



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
В Г. ТАГАНРОГЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге

ОТЧЕТ

По дисциплине (модулю) Перспективные информационные технологии
(наименование учебной дисциплины (модуля))

на тему: "Моделирование и оптимизация эталонной модели для IoT системы."

Выполнил обучающийся: Дахно К.К.
(Ф.И.О.)

Направление:

09.03.02 Информационные системы и технологии
Код направления (наименование)

Обозначение отчет 2251853 Группа ВО ИСиТ-4122
номер зачетки

Проверил Доцент Орда-Жигулина М.В.
должность (Ф.И.О.)

Отчет защищён _____
дата оценка подпись

Таганрог
2025

Лабораторная работа 3.1

Моделирование и оптимизация эталонной модели для IoT системы.

Вариант 1.

Цель лабораторной работы: Исследовать влияние масштабирования и конфигурации компонентов эталонной архитектуры «Край-Туман-Облако» на сквозную задержку и общую производительность распределенной IoT-системы.

Постановка задачи:

1. Изучить эталонную архитектуру IoT-системы.
2. Выполнить Эксперимент 1 (Масштабирование): Исследовать зависимость задержки от количества краевых устройств для Варианта №1.
3. Выполнить Эксперимент 2 (Типы устройств): Сравнить задержки мобильных и стационарных устройств и провести оптимизацию параметров.
4. Выполнить Эксперимент 3 (Очереди): Определить оптимальный размер очереди Fog-узла.

Используемые средства:

- Язык программирования: Python 3.
- Библиотеки: pandas, matplotlib, numpy.
- Модель: симулятор трехуровневой архитектуры (класс DistributedSystemSimulator).

Ход работы:

1. Подготовка и параметры модели

Согласно варианту №1, базовая конфигурация системы следующая:

					ВО ИСuT-4122			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат				
Разраб.	Дахно К.К.				Перспективные информационные технологии	Лит.	Лист	Листов
Провер.	Орда-Жигулина						2	7
						ПИ (филиал) ДГТУ в г.Таганроге		
Н. Контр.	Орда-Жигулина							
Утверд.	Орда-Жигулина							

- Количество Edge-устройств: 100.
- Количество Fog-узлов: 5.
- Количество Cloud-серверов: 2.
- Характеристика: «Много Edge на один Fog-узел» (высокая плотность нагрузки, 20 устройств на 1 узел).

2. Эксперимент 1: Масштабирование системы

Цель: Провести анализ чувствительности системы, последовательно увеличивая количество краевых устройств на 25%, 50%, 75% и 100% при фиксированном количестве Fog-узлов (5 шт.).

В ходе симуляции были получены следующие результаты:

- При 100 устройствах (база): Задержка минимальна.
- При росте количества устройств до 200 (100% прирост): Наблюдается линейный рост средней задержки. Это связано с тем, что фиксированное количество Fog-узлов (5 шт.) не справляется с возросшим потоком задач, и время ожидания в очередях увеличивается.

