормы;
* По завершению теста были соблюдены требования по % ошибок.

## Тестирование на увеличенных объемах в БД

Наполнение БД производится посредством скриптов, написанных с помощью LoadRunner.

*Таблица 12 – Наполнение БД.*

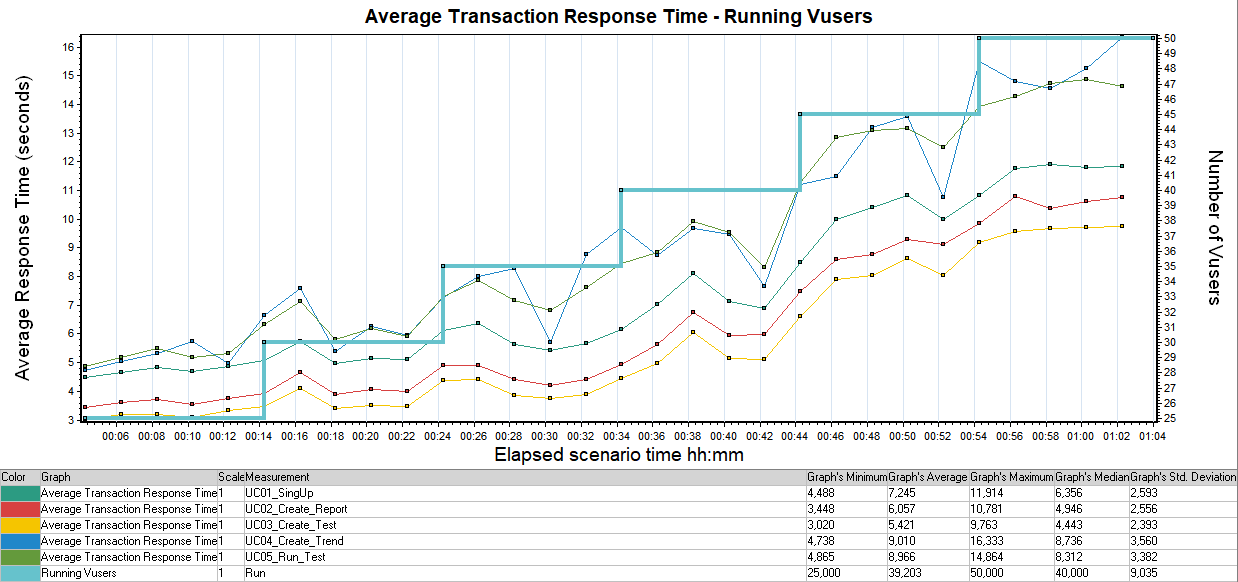
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Тесты | Наполнение БД | колличесвто |
| Определение максимальной производительности на увеличенных объемах | УЗ: | 41381 |
| Тесты: | 54206 |

### Интенсивность нагрузки

*Таблица 13 – Интенсивность подаваемой нагрузки на разных ступенях теста поиска максимальной производительности на увеличенных объемах.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Операция \ Интенсивность** | **100%** | **120%** | **140%** | **160%** | **180%** | **200%** |
|
| UC\_01\_SingUp | 1500 | 1800 | 2100 | 2400 | 2700 | 3000 |
| UC\_02\_Create\_Report | 2250 | 2700 | 3150 | 3600 | 4050 | 4500 |
| UC\_03\_Create\_Test | 2250 | 2700 | 3150 | 3600 | 4050 | 4500 |
| UC\_04\_Create\_Trend | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 |
| UC\_05\_Run\_Test | 300 | 360 | 420 | 480 | 540 | 600 |
| Всего | 6400 | 7680 | 8960 | 10240 | 11520 | 12800 |

