**Методика нагрузочного тестирования**

**Advantage online shopping**

Версия системы 3.3

**Версия документа 1.0**

Саратов 2025г.

**Содержание**

[История изменений 5](#_Toc188623080)

[1 Сокращения и терминология 6](#_Toc188623081)

[1.1 Сокращения 6](#_Toc188623082)

[2 Введение 8](#_Toc188623083)

[3 Цели и задачи тестирования 9](#_Toc188623084)

[3.1 Цели НТ 9](#_Toc188623085)

[3.2 Задачи НТ 9](#_Toc188623086)

[4 Ограничения тестирования 10](#_Toc188623087)

[4.1 Ограничения тестирования 10](#_Toc188623088)

[4.2 Риски тестирования 10](#_Toc188623089)

[5 Объект тестирования 11](#_Toc188623090)

[5.1 Общие сведения 11](#_Toc188623091)

[5.2 Архитектура системы 11](#_Toc188623092)

[5.3 Схема тестирования 12](#_Toc188623093)

[6 Наполнение БД 13](#_Toc188623094)

[7 Стратегия тестирования 14](#_Toc188623095)

[7.1 Виды нагрузочного тестирования 14](#_Toc188623096)

[7.2 Критерии успешного завершения нагрузочного тестирования 16](#_Toc188623097)

[8 Моделирование нагрузки 17](#_Toc188623098)

[8.1 Обзор 17](#_Toc188623099)

[8.2 Профили нагрузки 17](#_Toc188623100)

[8.3 Сценарии использования 18](#_Toc188623101)

[8.4 Тестовые данные 20](#_Toc188623102)

[9 Планируемые тесты 21](#_Toc188623103)

[9.1 Перечень типов тестов в данном тестировании 21](#_Toc188623104)

[9.2 Критерии успешности проведения тестов 21](#_Toc188623105)

[10 Мониторинг 22](#_Toc188623106)

[10.1 Описание средств мониторинга 22](#_Toc188623107)

[10.2 Описание мониторинга ресурсов 22](#_Toc188623108)

[10.3 Описание измерений бизнес-характеристик 22](#_Toc188623109)

[11 Материалы, подлежащие сдаче 23](#_Toc188623110)

**Лист согласования**

Таблица 1. Согласование

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Отдел,**  **Должность** | **ФИО** | **Результат согласования** | **Подпись** | **Дата** |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

**История изменений**

Таблица 2. История изменений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дата** | **Версия** | **Описание** | **Автор** |
| 09.01.25 | 0.1 | Начальная версия | Анна Петрусова |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

# Сокращения и терминология

## Сокращения

Таблица 3. Сокращения

|  |  |
| --- | --- |
| **Сокращение** | **Расшифровка** |
| VU | виртуальный пользователь (virtual user) |
| ВП | виртуальный пользователь (virtual user) |
| МНТ | методика нагрузочного тестирования |
| НТ | нагрузочное тестирование |
| ОС | операционная система |
| ОП | оперативная память |
| ПО | программное обеспечение |
| СНТ | средства нагрузочного тестирования. |
| БД | база данных |
| SSD | Solid State Drive |

Таблица 4. Терминология

| **Термин** | **Определение** |
| --- | --- |
| Автоматизированная система | Совокупность прикладного программного обеспечения, являющаяся предметом (объектом) исследования в проекте нагрузочного тестирования |
| Бизнес-процесс, пользовательский сценарий | Последовательность связанных активностей (шагов), исполняемых сотрудниками или системами, имеющая внутреннее устройство и результат, представляющие ценность для бизнеса |
| Поток (Tread) | Программный процесс, моделирующий работу одного пользователя в Системе или внешнего подключения к Системе. Циклически выполняет операции моделируемого пользовательского сценария использования автоматизированной системы.  Синоним – виртуальный пользователь. |
| Интенсивность выполнения операции | Количество операций, выполняемых в единицу времени, в тестовом скрипте задается интервалом времени между итерациями. Обычно измеряется в оп/час, оп/мин, оп/сек |
| Итерация | Один повтор выполняемый одним виртуальным пользователем моделируемого пользовательского сценария |
| Качество обслуживания (SLA) | Совокупность показателей, характеризующих возможность обработки системой операций с приемлемой/требуемой длительностью обработки и количеством сбойных операций (отказы в обслуживании) |
| Максимальная производительность | Наивысшая интенсивность выполнения операций, обслуживаемых системой с соблюдением требуемого качества обслуживания (удовлетворяет SLA) |
| Модель нагрузки | Набор профилей нагрузки, наиболее точно характеризующих работу Системы |
| Пэйсинг / pacing | Временной промежуток между каждой полной итерацией бизнес-процесса |

# Введение

В настоящем документе описаны и определены стратегия и принципы нагрузочного тестирования системы «Advantage online shopping» версии 3.3 (далее упоминается как «Система» или «Продукт»), представляющей собой приложение для отработки навыков тестирования.