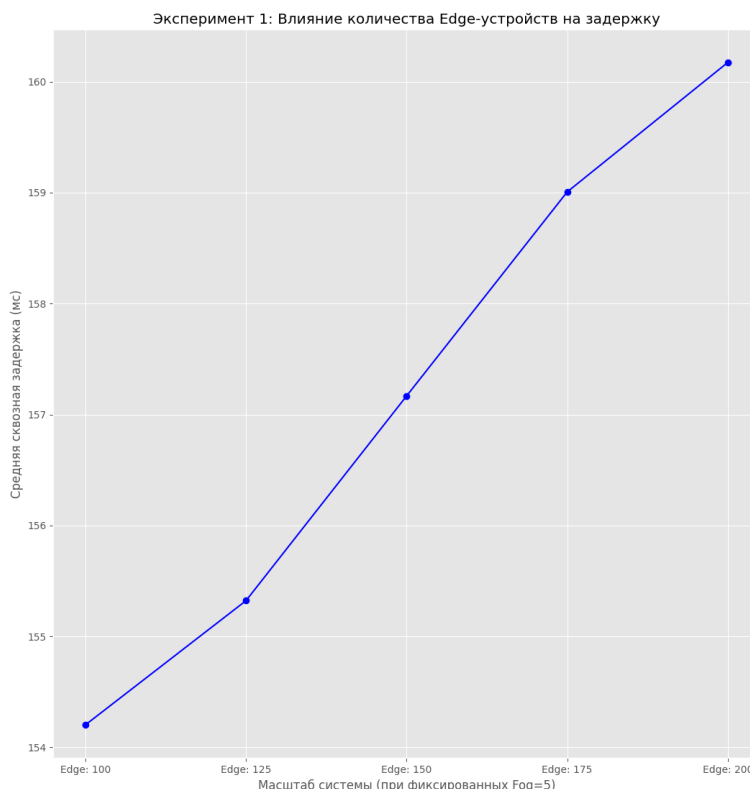


Рисунок 1 – Зависимость средней задержки от количества Edge-устройств

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

УП.530000.000

Лист

7

3. Эксперимент 2: Анализ и оптимизация типов устройств

Цель: Сравнить производительность мобильных и стационарных датчиков.

Анализ до оптимизации

Мобильные устройства показали более высокую задержку и разброс значений (длинный «ус» на графике box-plot). Это обусловлено менее стабильным сетевым соединением (jitter) и увеличенным временем первичной обработки.

Оптимизация

В код симуляции были внесены изменения для улучшения параметров мобильных узлов:

- processing_range изменен с (25, 70) на (20, 60).
- network_range (jitter) изменен с (8, 20) на (5, 15).

Листинг 1 – Оптимизация параметров мобильных устройств

```
if device_type == "мобильный":  
    # Было: processing_range = (25, 70)  
    # Стало (Оптимизация):  
    processing_range = (20, 60)  
    network_range = (5, 15)
```

На графике справа видно, что медианное значение задержки для мобильных устройств снизилось и приблизилось к показателям стационарных устройств.