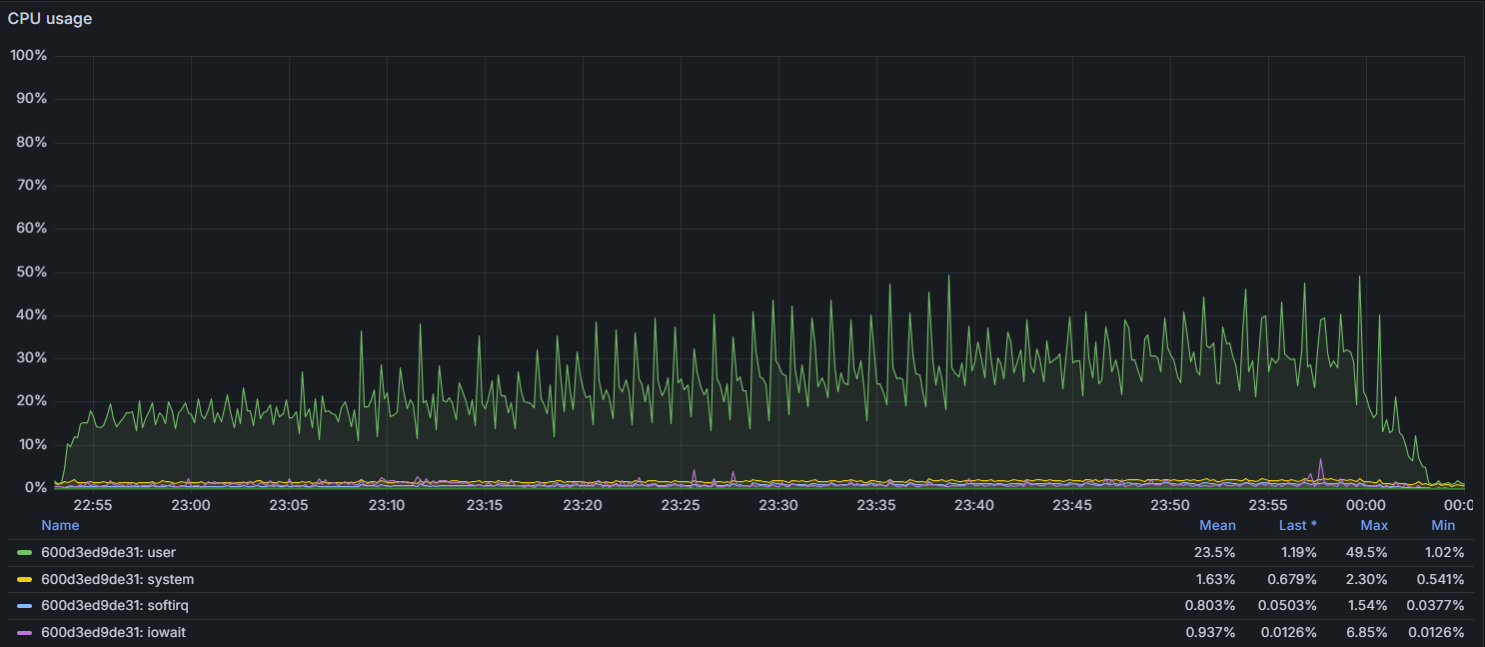
*Рисунок 11 – График времени отклика Load Runner Analysis.*



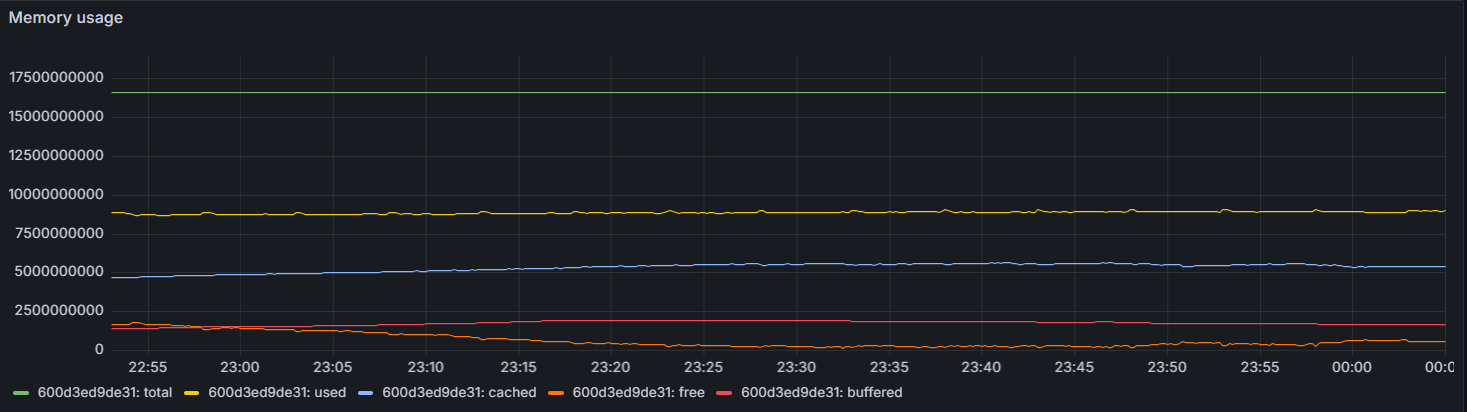
На графике (Рисунок 11) отображено влияние повышения нагрузки на среднее время отклика по всем операциям сценария теста. Каждая новая ступень обозначает повышение интенсивности нагрузки на 20% соответственно в Таблице 13 указанной выше.

