|  |  | | |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **МЕТОДИКА НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ**  ***Web Tours Sample Application***  **Версия системы** 1.0 Jul 12, 2017 | | | | |
|
|  | |  |  | |
|  | |  |  | |
|  | |  |  | |
|  | |  |  | |
|  | |  |  | |
|  | |  |  | |

Пермь 2023

**СОДЕРЖАНИЕ**

***Лист согласования***

| Отдел,  Должность | ФИО | Результат согласования | Подпись | Дата |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Нагрузочное тестирование, инженер-тестировщик | Брагин Константин |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

***История изменений***

| Дата | Версия | Описание | Автор |
| --- | --- | --- | --- |
| 13.04.2023 | 0.1 | Начальная версия | Скорняков Е.А |
| 14.04.2023 | 0.2 | Версия с правками | Скорняков Е.А |
| 18.05.2023 | 0.3 | Обновлены раздел 7-8 | Скорняков Е.А |

**Содержание**

[**1. СОКРАЩЕНИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ 6**](#_3znysh7)

[1.1 Сокращения 6](#_9kru0tfo863)

[1.2 Терминология 6](#_3em2o5jlnkt)

[**2. ВВЕДЕНИЕ 7**](#_fk812udkojj9)

[**3. ЦЕЛИ ТЕСТИРОВАНИЯ 8**](#_or21e6v4rx4n)

[**4. ОГРАНИЧЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ 9**](#_iyg4dq9mjrrw)

[4.1 Ограничения тестирования 9](#_5p0u0qb0e72o)

[4.2. Риски тестирования 9](#_5hzbxekczegy)

[**5. ОБЪЕКТ ТЕСТИРОВАНИЯ 10**](#_9wq2wj9zbl0)

[5.1 Общие сведения 10](#_qdnrc5l4vkfg)

[5.2 Архитектура системы 10](#_a3lcknn6wsr6)

[**6. СТРАТЕГИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ 12**](#_2s8eyo1)

[6.1. Виды нагрузочного тестирования 12](#_ic8yay6vfs69)

[6.1.1. Определение максимальной производительности 12](#_6do09os6wpvh)

[6.1.2. Тест надёжности 12](#_cwge3uqh6ce0)

[6.1.3. Выявление «узких мест» 13](#_x9bmdvjk7klx)

[6.2. Критерии успешного завершения нагрузочного тестирования 13](#_aai993jm5ix3)

[**7. МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ 14**](#_lnxbz9)

[7.1. Обзор 14](#_1tfjyoy5ea)

[7.2. Профили нагрузки 14](#_2lpsuct9fjfd)

[7.2.1. Профиль 1 14](#_n0w26xhhi0qk)

[7.3. Сценарии использования 15](#_640zj7johogu)

[**8. ПЛАНИРУЕМЫЕ ТЕСТЫ 18**](#_3j2qqm3)

[8.1. Перечень типов тестов в данном тестировании 18](#_stadfcqcmzcz)

[8.2. Критерии успешности проведения тестов 18](#_jeehwsi5y6g5)

[**9. МОНИТОРИНГ 20**](#_4i7ojhp)

[9.1. Описание средств мониторинга 20](#_2xcytpi)

[9.2. Описание мониторинга ресурсов 20](#_nhbsslnnefo)

[9.3. Описание измерений Бизнес-характеристик 21](#_27marxvuew8m)

[**10. МАТЕРИАЛЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ СДАЧЕ 22**](#_z8l5fz4setcq)

[**ПРИЛОЖЕНИЕ 1 - КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА НТ 23**](#_2dlolyb)

# СОКРАЩЕНИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

## Сокращения

| UC | сценарий использования (пользовательский сценарий) (use case) |
| --- | --- |
| UI | пользовательский интерфейс (user interface) |
| VU | виртуальный пользователь (virtual user) |
| ВП | виртуальный пользователь (virtual user) |
| АКП | комплекс технических средств |
| МНТ | методика нагрузочного тестирования |
| НТ | нагрузочное тестирование |
| ОС | операционная система |
| ПО | программное обеспечение |
| ППО | прикладное программное обеспечение |
| ПТС | программно-технические средства |
| СНТ | средства нагрузочного тестирования. |
| СПО | системное программное обеспечение |

## Терминология

| Максимальная производительность | Наивысшая интенсивность выполнения операций, обслуживаемых системой с соблюдением требуемого качества обслуживания (удовлетворяет SLA) |
| --- | --- |
| Модель нагрузки | Набор профилей нагрузки, наиболее точно характеризующих работу ИС, с выраженной зависимостью нагрузки относительно основных характеристик использования системы |
| Стабильность | Возможность ИС работать продолжительное время под нагрузкой |
| Производительность | Характеристика системы, определяющая возможность ИС обрабатывать определенное количество операций за единицу времени |

# ВВЕДЕНИЕ

Для оценки производительности и работоспособности *Web Tours Sample Application* необходимо проведение нагрузочных испытаний, включающих в себя перечень испытаний.

* Тест поиска максимальной производительности
* Тест подтверждения максимальной производительности
* Тест надёжности

В качестве объекта тестирования выступает *Web Tours Sample Application* с операциями, выбранными для тестирования (см. [7.2 Профили нагрузки](#_2lpsuct9fjfd)).

# ЦЕЛИ ТЕСТИРОВАНИЯ

Инициирующие события:

| **Инициирующие события** |
| --- |
| Курс «Введение в Нагрузочное Тестирование». |
| Курс «Основы инструмента Micro Focus Load Runner». |

Бизнес-цели:

1. Проверка соответствия системы *«Web Tours Sample Application»* целевым требованиям производительности *–* указывается для первичного тестирования*;*

Технические цели:

| **Цель** |
| --- |
| 1. Определение максимальной и пиковой производительности системы |
| 2. Подтверждение максимальной производительности систем |
| 3. Тест надежности |

# ОГРАНИЧЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

## Ограничения тестирования

1. В контуре НТ система «Web Tours Sample Application» будет эмулирована заглушкой.
2. Расположение генератора нагрузки на одном хосте с тестируемой системой, что может вызывать влияние на результаты тестирования.
3. Несоответствие конфигурации тестового и промышленного стенда.
4. Ограничение доступа к ресурсам, необходимым для проведения НТ
5. Ограничения по времени доступа к системе
6. Необходимость доступа к реальным данным

## Риски тестирования

1. Риск повреждения системы
2. Риск перегрузки системы
3. Риск неправильных результатов тестирования

# ОБЪЕКТ ТЕСТИРОВАНИЯ

## Общие сведения

*WebTours* имитация веб-сайта для онлайн-туристического агентства, позволяя пользователям зарегистрироваться, войти в систему, бронировать билеты на самолёт. Система имеет набор различных страниц, на которых пользователи могут выполнять различные действия, такие как поиск, бронирование и отмена бронирования.

Характеристиками хоста, на котором проводится тестирование:

| Хост | Операционная система | Версия ОС | Характеристики железа | Кол-во процессоров | Кол-во ядер | Объем RAM |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПК | Windows 10 Pro | 22H2 | AMD FX(tm)-8120 Eight-Core Processor 3.10 GHz | 1 | 8 | 8 Гб |

## Архитектура системы

Архитектура системы *WebTours о*сновывается на клиент-серверной архитектуре. Веб-браузер является клиентом, который отправляет запросы на сервер приложений, который обрабатывает эти запросы и взаимодействует с базой данных для хранения информации о пользователях и их бронированиях.

Взаимодействие между клиентом и сервером происходит через протокол HTTP (Hypertext Transfer Protocol). Клиент отправляет запросы на сервер, используя методы HTTP, такие как GET, POST, PUT и DELETE, а сервер отправляет ответы в формате HTML страниц.