Методика нагрузочного тестирования (МНТ) разрабатывается для решения следующих задач:

* Определить содержание работ.
* Определить имеющиеся ограничения, порядок выполнения тестов и обработки результатов.

# Цели и задачи тестирования

## Цели НТ

Бизнес-цели:

* Проверка соответствия системы «Advantage online shopping» целевым требованиям производительности.

Технические цели:

* Определение максимальной производительности системы.
* Проверка стабильности системы.
* Выявление факторов, ограничивающих процесс НТ.

## Задачи НТ

Для достижения целей нагрузочного тестирования необходимо выполнить ряд задач:

1. Разработать методику нагрузочного тестирования, описывающую стратегию и подходы к проведению нагрузочного тестирования на каждом этапе.
2. Предположить, какими могут быть исходные данные по нагрузке. Подготовить тестовые сценарии. Составить профиль нагрузки на систему.
3. На основании профиля НТ разработать скрипты для тестирования.
4. Развернуть агенты мониторинга, используемые в процессе тестирования.
5. Провести следующие тесты:

* Тест максимальной производительности системы.
* Тест подтверждения максимальной производительности системы.
* Тест стабильности.

1. Проанализировать результаты тестирования, сделать выводы о стабильности системы и её максимальной производительности, а также факторах, ограничивающих процесс тестирования.

# Ограничения тестирования

## Ограничения тестирования

1. Несоответствие поведения реального пользователя и VU(для тестирования используется закрытая модель, при этом реальное поведение пользователя лучше описывает открытая).
2. Для тестирования будет использован промышленный стенд, доступ к которому для третьих лиц не будет ограничен. Таким образом, возможно влияние обстоятельств, не связанных с процессом тестирования.
3. Отсутствие мониторинга параметров утилизации тестируемой системы из-за невозможности установки агентов мониторинга на сервера тестируемой системы.
4. Расположение генератора нагрузки на удалении от тестируемой системы (не в одной локальной сети) приводит к влиянию качества сети на результаты тестирования.

## Риски тестирования

1. Поскольку тестирование проводится обучающимися, существует вероятность подбора профиля НТ исходя из заниженных величин интенсивности. При этом есть риск не достигнуть максимальной производительности при соответствующем тестировании. В подобном случае за масимальную производительность системы будет принята производитльность на последней ступени.
2. Наличие функциональных ошибок / багов системы может отразиться на разработке и запуске нагрузочных скриптов, что приведёт к увеличению времени отладки скриптов, а также к возникновению ошибок в процессе тестирования, не связанных с интенсивностью нагрузки.

# Объект тестирования

## Общие сведения

«Advantage online shopping» (AOS) представляет собой систему, используемую компанией OpenText в качестве тестируемого приложения во время демонстраций продукта для клиентов. Система имитирует сайт, на котором можно подобрать и купить предметы техники, при этом пользователь должен быть зарегистрирован в системе.

## Архитектура системы

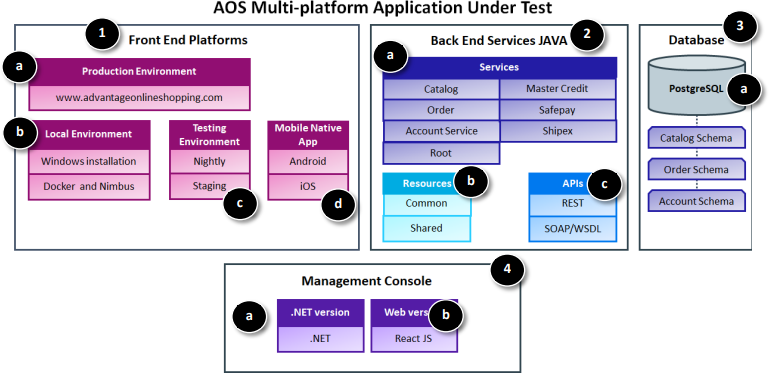


Рисунок 1. Архитектура системы

Архитектура системы представлена следующими компонентами:

