

## **Лабораторная работа №6**

# **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С ПРИОРИТЕТНЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ**

### **1. Система массового обслуживания с приоритетным обслуживанием**

Из теории массового обслуживания и теории телетрафика известны некоторые аналитические модели СМО с приоритетным обслуживанием. Выбор той или иной модели зависит от свойств входящего потока, а также от свойств процесса обслуживания.

Цели данной работы состоят в освоении системы имитационного моделирования и изучении моделей СМО с приоритетным обслуживанием.

План работы:

1. Построить имитационную модель СМО с приоритетным обслуживанием, выполнить ее валидацию.
2. Получить и сопоставить результаты имитационного и аналитического моделирования на примере СМО  $M/M/1$  с приоритетным обслуживанием.
3. Модифицировать имитационную модель в модель  $G/G/1$  с приоритетным обслуживанием и исследовать ее функционирование.
4. Сформулировать полученные результаты и сделать выводы.

### **2. Построение имитационной модели**

2.1 Построить структуру модели СМО  $M/M/1$  с приоритетным обслуживанием в системе AnyLogic

Для построения модели используются библиотечные элементы типов: source, delay, queue и sink, параметр, четыре элемента «данные гистограммы», гистограмма, слайдер (возможно использовать наработки из предыдущей лабораторной работы).

Элементы соединяются как показано на рисунке 1.

