

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет
телекоммуникаций и информатики» (СибГУТИ)

Кафедра ПМиК

Лабораторная работа 9
по дисциплине «Современные проблемы информатики»

Выполнил: ст. гр.
ЗМП-41 Лёвкин И. А.

Проверил: Лихачёв А.В.

Новосибирск 2025

Постановка задачи

1. Разработать компьютерную программу, моделирующую работу двух систем массового обслуживания. Обе принимают одинаковые пуассоновские потоки требований с интенсивностью 1.0. Первая система имеет один прибор обслуживания с интенсивностью 0.9, вторая – три прибора обслуживания с интенсивностью 0.3 каждый. Распределение времени обслуживания для всех приборов экспоненциальное. Функционирование системы представляется циклом, при входе в который происходит разыгрывание факта прихода требования, а также длительности его обработки. В случае системы с тремя приборами дополнительно разыгрывается прибор, на который попадает требование. В цикле производится проверка окончания обработки требования на каждом из устройств. Выход из цикла осуществляется после определённого количества проходов.
2. Результаты работы представить в виде зависимостей длины очереди ожидающих требований для каждой из систем от времени.

Результаты:

```
--- СМО-1 (1 прибор,  $\mu=0.9$ ) ---  
Средняя длина очереди: 8.339  
Максимальная длина очереди: 20  
Длина очереди в конце: 14
```

Длина очереди каждые 1.0 секунд:

```
t = 0.00s: очередь = 0  
t = 1.00s: очередь = 0  
t = 2.00s: очередь = 0  
t = 3.00s: очередь = 0  
t = 4.00s: очередь = 2  
t = 5.00s: очередь = 1  
t = 6.00s: очередь = 0  
t = 7.00s: очередь = 0  
t = 8.00s: очередь = 0  
t = 9.00s: очередь = 0  
t = 10.00s: очередь = 1  
t = 11.00s: очередь = 3  
t = 12.00s: очередь = 0  
t = 13.00s: очередь = 0  
t = 14.00s: очередь = 0  
t = 15.00s: очередь = 0  
t = 16.00s: очередь = 1  
t = 17.00s: очередь = 2  
t = 18.00s: очередь = 4  
t = 19.00s: очередь = 4  
t = 20.00s: очередь = 3  
t = 21.00s: очередь = 4  
t = 22.00s: очередь = 4  
t = 23.00s: очередь = 7  
t = 24.00s: очередь = 6
```

t = 25.00s: очередь = 6
t = 26.00s: очередь = 4
t = 27.00s: очередь = 4
t = 28.00s: очередь = 4
t = 29.00s: очередь = 3
t = 30.00s: очередь = 3
t = 31.00s: очередь = 2
t = 32.00s: очередь = 2
t = 33.00s: очередь = 2
t = 34.00s: очередь = 3
t = 35.00s: очередь = 3
t = 36.00s: очередь = 4
t = 37.00s: очередь = 5
t = 38.00s: очередь = 6
t = 39.00s: очередь = 5
t = 40.00s: очередь = 5
t = 41.00s: очередь = 6
t = 42.00s: очередь = 7
t = 43.00s: очередь = 7
t = 44.00s: очередь = 6
t = 45.00s: очередь = 7
t = 46.00s: очередь = 7
t = 47.00s: очередь = 7
t = 48.00s: очередь = 7
t = 49.00s: очередь = 7
t = 50.00s: очередь = 7
t = 51.00s: очередь = 5
t = 52.00s: очередь = 6
t = 53.00s: очередь = 6
t = 54.00s: очередь = 10
t = 55.00s: очередь = 10
t = 56.00s: очередь = 11
t = 57.00s: очередь = 9
t = 58.00s: очередь = 11
t = 59.00s: очередь = 9
t = 60.00s: очередь = 9
t = 61.00s: очередь = 10
t = 62.00s: очередь = 9
t = 63.00s: очередь = 9
t = 64.00s: очередь = 6
t = 65.00s: очередь = 7
t = 66.00s: очередь = 9
t = 67.00s: очередь = 8
t = 68.00s: очередь = 9
t = 69.00s: очередь = 10
t = 70.00s: очередь = 11
t = 71.00s: очередь = 11
t = 72.00s: очередь = 12