1. Фронтенд – позволяет пользователю взаимодействовать с системой. Включает в себя три среды: производственную, локальную (система предоставляет возможность установки локальной копии), тестовую (a-c соотвестственно). Кроме того, сюда входит мобильное приложение (d), использующее производственную среду.
2. Бэкенд – включает в себя 7 сервисов (a) для работы с пользовательскими запросами, хранилище для файлов сервисов (b). Также система предоставляет APIs (c).
3. База данных под управлением PostgreSQL (a).
4. Консоли управления (a-b).

## Схема тестирования

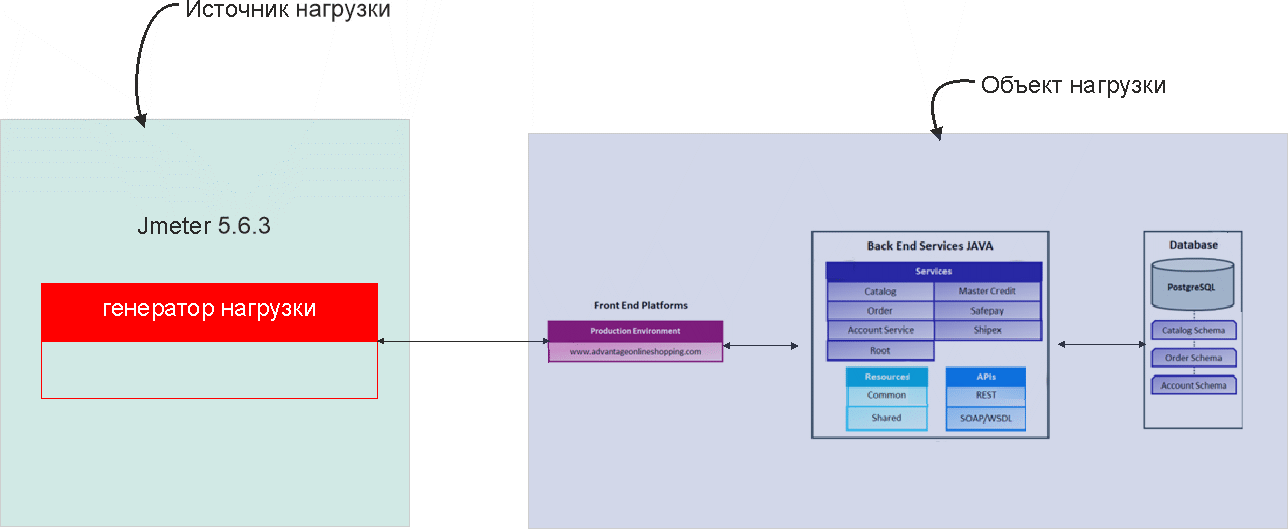


Рисунок 2. Схема тестирования

Тестированию будет подвергаться производственная среда. Такие части системы, как консоль и другие среды не являются объектами тестирования.

Объектом нагрузки является промышленный стенд.

Конфигурация генератора нагрузки:

* ОС: Windows 10 Pro 22H2,
* процессор: Intel(R) Core(TM) i5-7600K CPU @ 3.80GHz 3.79 GHz,
* ОП: 16,0 ГБ,
* SSD накопитель WD Blue SA510 2.5 1TB (скорость чтения/записи: 560/530 МБ/с),
* Сетевой адаптер: Realtek PCIe GbE, скорость интернета 80 Mбит/сек.

# Наполнение БД

Система имеет одну БД под управлением PostgreSQL. Объем БД системы неизвестен. Предполагается, что данные, добавляемые в БД в процесссе тестирования, незначительно повышают её объем и не оказывают существенного влияния на работу системы. Перед проведением тестирования в БД добавляются пользователи с одним заказом с помощью дополнительного скрипта (отмечен как Pre-script). По окончании тестирования часть тестовых данных удаляется с помощью дополнительного скрипта (отмечен как Post-script). Другая часть тестовых данных (профили пользователей с рандомными данными) удалятся заказчиком.

# Стратегия тестирования

## Виды нагрузочного тестирования

### Определение и подтверждение максимальной производительности

При тестировании выполняется серия тестов:

* пошаговое увеличение нагрузки;
* контрольный тест для определения показателей производительности.