### Утилизация аппаратных ресурсов

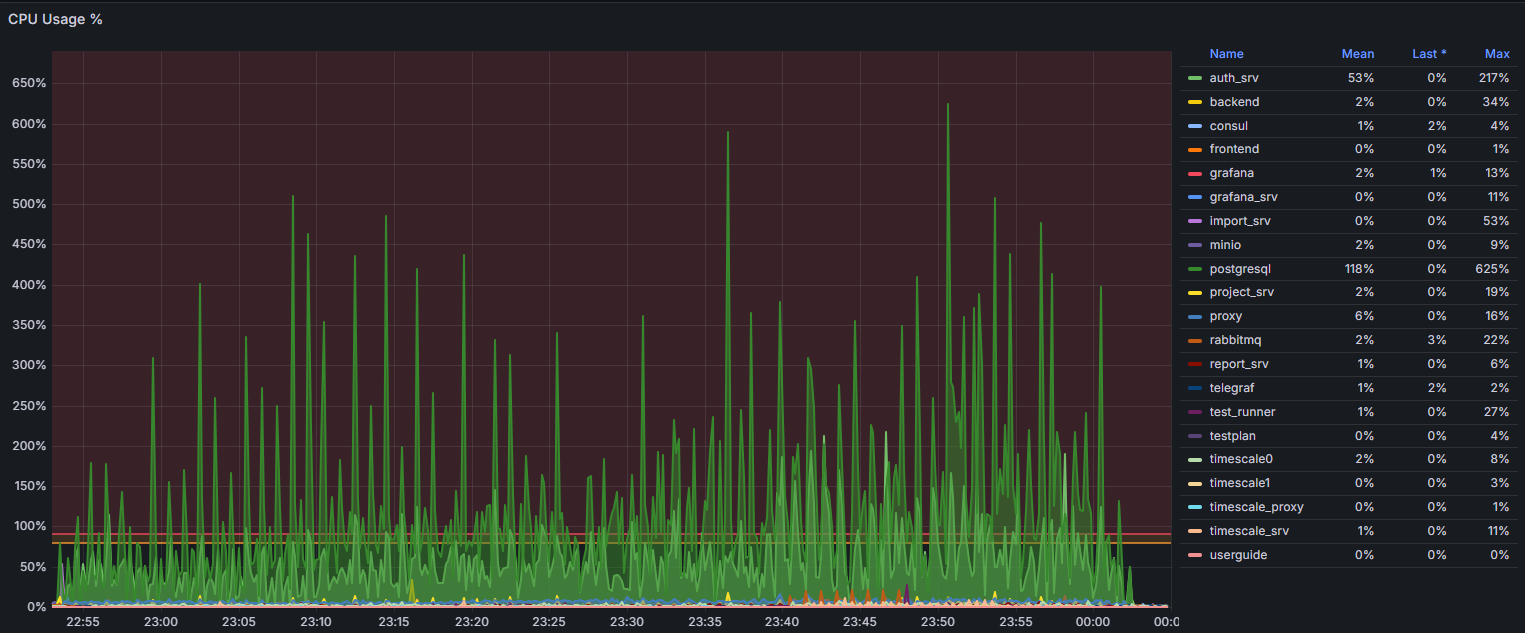
*Рисунок 12 – График утилизации CPU.*

**

*Рисунок 13 – График утилизации ОЗУ.*

**

Исходя из выше представленных графиков (Рисунок 12, Рисунок 13), можно сделать вывод, что утилизация аппаратных ресурсов в пределах допустимого и не превышала 50% CPU и 55% оперативной памяти.

*Рисунок 14 – График утилизации CPU контейнера.*

На графике (Рисунок 14), наблюдается избыточное потребление аппаратных ресурсов CPU контейнерами postgresql и auth\_srv.

### Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки

*Таблица 14 – Общее соответствие критериям.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Критерий\ступень теста** | **100%** | **120%** | **140%** | **160%** | **180%** | **200%** |
| Требования ко времени отклика |  |  |  |  |  |  |
| Требования к утилизации CPU сервера |  |  |  |  |  |  |
| Требования к утилизации ОЗУ сервера |  |  |  |  |  |  |
| Требование к % ошибок |  |  |  |  |  |  |

*Таблица 15 – Соответствие требованиям времени отклика.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Время начала** | 04:56 | 14:56 | 24:56 | 34:56 | 44:56 | 54:56 |
|  | **Конец** | 14:56 | 24:56 | 34:56 | 44:56 | 54:56 | 01:04:56 |
| **Операция** | **ТВО** | **100%** | **120%** | **140%** | **160%** | **180%** | **200%** |
| Регистрация | 12 | 5,313 | 6,419 | 7,661 | 9,301 | 12,499 | 14,143 |
| Создание отчета | 8 | 4,109 | 5,169 | 6,215 | 8,005 | 11,063 | 12,83 |
| Создание теста | 8 | 3,694 | 4,462 | 5,685 | 7,145 | 10,116 | 12,061 |
| Создание тренда | 10 | 5,968 | 7,802 | 10,377 | 11,785 | 16,873 | 18,008 |
| Запуск теста | 12 | 5,877 | 7,802 | 9,952 | 11,153 | 16,35 | 17,701 |

Таблица 14 и таблица 15 показывают, что значения утилизации аппаратных ресурсов и процент ошибок находятся в пределах допустимого на протяжении всего теста. Однако, начиная с 2-й ступени (140%/ 24 мин) наблюдается нарушение времени отклика по операции создания тренда.

### Результаты теста

* Определена максимальная производительность системы в 120%;
* При повышении интенсивности нагрузки выше 120% требования по времени отклика нарушаются;
* Обнаружено высокое потребление ресурсов CPU контейнерами postgresql и auth\_srv;
* На протяжении всего теста утилизация CPU и ОЗУ не превышала нормы;
* По завершению теста были соблюдены требования по % ошибок.

# Системный анализ

## Неоптимизированные запросы к базе данных

Проанализировав статистику pg\_stat\_statement после проведения теста, было найдено два неоптимизированных запросов.

### Выборка групп пользователя

Этот запрос, выводит данные о группах, в которых состоит пользователь.

Среднее время выполнения: 118,97 мс, % Занимаемого времени: 48,86%.

**with** *team\_ids* **as** (

**select**

*tm*.team\_id *id*

**from**

team\_member *tm*

**where**

tm.user\_id = $1)

**select**

\*

**from**

team\_ext\_view *te*

**where**

id **in** (

**select**

id

**from**

team\_ids)

**limit** $2;

Рекомендация по устранению: добавить индекс по полю user\_id в таблице team\_member

### Выборка версий тестов

Запрос выводит список версий тестов, указанных в условии.

Имеются похожие запросы, но с разным количеством набором параметров в условии выборки.

Среднее время выполнения: 835,15 мс, %Занимаемого времени: 15,54% , %Занимаемого времени с учетом похожих запросов: 29,32%

**select**

*testprojec0\_*.id **as** *id1\_3\_*,

*testprojec0\_*.comment **as** *comment2\_3\_*,

*testprojec0\_*.content\_format **as** *content\_3\_3\_*,

*testprojec0\_*.content\_model\_version **as** *content\_4\_3\_*,

*testprojec0\_*.created\_by\_user\_id **as** *created\_5\_3\_*,

*testprojec0\_*.created\_on **as** *created\_6\_3\_*,

*testprojec0\_*.location **as** *location7\_3\_*,

*testprojec0\_*.request\_count **as** *request\_8\_3\_*,

*testprojec0\_*.settings\_id **as** *settings9\_3\_*,

*testprojec0\_*.test\_project\_id **as** *test\_pr10\_3\_*,

*testprojec0\_*.test\_type **as** *test\_ty11\_3\_*,

*testprojec0\_*.total\_duration **as** *total\_d12\_3\_*,

*testprojec0\_*.version\_number **as** *version13\_3\_*

**from**

project\_version *testprojec0\_*

**where**

*testprojec0\_*.test\_project\_id **in** ('Набор из 999 параметров')

Рекомендация по устранению: добавить индекс по полю test\_project\_id в таблице project\_version