Таблица элементов и их взаимодействия для системы WebTours:

| Элемент | Описание | Участие в НТ |
| --- | --- | --- |
| Веб-браузер | Клиент, который отправляет запросы на сервер приложений и отображает полученные ответы в виде HTML страниц. | Не участвует в НТ |
| Сервер приложений | Программное обеспечение, которое обрабатывает запросы от клиентов и взаимодействует с базой данных. | Является объектом НТ |
| База данных | Хранит информацию о пользователях и их бронированиях. | Является объектом НТ |
| Веб-сервер | Обеспечивает управление статическим содержимым, таким как изображения и статические HTML-страницы, которые не требуют динамической генерации на сервере приложений. | Не участвует в НТ |
| HTTP протокол | Протокол, используемый для взаимодействия между клиентом и сервером. | Является объектом НТ |
| GET, POST, PUT, DELETE | Методы HTTP, используемые для отправки запросов на сервер. | Являются объектом НТ |

# СТРАТЕГИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

## Виды нагрузочного тестирования

### Определение максимальной производительности

При тестировании выполняется серия тестов:

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

1. Тест завершается, когда

* времена отклика превысили допустимые пределы (превышают, например, требуемые времена отклика в 10 раз и более или превышают время timeout’а, при котором инициатор считает выполнение запроса неуспешным);
* количество неуспешных операций увеличилось до критического (например, более 10%);
* количество успешных операций не растёт при увеличении нагрузки;
* исчерпаны системные или аппаратные ресурсы.

Длительность между шагами повышения нагрузки (этап стабилизации нагрузки) определяется возможностью стабилизации системы и равен 20 мин.

По завершении теста фиксируется предельный уровень нагрузки L0.

1. Второй тест (контрольный тест для определения максимальной производительности) проводится на нагрузке несколько меньшей L0 (на 10% меньше). Длительность стабильной нагрузки при контрольном тесте должна быть не меньше часа. Если в процессе тестирования система оказалась недогружена или перегружена, то значение нагрузки корректируется и второй тест проводится повторно.

В случае увеличения нагрузки новый уровень может быть рассчитан на основе данных о утилизации ресурсов.

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

### Тест надёжности

Тест надёжности выполняется на уровне нагрузки:

1. При тестировании целевых требований системы (первичное тестирование) - 90% от уровня найденной максимальной производительности.

Длительность тестирования составляет 60 минут.

1. При тестировании релизов (повторное тестирование) - 100-120% от текущей пиковой производительности продукта (основного профиля тестирования)
2. При тестировании других задач использовать правило из п. 2

Длительность тестирования определяется требуемым интервалом доступности системы (должна быть больше либо равна, для доступности 24х7 – не менее суток)

### Выявление «узких мест»

Для выявления «узких мест» проводятся тесты на максимальной производительности и устойчивости системы при различных нагрузках.

1. Измерение времени отклика системы на запросы в различных условиях нагрузки и типах запросов.
2. Измерение использования различных ресурсов системы в различных условиях нагрузки.
3. Измерение производительности и устойчивости системы при работе с другими системами и взаимодействии с ними по сети.

Результаты тестов могут использоваться для определения узких мест системы, которые необходимо оптимизировать для повышения производительности.

## Критерии успешного завершения нагрузочного тестирования

Критериями успешного завершения нагрузочного тестирования являются:

* Выполнение всех запланированных тестов;
* Получение данных мониторинга;
* 90 Percentile времен отклика по транзакциям, которые включают в себя атомарные действия пользователя (шаги/запросы, click\_, fill\_, choose и др.) не должны превышать SLA 2,5 сек.
* 90 Percentile времен отклика по главным транзакциям не должны превышать pacing.
* Количество ошибок в разрезе каждой транзакции не должно превышать 5% от общего количества транзакций (Pass + Fail + Stop).
* Отклонение фактической нагрузки от профиля в разрезе каждой транзакции не должно превышать 5%.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ

## Обзор

СНТ разрабатываются с использованием ПО НР LoadRunner 11, предназначенного для создания тестов и проведения тестирования.