1. Тест завершается по истечении отведённого времени либо в следующих случаях:

* 90 Percentile времен отклика по транзакциям, которые включают в себя атомарные действия пользователя, превысили SLA (таблица 5).
* 90 Percentile времен отклика по бизнес-транзакциям превысили pacing (таблица 5).
* Количество ошибок в разрезе каждой транзакции превысило 5% от общего количества транзакций (таблица 5).
* исчерпаны системные или аппаратные ресурсы генератора нагрузки.

Таблица 5. Допустимые времена откликов и количество ошибок в разрезе каждой транзакции для тестов поиска максимума и подтверждения максимума

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Транзакция** | **Допустимое время отклика, с, 90 Percentile** | **SLA: Допустимое количество ошибок, %** |
| 1\_Регистрация | 150 (pacing) | 5 |
| 2\_Покупка с выбором из категории | 72 (pacing) | 5 |
| 3\_Быстрая покупка | 155 (pacing) | 5 |
| 4\_Удаление заказа | 115 (pacing) | 5 |
| 5\_Просмотр заказов | 70 (pacing) | 5 |
| 6\_Выбор без покупки | 72 (pacing) | 5 |
| add\_to\_cart | 1 (SLA) | 5 |
| delete\_order | 1 (SLA) | 5 |
| login | 1 (SLA) | 5 |
| logout | 0,5 (SLA) | 5 |
| open\_account | 1 (SLA) | 5 |
| open\_cart | 1 (SLA) | 5 |
| open\_category\_page | 2 (SLA) | 5 |
| open\_homepage | 4 (SLA) | 5 |
| open\_item\_page | 3,5 (SLA) | 5 |
| open\_order\_list | 1 (SLA) | 5 |
| open\_payment\_page | 2 (SLA) | 5 |
| open\_register\_page | 0,5 (SLA) | 5 |
| submit\_payment | 1 (SLA) | 5 |
| submit\_register\_data | 1 (SLA) | 5 |

Длительность между шагами повышения нагрузки (этап стабилизации нагрузки) определяется возможностью стабилизации системы и равна 2 мин.

По завершении теста фиксируется предельный уровень нагрузки L0.

1. Второй тест (контрольный тест для определения максимальной производительности) проводится на нагрузке 0,9\*L0. Длительность стабильной нагрузки при контрольном тесте равна 1 часу. Если в процессе тестирования система оказалась недогружена или перегружена, то значение нагрузки корректируется и второй тест проводится повторно.

Результатом тестирования является максимальный достигнутый уровень нагрузки (обозначается Lmax).

### Проверка стабильности системы (тестирование стабильности)

Тестирование стабильности проводится на 80% от уровня найденной максимальной производительности. Длительность теста подбирается исходя из требуемого периода доступности и равна 1,5 часа.

Тест завершается по истечении отведённого времени либо в следующих случаях:

* 90 Percentile времен отклика по транзакциям, которые включают в себя атомарные действия пользователя, превысили SLA (таблица 6).
* 90 Percentile времен отклика по бизнес-транзакциям превысили pacing (таблица 6).
* Количество ошибок в разрезе каждой транзакции превысило 5% от общего количества транзакций (таблица 6).
* исчерпаны системные или аппаратные ресурсы генератора нагрузки.

Таблица 6. Допустимые времена откликов и количество ошибок в разрезе каждой транзакции для теста стабильности

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Транзакция** | **Допустимое время отклика, с, 90 Percentile** | **SLA: Допустимое количество ошибок, %** |
| 1\_Регистрация | 187,5 (pacing) | 5 |
| 2\_Покупка с выбором из категории | 90 (pacing) | 5 |
| 3\_Быстрая покупка | 193,75 (pacing) | 5 |
| 4\_Удаление заказа | 115 (pacing) | 5 |
| 5\_Просмотр заказов | 87,5 (pacing) | 5 |
| 6\_Выбор без покупки | 90 (pacing) | 5 |
| add\_to\_cart | 1 (SLA) | 5 |
| delete\_order | 1 (SLA) | 5 |
| login | 1 (SLA) | 5 |
| logout | 0,5 (SLA) | 5 |
| open\_account | 1 (SLA) | 5 |
| open\_cart | 1 (SLA) | 5 |
| open\_category\_page | 2 (SLA) | 5 |
| open\_homepage | 4 (SLA) | 5 |
| open\_item\_page | 3,5 (SLA) | 5 |
| open\_order\_list | 1 (SLA) | 5 |
| open\_payment\_page | 2 (SLA) | 5 |
| open\_register\_page | 0,5 (SLA) | 5 |
| submit\_payment | 1 (SLA) | 5 |
| submit\_register\_data | 1 (SLA) | 5 |

Тест считается успешным, если в течение всего времени тестирования не превышены значения, указанные в таблице 6, а также не исчерпаны ресурсы генератора нагрузки.