### Сравнительная статистика времени отработки неоптимальных запросов

1. Времена отработки [запроса, выводящего список групп, в котором состоит пользователь](#_Выборка_групп_пользователя)

*Таблица 16 – Сравнительная статистика запроса 1.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Время: | Общее, мс | Минимальное, мс | Максимальное, мс | Среднее, мс | %Времени |
| Начальные объемы | 1722262,00 | 101,70 | 265,67 | 118,97 | 48,86% |
| Увеличенные объемы | 20239560,00 | 95,17 | 4237,04 | 245,74 | 38,88% |
| Отношение | 1175,17% | 93,58% | 1594,85% | 206,56% | -9,98% |

1. Времена отработки [запроса, выводящего список версий тестов](#_Выборка_версий_тестов)

*Таблица 17– Сравнительная статистика запроса 2.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Время: | Общее, мс | Минимальное, мс | Максимальное, мс | Среднее, мс | %Времени |
| Начальные объемы | 547855,70 | 732,37 | 1062,94 | 835,15 | 15,54% |
| Увеличенные объемы | 19445010,00 | 634,67 | 3833,13 | 1329,57 | 37,36% |
| Отношение | 3549,29% | 86,66% | 360,62% | 159,20% | 21,82% |

Из Таблиц 16 и 17 видно, что время отработки запросов на увеличенных объемах в среднем увеличивается на 206% и 159% соответственно описанным запросам выше.

## Запрос получения страницы трендов

Если на странице тредов в группе пользователя имеется 468 уже созданных трендов, при посылании запроса **https://dev-boomq.pflb.ru/test-srv/slaReportProfile** в транзакции UC04\_T02\_open\_trendingPage, возникает ошибка *HTTP Status-Code-500 (Internal Server Error] for "https://dev-boomq.pflb.ru/test-srv/slaReportProfile"*

Код запроса в cкрипте UC04\_Create\_Treand:

    web\_url("slaReportProfile",   
        "URL=**https://dev-boomq.pflb.ru/test-srv/slaReportProfile**",   
        "Resource=**0**",   
        "RecContentType=**application/json**",   
        "Referer=**https://dev-boomq.pflb.ru/account/sla-report-profiles**",   
        "Snapshot=**t10.inf**",   
        "Mode=**HTML**",   
        **LAST**);

Ответ запроса имеет вид:

[

{

"id": 7714,

"name": "test\_name\_rMBVLNdyuku6FgoCMOzNqXxxViwImBsLqI9BBxRy",

"projectId": 12535,

"projectName": "TestName\_UPERSUTNB37EbP65UKV7BeUmkAAoN61Nq5AsEvrT",

"baselineTestId": null,

"testFilterExpressionList": […],

"testLimit": null,

"chartProfileList": […],

"tableProfileList": []