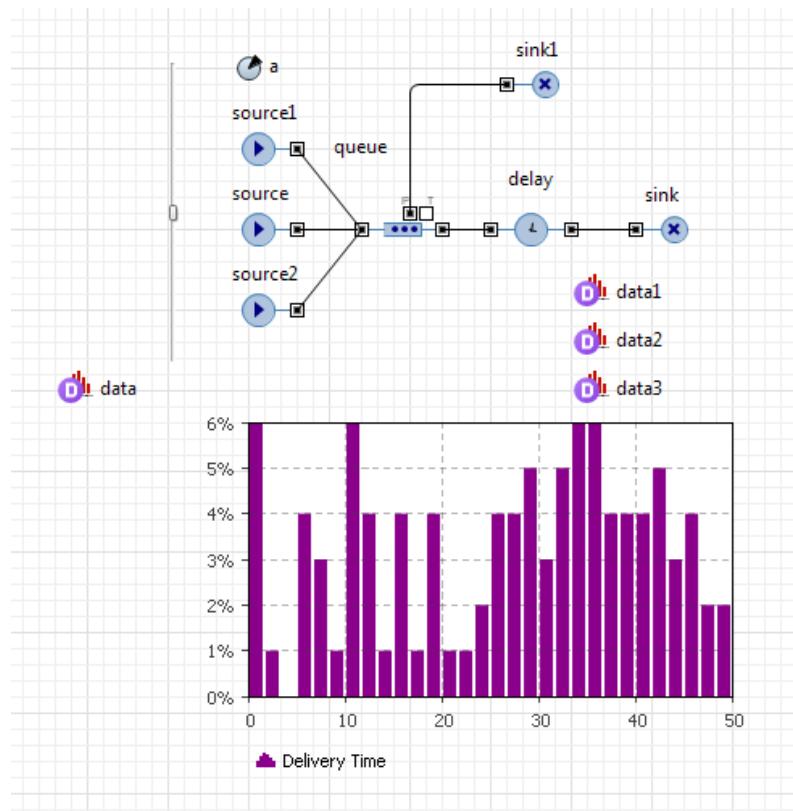


Рисунок 1 – Структура модели

## 2.2 Определить свойства элементов модели

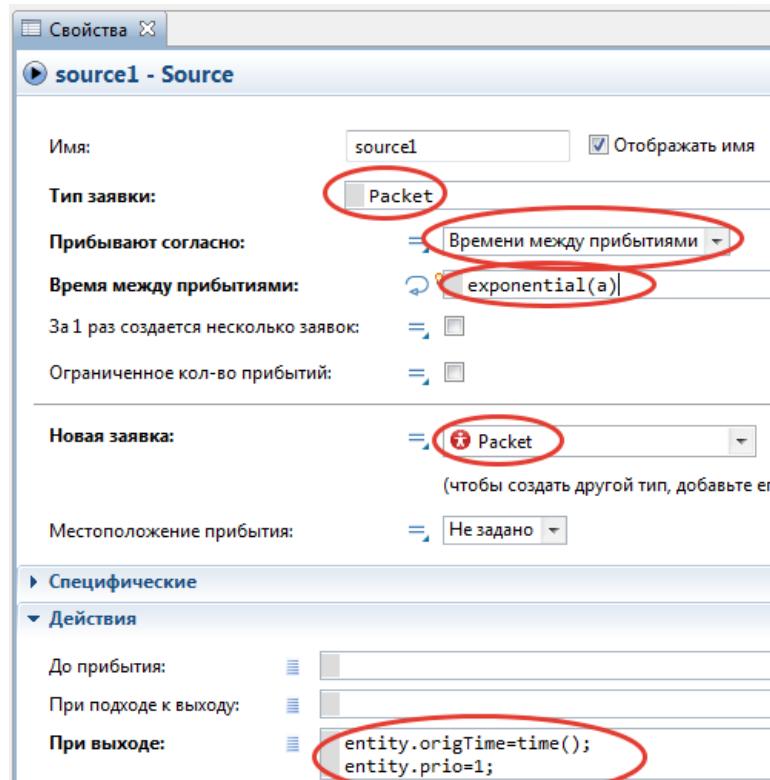


Рисунок 2 – Свойства элемента source1

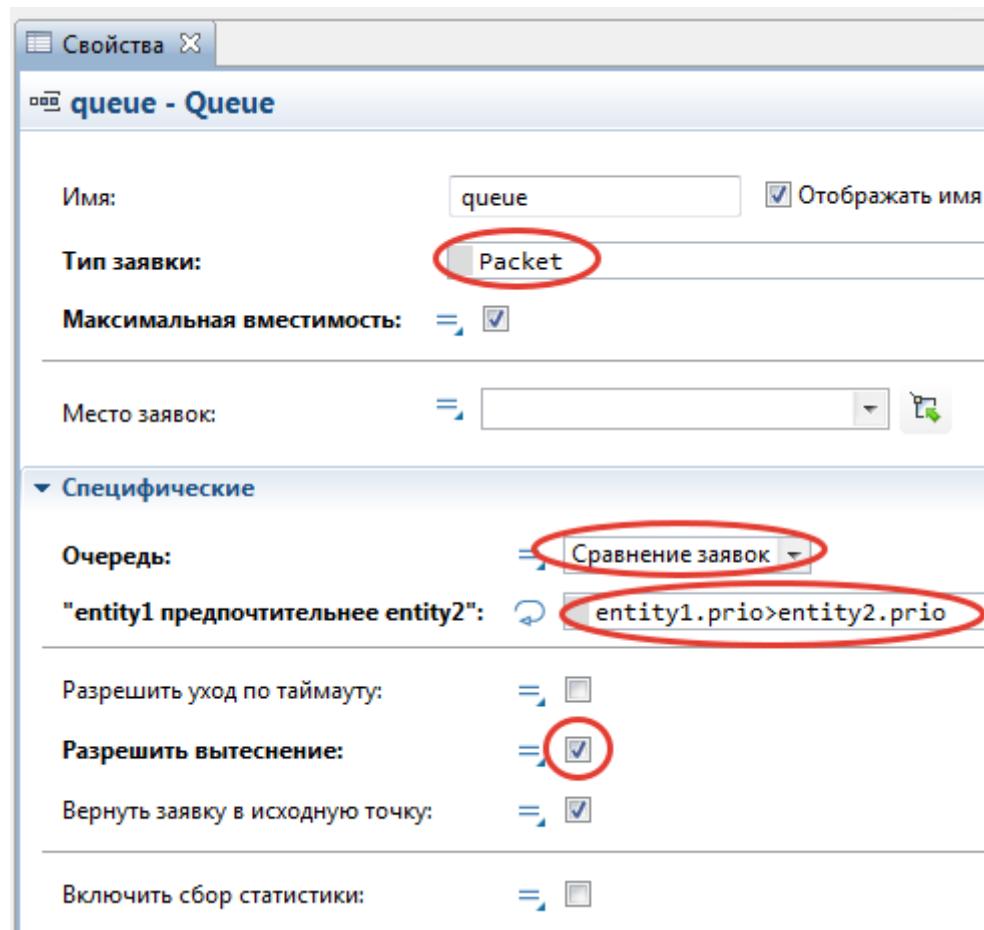


