



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:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	ВО ИСиТ-4122			
Разраб.	Орда-Жигулina			Лит.	Лист	Листов		
						2	7	
Провер.	Орда-Жигулina					ПИ (филиал) ДГТУ в г. Таганроге		
Н. Контр.	Орда-Жигулina							
Утвёрд.	Орда-Жигулina							

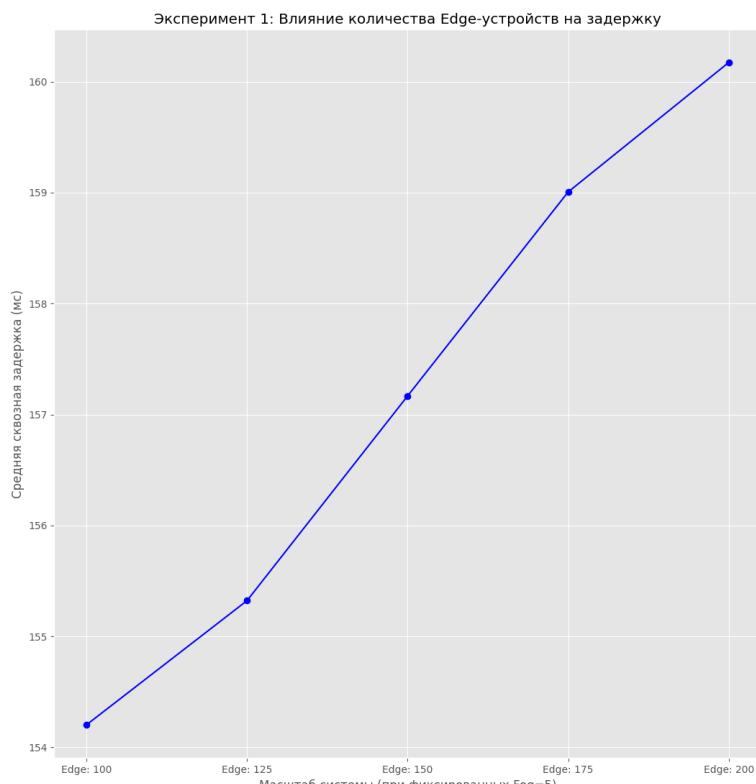
- Количество Edge-устройств: 100.
- Количество Fog-узлов: 5.
- Количество Cloud-серверов: 2.
- Характеристика: «Много Edge на один Fog-узел» (высокая плотность нагрузки, 20 устройств на 1 узел).