Моделирование нагрузки производится с использованием средств НТ, путём эмуляции, действий определённого количества пользователей. В процессе тестирования каждый виртуальный пользователь (программный процесс, эмулирующий действия физического пользователя ИС) циклически производит выполнение пользовательского сценария.

Величина задержки и количество виртуальных пользователей, выполняющих различные сценарии, рассчитываются с использованием Excel шаблона на этапе подготовки стенда и средств НТ после написания скриптов и определения времени их работы в ИС, не испытывающей нагрузку.

## Профили нагрузки

Модель нагрузки представляет собой набор профилей нагрузки. На основе анализа статистики были выявлены следующие профили нагрузки:

* Профиль **1**
  + Описание: Позволяет пользователям создать учётную запись, авторизоваться в системе и бронировать авиабилеты. В системе доступны различные страницы, где пользователи могут осуществлять различные действия, например, искать, бронировать и отменять бронирование.

### Профиль 1

Таблица 7.2 Операции и статистические данные

| N | Операция | Кол-во/час пиковой нагрузки | Процент в профиле |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | Главная Welcome страница | 512 | 17% |
| 2 | Вход в систему | 412 | 14% |
| 3 | Переход на страницу поиска билетов | 288 | 10% |
| 4 | Заполнение полей для поиска билета | 288 | 10% |
| 5 | Выбор рейса из найденных | 288 | 10% |
| 6 | Оплата билета | 176 | 6% |
| 7 | Просмотр квитанций | 282 | 10% |
| 8 | Отмена бронирования | 75 | 3% |
| 9 | Выход из системы | 336 | 11% |
| 10 | Переход на страницу регистрации | 100 | 3% |
| 11 | Заполнение полей регистрации | 100 | 3% |
| 12 | Переход на следующий экран после регистрации | 100 | 3% |
|  | **Итого** | 2957 | 100% |

## Сценарии использования

На основе результатов опроса экспертов заказчика были выявлены следующие сценарии использования системы:

Приводится список бизнес сценариев использования:

* **Сценарий 1:** Покупка билета
  + Операция 1: Пользователь открывает главную страницу.
  + Операция 2: Пользователь входит в систему, используя свои учётные данные.
  + Операция 3: После успешного входа в систему, пользователь переходит на страницу поиска билетов
  + Операция 4: Пользователь выполняет поиск билета на нужную дату и направлению.
  + Операция 5: Пользователь выбирает рейс из найденных.
  + Операция 6: Пользователь бронирует выбранный билет, вводит данные о пассажире и производит оплату.
  + Операция 7: Пользователь переходит на страницу забронированных билетов
* **Сценарий 2:** Удаление бронирования.
  + Операция 1: Пользователь открывает главную страницу.
  + Операция 2: Пользователь входит в систему, используя свои учётные данные.
  + Операция 7: Пользователь переходит на страницу забронированных билетов
  + Операция 8: Пользователь выбирает бронь, которую хочет отменить и производит отмену бронирования.
  + Операция 9: Пользователь выходит из системы
* **Сценарий 3:** Регистрация нового пользователя
  + Операция 1: Пользователь открывает главную страницу.
  + Операция 10: Пользователь открывает страницу регистрации новых пользователей
  + Операция 11: Пользователь вводит свои персональные данные (логин, пароль, имя, фамилия, адрес и т.д.).
  + Операция 12: Пользователь получает сообщение о подтверждении регистрации
  + Операция 9: Пользователь выходит из системы
* **Сценарий 4**: Поиск билета без оплаты
  + Операция 1: Пользователь открывает главную страницу.
  + Операция 2: Пользователь входит в систему, используя свои учётные данные.
  + Операция 3: После успешного входа в систему, пользователь переходит на страницу поиска билетов
  + Операция 4: Пользователь выполняет поиск билета на нужную дату и направлению.
  + Операция 5: Пользователь выбирает рейс из найденных.
  + Операция 9: Пользователь выходит из системы
* **Сценарий 5**: Логин
  + Операция 1: Пользователь открывает главную страницу.
  + Операция 2: Пользователь входит в систему, используя свои учётные данные.
  + Операция 9: Пользователь выходит из системы
* **Сценарий 6**: Ознакомление с путевым листом
  + Операция 1: Пользователь открывает главную страницу.
  + Операция 2: Пользователь входит в систему, используя свои учётные данные.
  + Операция 7: Пользователь переходит на страницу забронированных билетов
  + Операция 9: Пользователь выходит из системы