t = 73.00s: очередь = 14
t = 74.00s: очередь = 15
t = 75.00s: очередь = 16
t = 76.00s: очередь = 17
t = 77.00s: очередь = 17
t = 78.00s: очередь = 17
t = 79.00s: очередь = 19
t = 80.00s: очередь = 19
t = 81.00s: очередь = 19
t = 82.00s: очередь = 19
t = 83.00s: очередь = 19
t = 84.00s: очередь = 20
t = 85.00s: очередь = 19
t = 86.00s: очередь = 20
t = 87.00s: очередь = 19
t = 88.00s: очередь = 20
t = 89.00s: очередь = 18
t = 90.00s: очередь = 18
t = 91.00s: очередь = 15
t = 92.00s: очередь = 15
t = 93.00s: очередь = 16
t = 94.00s: очередь = 15
t = 95.00s: очередь = 15
t = 96.00s: очередь = 15
t = 97.00s: очередь = 16
t = 98.00s: очередь = 14
t = 99.00s: очередь = 13

--- СМО-2 (3 прибора, $\mu=0.3$) ---

Средняя длина очереди: 15.327

Максимальная длина очереди: 25

Длина очереди в конце: 19

Длина очереди каждые 1.0 секунд:

t = 0.00s: очередь = 0
t = 1.00s: очередь = 0
t = 2.00s: очередь = 0
t = 3.00s: очередь = 0
t = 4.00s: очередь = 2
t = 5.00s: очередь = 1
t = 6.00s: очередь = 1
t = 7.00s: очередь = 3
t = 8.00s: очередь = 1
t = 9.00s: очередь = 1
t = 10.00s: очередь = 1
t = 11.00s: очередь = 1
t = 12.00s: очередь = 1
t = 13.00s: очередь = 0

t = 14.00s: очередь = 0
t = 15.00s: очередь = 0
t = 16.00s: очередь = 3
t = 17.00s: очередь = 3
t = 18.00s: очередь = 2
t = 19.00s: очередь = 3
t = 20.00s: очередь = 3
t = 21.00s: очередь = 6
t = 22.00s: очередь = 9
t = 23.00s: очередь = 9
t = 24.00s: очередь = 9
t = 25.00s: очередь = 7
t = 26.00s: очередь = 9
t = 27.00s: очередь = 11
t = 28.00s: очередь = 12
t = 29.00s: очередь = 14
t = 30.00s: очередь = 15
t = 31.00s: очередь = 15
t = 32.00s: очередь = 14
t = 33.00s: очередь = 16
t = 34.00s: очередь = 15
t = 35.00s: очередь = 16
t = 36.00s: очередь = 18
t = 37.00s: очередь = 20
t = 38.00s: очередь = 20
t = 39.00s: очередь = 21
t = 40.00s: очередь = 22
t = 41.00s: очередь = 22
t = 42.00s: очередь = 22
t = 43.00s: очередь = 22
t = 44.00s: очередь = 22
t = 45.00s: очередь = 22
t = 46.00s: очередь = 22
t = 47.00s: очередь = 23
t = 48.00s: очередь = 23
t = 49.00s: очередь = 22
t = 50.00s: очередь = 22
t = 51.00s: очередь = 22
t = 52.00s: очередь = 19
t = 53.00s: очередь = 19
t = 54.00s: очередь = 17
t = 55.00s: очередь = 16
t = 56.00s: очередь = 18
t = 57.00s: очередь = 19
t = 58.00s: очередь = 17
t = 59.00s: очередь = 18
t = 60.00s: очередь = 21
t = 61.00s: очередь = 18