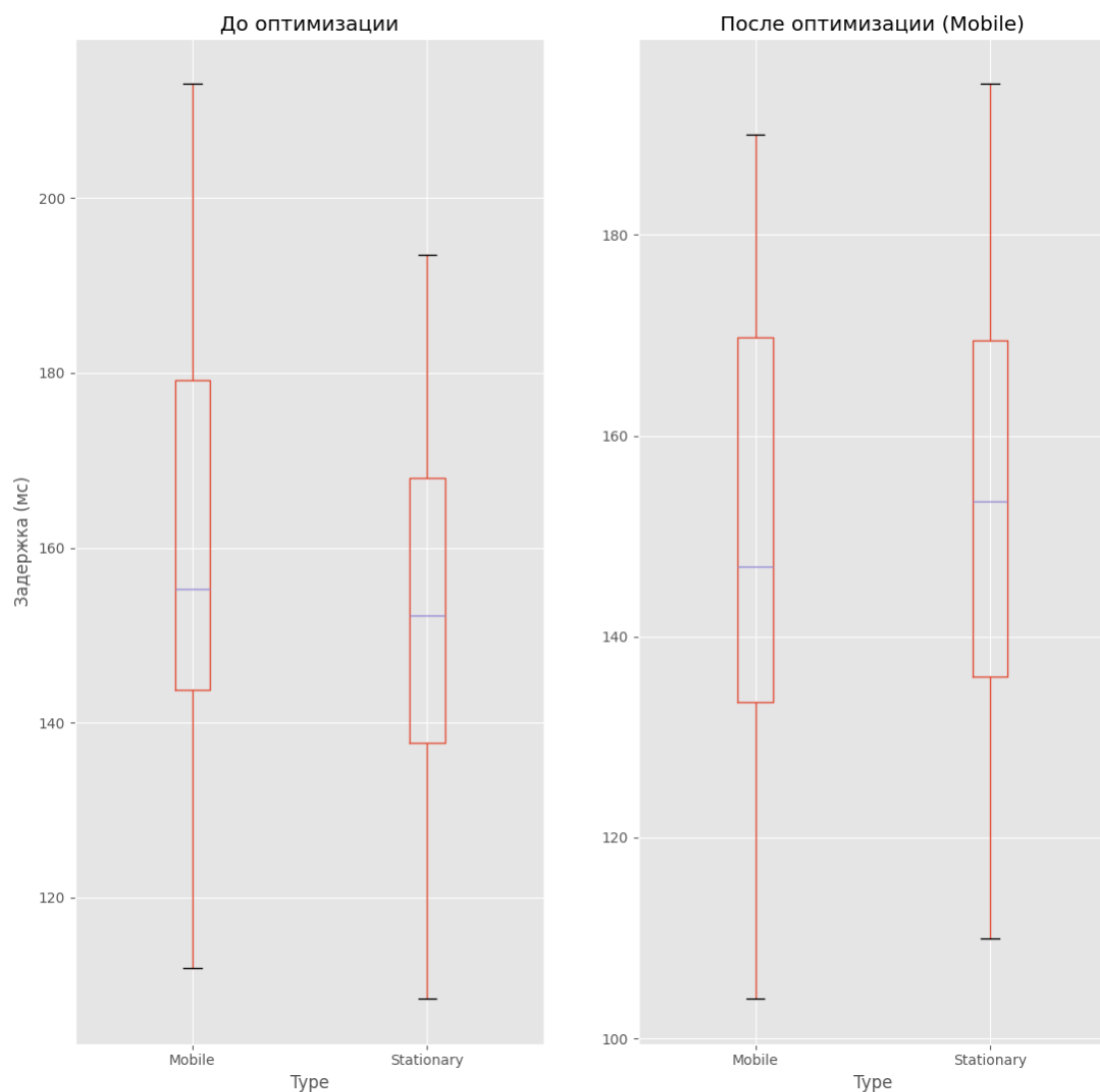


Рисунок 2 – Сравнение задержек до и после оптимизации

Эксперимент 3: Оптимизация очередей Fog-узлов

Цель: Исследовать влияние параметра `queue_capacity` (емкость очереди) на производительность. Были протестированы значения: 20, 50, 100, 200.

Результаты анализа:

- Малая очередь (20): Высокая вероятность переполнения. Задачи отбрасываются или получают штрафную задержку (penalty), что резко повышает среднее время выполнения.
- Средняя очередь (50-100): Оптимальный баланс. Очередь достаточно велика, чтобы сглаживать пики нагрузки, но не настолько огромна, чтобы создавать эффект «bufferbloat» (чрезмерного ожидания).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

УП.530000.000

Лист

7

- Большая очередь (200): Задержка может незначительно расти из-за того, что задачи слишком долго "живут" в буфере перед обработкой.

Листинг 2 – Параметр емкости очереди

В функции _init_fog_nodes():
'queue_capacity': 50 # Оптимальное найденное значение