| № | Название сценария | Интенсивность (треб) | Интенсивность (факт) | VU | pacing |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Покупка билета | 59 | 59 | 2 | 41 |
| 2 | Удаление бронирования | 25 | 59 | 1 | 48 |
| 3 | Регистрация нового пользователя | 33 | 25 | 2 | 72 |
| 4 | Поиск билета без оплаты | 38 | 33 | 2 | 64 |
| 5 | Логин | 6 | 37 | 1 | 200 |
| 6 | Ознакомление с путевым листом | 10 | 6 | 2 | 233 |
|  | Итого | 171 | 229 | 10 | 658 |

# ПЛАНИРУЕМЫЕ ТЕСТЫ

## Перечень типов тестов в данном тестировании

Таблица 8.1 **Перечень типов тестов**

| № | **Вид теста** | **Профиль нагрузки** | **Уровень нагрузки** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1. | Тест определения максимальной производительности | Р1 | Начальная нагрузочная точка – 100% от профиля. Увеличение нагрузки – 100%.  Длительность этапов стабильной нагрузки – 20 минут. Найденный уровень будет обозначаться L0 |
| 2. | Тест подтверждения максимальной производительности | P1 | Тест выполняется на уровне несколько меньшей L0 (на 10% меньше). Обозначается Lmax |
| 3. | Тест надёжности | Р1 | Тест надежности выполняется на уровне типичной нагрузки, который устанавливается на уровне 90% от Lmax, но не менее 100% от профиля НТ |

## Критерии успешности проведения тестов

Результаты тестов оцениваются по следующим основным критериям:

* **Производительность**:
  + Загрузка CPU и RAM не должна превышать 90% во время работы системы.
  + Использование ресурсов системы должно быть эффективным, т.е. система должна использовать только те ресурсы, которые необходимы для выполнения задачи.
* **Надёжность**:
  + Количество ошибок и сбоев не должно превышать 5% от общего числа операций.

Тест считается успешным, если:

* Все требования и ожидания, для которых проводилось тестирование, были проверены и соответствуют спецификации и/или договорённостям между заказчиком и исполнителем.
* Производительность системы находится в пределах установленных требований и не превышает ограничений по использованию ресурсов, например, утилизация CPU и RAM не превышает 90%.
* Времена отклика системы находятся в пределах установленных требований и не превышают установленных лимитов
* Использование ресурсов системы находится в пределах установленных требований и не приводит к перегрузкам и сбоям в работе системы.
* Надёжность системы соответствует установленным требованиям, сбои и ошибки минимальны и не влияют на работоспособность системы.

Критерии проверяются по данным, полученным за интервал стабилизированной нагрузки длительностью не менее 60 минут.

Если все критерии успешности тестирования были выполнены, то тестирование считается успешным и результаты могут быть предоставлены заказчику в виде отчёта с выводами и рекомендациями. Если не все критерии успешности были выполнены, то результаты тестирования могут быть представлены в виде отчёта с описанием выявленных проблем и рекомендаций по улучшению системы.