t = 62.00s: очередь = 18
t = 63.00s: очередь = 22
t = 64.00s: очередь = 22
t = 65.00s: очередь = 22
t = 66.00s: очередь = 23
t = 67.00s: очередь = 24
t = 68.00s: очередь = 23
t = 69.00s: очередь = 22
t = 70.00s: очередь = 21
t = 71.00s: очередь = 20
t = 72.00s: очередь = 21
t = 73.00s: очередь = 20
t = 74.00s: очередь = 20
t = 75.00s: очередь = 21
t = 76.00s: очередь = 22
t = 77.00s: очередь = 21
t = 78.00s: очередь = 20
t = 79.00s: очередь = 21
t = 80.00s: очередь = 21
t = 81.00s: очередь = 22
t = 82.00s: очередь = 22
t = 83.00s: очередь = 23
t = 84.00s: очередь = 23
t = 85.00s: очередь = 19
t = 86.00s: очередь = 20
t = 87.00s: очередь = 19
t = 88.00s: очередь = 19
t = 89.00s: очередь = 19
t = 90.00s: очередь = 19
t = 91.00s: очередь = 20
t = 92.00s: очередь = 19
t = 93.00s: очередь = 18
t = 94.00s: очередь = 20
t = 95.00s: очередь = 21
t = 96.00s: очередь = 21
t = 97.00s: очередь = 20
t = 98.00s: очередь = 20
t = 99.00s: очередь = 20