## Критерии успешного завершения нагрузочного тестирования

Критериями успешного завершения нагрузочного тестирования являются:

* Выполнение всех запланированных тестов;
* Получение данных мониторинга.

# Моделирование нагрузки

## Обзор

СНТ разрабатываются с использованием ПО Apache Jmeter-5.6.3, предназначенного для создания тестов и проведения тестирования.

Моделирование нагрузки производится с использованием средств НТ путем эмуляции действий определенного количества пользователей. В процессе тестирования каждый поток циклически производит выполнение пользовательского сценария.

Величины задержки и количество потоков, выполняющих различные сценарии, расчитываются с использованием Excel шаблона (см. материалы, подлежащие сдаче: рабочие документы) на этапе подготовки стенда и средств НТ после написания скриптов и определения времени их работы в системе, не испытывающей нагрузку.

## Профили нагрузки

Модель нагрузки представляет собой набор профилей нагрузки.

В основе статистических данных лежат имеющиеся данные системы «WebTours 1.0», изменённые с учётом наиболее распространённых при выбре и покупке товара пользовательских действий. Так, были удалены все запросы, связанные с покупкой билета и добавлены аналогичные действия для покупки товара, в том числе покупка из специальных предложений.

На основе анализа статистики был выявлен следующий профиль нагрузки:

Таблица 7. Профиль P1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Название запроса** | **Название запроса в скриптах** | **Операций/час** | **Процент в профиле** |
| 1 | Главная страница | open\_homepage | 469 | 15% |
| 2 | Вход в систему | login | 432 | 14% |
| 3 | Переход на страницу конкретного товара | open\_item\_page | 330 | 11% |
| 4 | Выход из системы | logout | 330 | 11% |
| 5 | Добавление товара в корзину | add\_to\_cart | 310 | 10% |
| 6 | Переход на страницу категории товаров | open\_category\_page | 300 | 10% |
| 7 | Переход в корзину | open\_cart | 228 | 8% |
| 8 | Переход на страницу деталей оплаты | open\_payment\_page | 220 | 7% |
| 9 | Подтверждение оплаты | submit\_payment | 215 | 7% |
| 10 | Список заказов | open\_order\_list | 105 | 3% |
| 11 | Отмена заказа | delete\_order | 23 | 1% |
| 12 | Переход на страницу регистрации | open\_register\_page | 25 | 1% |
| 13 | Подтверждение регистрации | submit\_register\_data | 25 | 1% |
| 14 | Переход в личный кабинет | open\_account | 23 | 1% |
| **Итого** | | | 3035 | 100% |

## Сценарии использования

Предложены следующие сценарии использования системы:

* Сценарий 1: Регистрация
  + Главная страница
  + Переход на страницу регистрации
  + Подтверждение регистрации
  + Переход в личный кабинет
* Сценарий 2: Покупка с выбором из категории
  + Главная страница
  + Вход в систему
  + Переход на страницу категории товаров
  + Переход на страницу конкретного товара
  + Добавление товара в корзину
  + Переход в корзину
  + Переход на страницу деталей оплаты
  + Подтверждение оплаты
  + Выход из системы
* Сценарий 3: Быстрая покупка
  + Главная страница
  + Вход в систему
  + Переход на страницу конкретного товара
  + Добавление товара в корзину
  + Переход в корзину
  + Переход на страницу деталей оплаты
  + Подтверждение оплаты
  + Список заказов
* Сценарий 4: Удаление заказа
  + Главная страница
  + Вход в систему
  + Список заказов
  + Отмена заказа
  + Выход из системы
* Сценарий 5: Просмотр заказов
  + Главная страница
  + Переход на страницу категории товаров
  + Вход в систему
  + Список заказов
  + Выход из системы
* Сценарий 6: Выбор без покупки
  + Главная страница
  + Вход в систему
  + Переход на страницу конкретного товара
  + Добавление товара в корзину

Интенсивность вызова сценариев указана в таблице 7.