## 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)
```

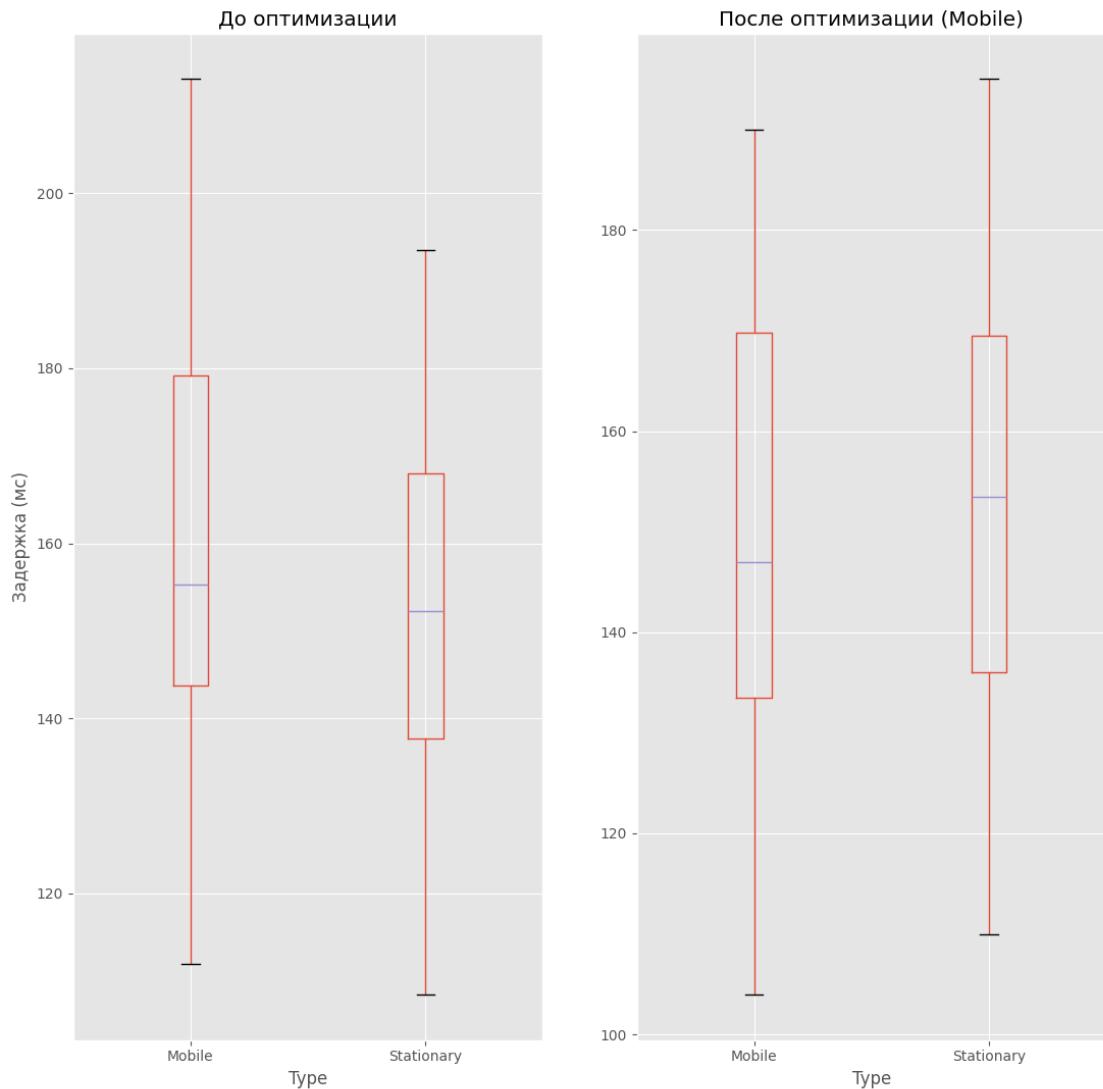
На графике справа видно, что медианное значение задержки для мобильных устройств снизилось и приблизилось к показателям стационарных устройств.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

УП.530000.000

Лист

7



*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

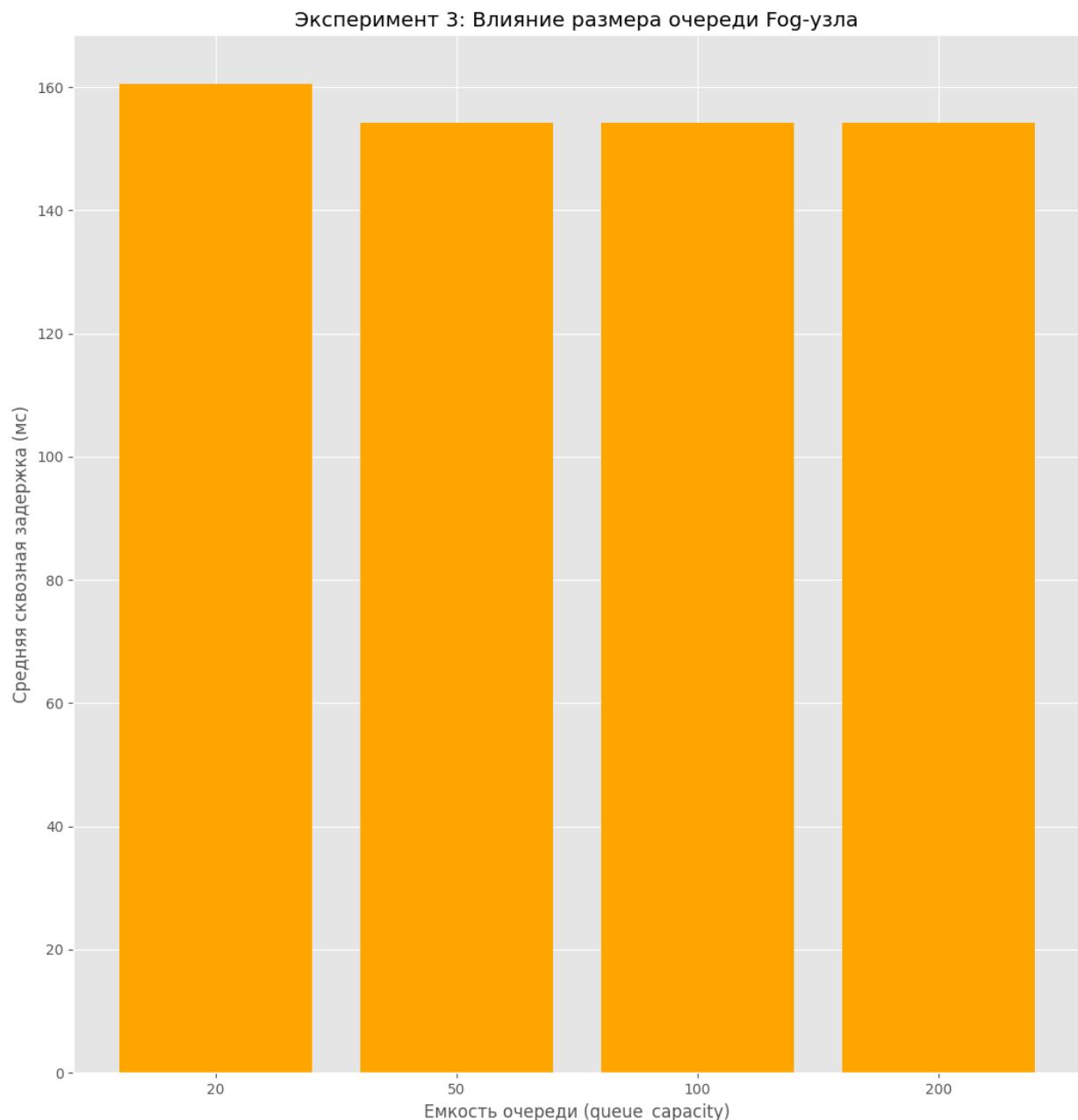
**УП.530000.000**

Лист

- 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*

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

**УП.530000.000**

Лист

7

**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.

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