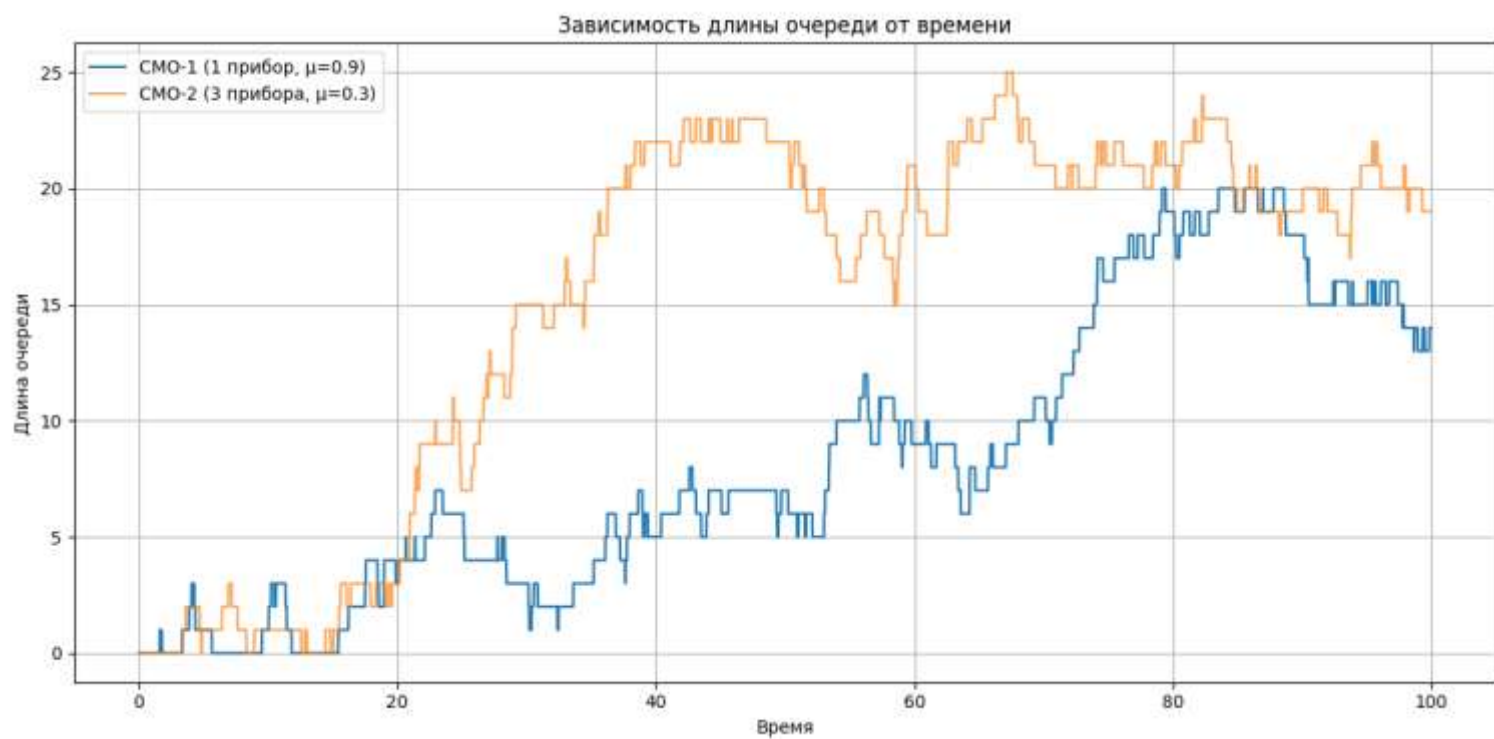


Рис. 1. Зависимость длины очереди от времени

Листинг

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import random

# Параметры моделирования
arrival_rate = 1.0
mu1 = 0.9
mu2 = 0.3
num_servers_2 = 3

simulation_steps = 10000
dt = 0.01 # шаг времени
print_interval = 1.0 # интервал времени для периодического вывода в секундах

def poisson_event(rate):
    return random.random() < rate * dt

class SM01:
    def __init__(self, service_rate):
        self.queue = []
        self.current = None
        self.remaining_time = 0.0
        self.service_rate = service_rate
        self.queue_lengths = []
```



```

def step(self):
    if poisson_event(arrival_rate):
        self.queue.append(1)

    if self.current is not None:
        self.remaining_time -= dt
        if self.remaining_time <= 0:
            self.current = None

    if self.current is None and self.queue:
        self.queue.pop(0)
        self.current = 1
        self.remaining_time = np.random.exponential(1 /
self.service_rate)

    self.queue_lengths.append(len(self.queue))

```

```

class SM02:
    def __init__(self, service_rate, num_servers):
        self.queue = []
        self.servers = [None] * num_servers
        self.remaining_times = [0.0] * num_servers
        self.service_rate = service_rate
        self.num_servers = num_servers
        self.queue_lengths = []

    def step(self):
        if poisson_event(arrival_rate):
            self.queue.append(1)

```

```

        for i in range(self.num_servers):
            if self.servers[i] is not None:
                self.remaining_times[i] -= dt
                if self.remaining_times[i] <= 0:
                    self.servers[i] = None

        for i in range(self.num_servers):
            if self.servers[i] is None and self.queue:
                self.queue.pop(0)
                self.servers[i] = 1
                self.remaining_times[i] = np.random.exponential(1 /
self.service_rate)

        self.queue_lengths.append(len(self.queue))

# Создание СМО
smo1 = SM01(mu1)
smo2 = SM02(mu2, num_servers_2)

# Запуск симуляции
for step in range(simulation_steps):
    smo1.step()
    smo2.step()

# Вычисления
time = np.linspace(0, simulation_steps * dt, simulation_steps)

```

```

def print_stats(label, queue_lengths):
    avg_len = np.mean(queue_lengths)
    max_len = np.max(queue_lengths)
    final_len = queue_lengths[-1]
    print(f"\n--- {label} ---")
    print(f"Средняя длина очереди: {avg_len:.3f}")
    print(f"Максимальная длина очереди: {max_len}")
    print(f"Длина очереди в конце: {final_len}")

    interval = int(print_interval / dt)
    print(f"\nДлина очереди каждые {print_interval} секунд:")
    for i in range(0, len(queue_lengths), interval):
        t = i * dt
        qlen = queue_lengths[i]
        print(f"t = {t:.2f}s: очередь = {qlen}")

# Вывод статистик
print_stats("СМО-1 (1 прибор,  $\mu=0.9$ )", sm01.queue_lengths)
print_stats("СМО-2 (3 прибора,  $\mu=0.3$ )", sm02.queue_lengths)

# График
plt.figure(figsize=(12, 6))
plt.plot(time, sm01.queue_lengths, label="СМО-1 (1 прибор,  $\mu=0.9$ )")
plt.plot(time, sm02.queue_lengths, label="СМО-2 (3 прибора,  $\mu=0.3$ )",
alpha=0.7)
plt.xlabel("Время")
plt.ylabel("Длина очереди")
plt.title("Зависимость длины очереди от времени")
plt.legend()

```

```
plt.grid(True)
plt.tight_layout()
plt.show()
```