Таблица 8. Значения интенсивностей вызова сценариев

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сценарий | Суммарная задержка между итерациями | Интенсивность вызова сценариев одним ВП/мин | Количество ВП |
| Регистрация | 150 | 0.4 | 1 |
| Покупка с выбором из категории | 55 | 1.09 | 3 |
| Быстрая покупка | 155 | 0.39 | 1 |
| Удаление заказа | 115 | 0.52 | 1 |
| Просмотр заказов | 70 | 0.86 | 2 |
| Выбор без покупки | 72 | 0.83 | 2 |

## Тестовые данные

Данные, необходимые для работы сценариев 2-6, представляют из себя наборы регистрационных пользовательских данных для 50 пользователей и располагаются в текстовом файле в директории со скриптами. Данные, необходимые для работы сценария 1, будут сгенерированы самим скриптом в процессе тестирования.

# Планируемые тесты

## Перечень типов тестов в данном тестировании

Таблица 8. Перечень типов тестов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | **Вид теста** | **Профиль нагрузки** | **Уровень нагрузки** |
|  | Тест определения максимальной производительности | Р1 | 0-L0, ступенчато |
|  | Тест подтверждения максимальной производительности | P1 | 0,9\*L0 |
|  | Тест стабильности | Р1 | 0,8\*L0 |

## Критерии успешности проведения тестов

Результаты тестов оцениваются по следующим основным критериям:

* Соответствие подаваемой нагрузки профилю
* Производительность

Тест считается успешным, если:

* В процессе тестирования запросы выполнялись с частотой, соответствующей профилю тестирования (количество отправленных запросов за стабильный интервал соотвествует значениям, указанным в профиле, с отклонением не более 5%,в процессе тестирования возникло не более 5% ошибок);
* По окончании теста получены данные по производительности системы и по использованию ресурсов генератора нагрузки.

Критерии проверяются по данным, полученным за интервал стабилизированной нагрузки длительностью не менее 60 минут (для теста нахождения максимума – 20 минут).

# Мониторинг

## Описание средств мониторинга

Для мониторинга параметров генератора нагрузки будут использованы: Prometheus 3.1.0 + Windows exporter-0.30.0, InfluxDB-1.11.8. Для визуализации будет использована Grafana Enterprise 11.4.0.

Мониторинг параметров Системы не производится.

## Описание мониторинга ресурсов

Необходимый перечень индикаторов производительности генератора нагрузки, которые должны собираться в ходе проведения тестирования:

**Процессор:**

* утилизация процессора.

**Память:**

* доступная память.

**Сеть:**

* утилизация сети;
* скорость передачи данных.

**Диск:**

* скорость чтения/записи;
* количество свободного дискового пространства.

## Описание измерений бизнес-характеристик

Отслеживаемые бизнес-характеристики:

* Количество потоков;
* Количество выполняемых запросов и транзакций (интенсивность);
* Время отклика (максимальное, минимальное, среднее);
* Количество превышений времени отклика.

Для измерений бизнес-характеристик будут использованы: статистика, собираемая бэкэнд-листнером Apache Jmeter-5.6.3, InfluxDB-1.11.8. Для визуализации будут использованы Grafana Enterprise 11.4.0 и средства визуализации Apache Jmeter-5.6.3.

# Материалы, подлежащие сдаче

Таблица 9. Документы, подлежащие сдаче

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Документ*** | ***Дата готовности*** | ***Подготавливается в результате деятельности*** |
| Методика тестирования | 20.11.2024 | Планирование нагрузочного тестирования |
| Отчет по результатам нагрузочного тестирования | 23.01.2025 | Проведение нагрузочного тестирования |
| Средства нагрузочного тестирования с исходными кодами | 15.12.2024 | Подготовка тестового стенда и средств НТ |
| **Рабочие документы** | | |
| Расчет интенсивности выполнения пользовательских сценариев | 10.12.2024 | Подготовка методики НТ |
| Расчет нагрузочного сценария для инструмента НТ | 10.12.2024 | Подготовка тестового стенда и средств НТ |
| Проект со скриптами нагрузки | 16.01.2025 | Подготовка тестового стенда и средств НТ |