},

{…},

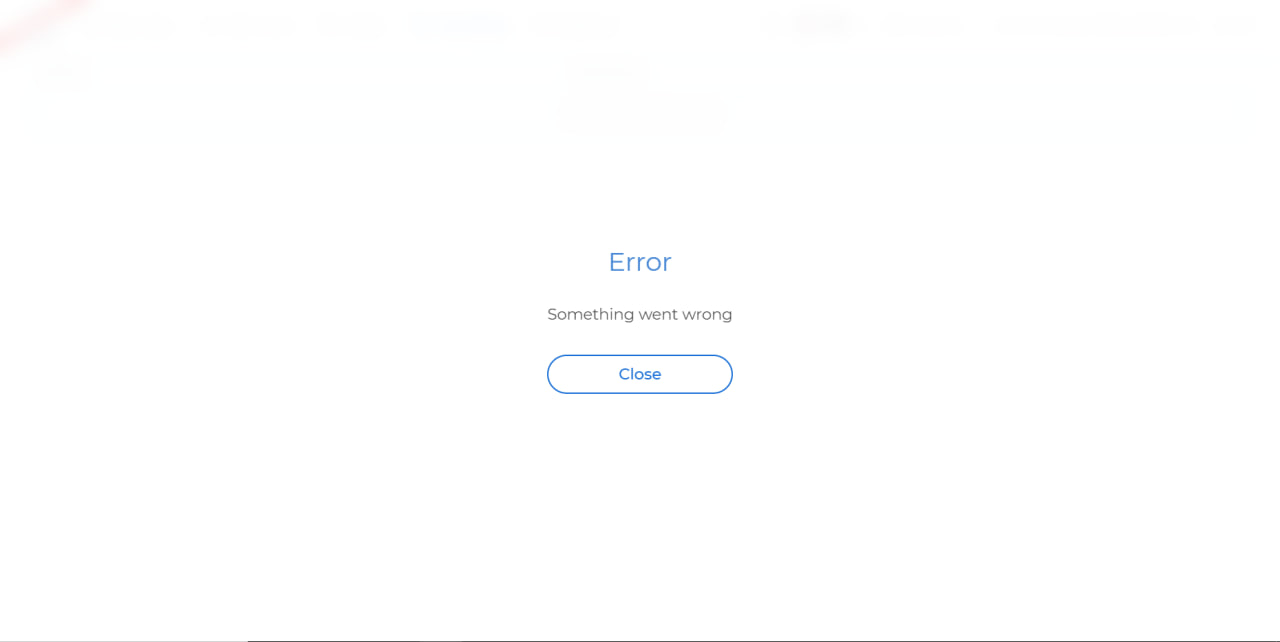
{…},

{…},

]

То есть при этом запросе сервер пытается сформировать ответ, включающий в себя информацию о 468 созданных трендов в виде JSON файла. После чего возникает ошибка на стороне сервера, вид ошибки в GUI показан на Рисунке 15.

*Рисунок 15 – Вид ошибки.*



Рекомендация по устранению: ограничить количество отображаемых элементов на странице трендов до 10, добавить пагинацию.

## Запрос получения страницы запуска тестов

При посылании запроса **https://dev-boomq.pflb.ru/test-srv/user** в транзакции UC05\_T03\_04\_run\_test, возникает ошибка *HTTP Status-Code-500 (Internal Server Error] for "* ***https://dev-boomq.pflb.ru/test-srv/user****".*

Ошибка возникает из-за попытки сервера сформировать ответ, включающий в себя информацию о пользователях (userId и userEmail), которые запускали тест минимум один раз.

Код запроса в скрипте UC05\_Run\_Test

    web\_url("user\_3",   
        "URL=**https://dev-boomq.pflb.ru/test-srv/user**",   
        "Resource=**0**",   
        "RecContentType=**application/json**",   
        "Referer=**https://dev-boomq.pflb.ru/account/test-runs**",   
        "Snapshot=**t20.inf**",   
        "Mode=**HTML**",   
        **LAST**);

Вид ответа на запрос:

[

{

"userId": 1873,

"userEmail": " test\_name\_35guhrk519cxaxie9krf@mail.ru "

},

{…},

{…},

{…},

{

"userId": 7759,

"userEmail": "test\_user\_64qyqsm6ueow40oho05h@mail.ru"

}

]

Рекомендация по устранению: ограничить количество передаваемой информации о пользователях, до размера необходимого для отображения страницы запусков.

# Приложение

## Приложение 1. Архитектура Boomq



## Приложение 2. Неоптимизированные запросы к базе данных PostgreSQL



## Приложение 3. Методика НТ



## Приложение 4. Расчеты

В архиве ниже содержатся расчеты параметров интенсивности, сравнительная статистика времени отклика на каждой ступени всех проведенных тестах, описанных в главе «Результаты нагрузочного тестирования», сравнительная статистика отработки неоптимальных SQL запросов во время тестов поиска максимальной производительности и поиска максимальной производительности на увеличенных объемах данных.



# Контакты

В разделе указываются контакты ООО «Перфоманс Лаб», а также контакты лица, подготовившего документ.

ООО «Перфоманс Лаб»

121087 Москва, ул. Барклая, 6, стр.5, офис 511

Телефон: +7 495 780 9228

Факс: +7 495 780 9228

[http://performance-lab.ru](http://performance-lab.ru/)

Генеральный директор: Кутузов Максим Юрьевич

Документ подготовили:

Савиных Кирилл Сергеевич, инженер по нагрузочному тестированию ПО

savinyh.k44@gmail.com

моб. тел. +7 912 464 32 49

Бояров Евгений Владиславович, инженер по нагрузочному тестированию ПО

eugenij.bojarov@gmail.com

моб. тел. +7 902 153 51 27

Ковалев Максим Андреевич, инженер по нагрузочному тестированию ПО

thefrap@mail.ru

моб. тел. +7 937 231 20 13