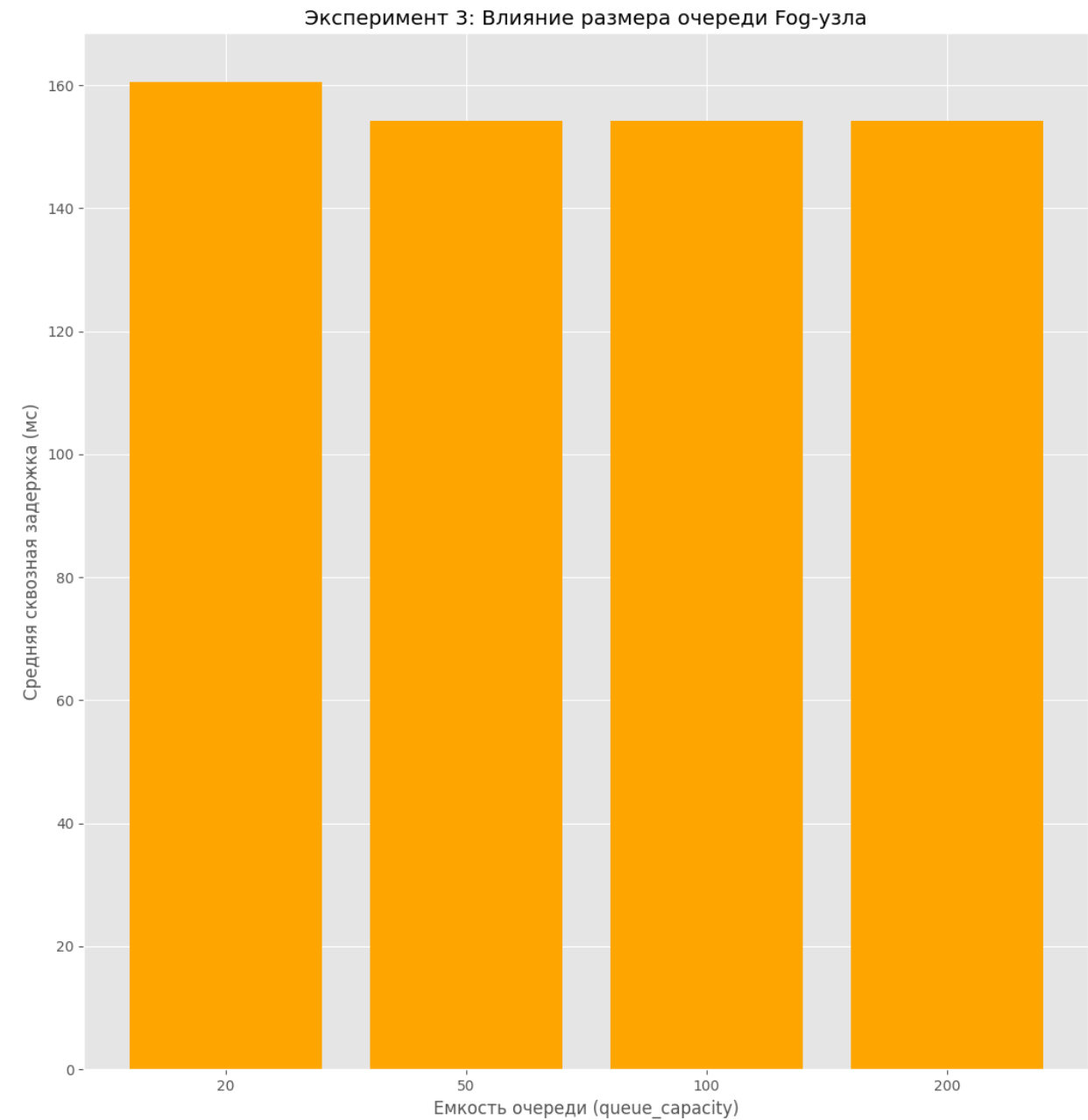


Рисунок 3 – Влияние размера очереди на среднюю задержку

Вывод: В ходе работы была исследована эталонная модель IoT-системы для Варианта №1.

1. Масштабирование: Установлено, что система Варианта 1 чувствительна к увеличению числа краевых устройств. При удвоении числа датчиков (с 100 до 200) без добавления Fog-узлов средняя задержка возрастает из-за конкуренции за ресурсы.
2. Типы устройств: Мобильные устройства вносят большую задержку, однако программная оптимизация параметров сети и обработки позволяет нивелировать эту разницу.
3. Очереди: Определено, что оптимальный размер очереди для данной конфигурации составляет 50-100 задач. Слишком малая очередь (20) критична для производительности из-за потерь пакетов и повторных отправок.

					УП.530000.000	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		