# МОНИТОРИНГ

## Описание средств мониторинга

Для осуществления мониторинга аппаратных серверов применяются стандартные инструменты и утилиты, доступные в операционной системе. В операционной системе "Windows" для этой цели используется Microsoft Management Console (Performance Manager).

1. В качестве мониторингов по проекту предлагается использовать:
   * Grafana+InfluxDB.

## Описание мониторинга ресурсов

При проведении нагрузочного тестирования В процессе мониторинга осуществляется сбор и анализ данных, таких как загрузка ЦПУ, использование оперативной памяти, дисковая активность и сетевой трафик.

Для мониторинга ресурсов системы в проекте предлагается использовать Grafana и InfluxDB. Эти инструменты позволяют создавать графики и диаграммы, отображающие текущее состояние системы, а также сохранять исторические данные для анализа.

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

**Процессор:**

* Утилизация процессора (всей системы и отдельными процессами)
* Процессорная очередь
* Количество процессорных прерываний в секунду
* Количество переключений контекста в секунду

**Память**:

* Доступная память
* Использование файла подкачки
* Скорость страничного обмена

**Диск:**

* Количество операций чтения/записи в секунду по каждому диску
* Время доступа к дисковой подсистеме
* Процентное соотношение времени работы/простоя дисковой подсистемы
* Количество свободного дискового пространства

## Описание измерений Бизнес-характеристик

* Количество пользователей, которые выполнили вход в систему за время тестирования, собирается с помощью запроса к базе данных аудита;
* Интенсивность выполнения операций, собирается с помощью мониторинга средствами НТ или с помощью специально разработанного ПО;
* Время отклика системы, включая максимальное, минимальное и среднее время, собирается с помощью мониторинга производительности и анализа логов приложения;
* Количество превышений времени отклика, также собирается с помощью мониторинга производительности и анализа логов приложения;
* Скорость выполнения операций, которая может быть собрана с помощью средств профилирования приложения или других специальных инструментов.

# МАТЕРИАЛЫ, ПОДЛЕЖАЩИЕ СДАЧЕ

**Таблица 10.1 Документы, подлежащие сдаче**

| **Документ** | **Дата готовности** | **Подготавливается в результате деятельности** |
| --- | --- | --- |
| Методика тестирования | 15.04.2023 | Планирование нагрузочного тестирования |
| Отчёт по результатам нагрузочного тестирования | 20.04.2023 | Проведение нагрузочного тестирования |
| Средства нагрузочного тестирования с исходными кодами | 25.04.2023 | Подготовка стенда и средств НТ |
| Инструкция по настройке и использованию СНТ | 25.04.2023 | Разработка скриптов нагрузочного тестирования. |
| **Рабочие документы** | | |
| Расчёт интенсивности выполнения пользовательских сценариев | 25.04.2023 | Подготовка методики НТ |
| Расчёт нагрузочного сценария для инструмента НТ | 26.04.2023 | Подготовка стенда и средств НТ |

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1 - КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА НТ

Таблица 1 – Краткое описание систем мониторинга НТ

| **Система мониторинга** | **АПК** | **Краткое описание** | **Инструкции, сервер** |
| --- | --- | --- | --- |
| Grafana+InfluxDB | Linux, Solaris, HP-UX, AIX, Windows | Агентский мониторинг  Средства мониторинга производительности и отображения данных в виде графиков и диаграмм. InfluxDB используется для хранения данных о метриках, а Grafana - для визуализации и анализа этих данных. | Визуализация данных, Анализ и оптимизация проблем с производительностью |
| Perfmon | Windows | Инструмент мониторинга производительности, который позволяет собирать метрики производительности системы и приложений в режиме реального времени на операционных системах Windows. Он используется для создания графиков, отображающих изменение метрик в течение времени и для анализа данных для выявления проблем с производительностью. | [Сбор результатов](http://pk-help.com/server/perfmon/)  [Анализ результатов](https://habr.com/post/127286/) |