Рисунок 3 – Свойства элемента queue

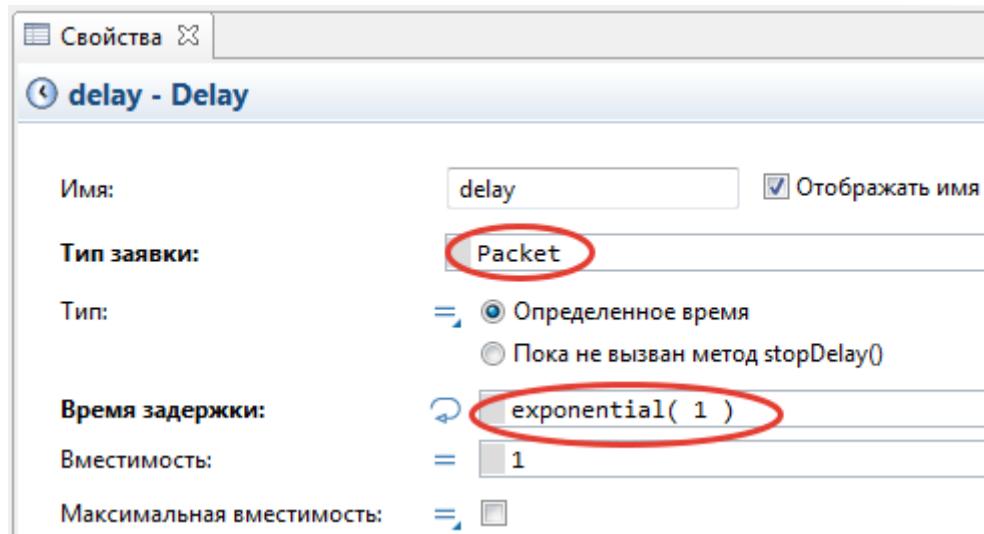


Рисунок 4 – Свойства элемента delay

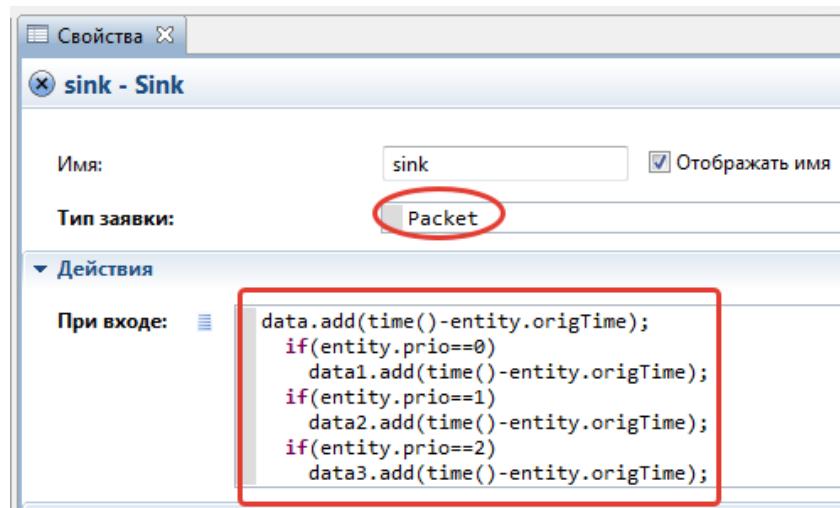


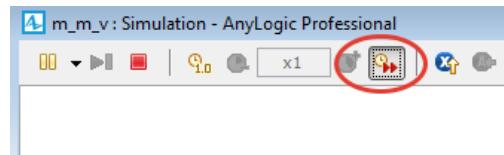
Рисунок 5 – Свойства элемента sink

## 2.3 Валидация модели

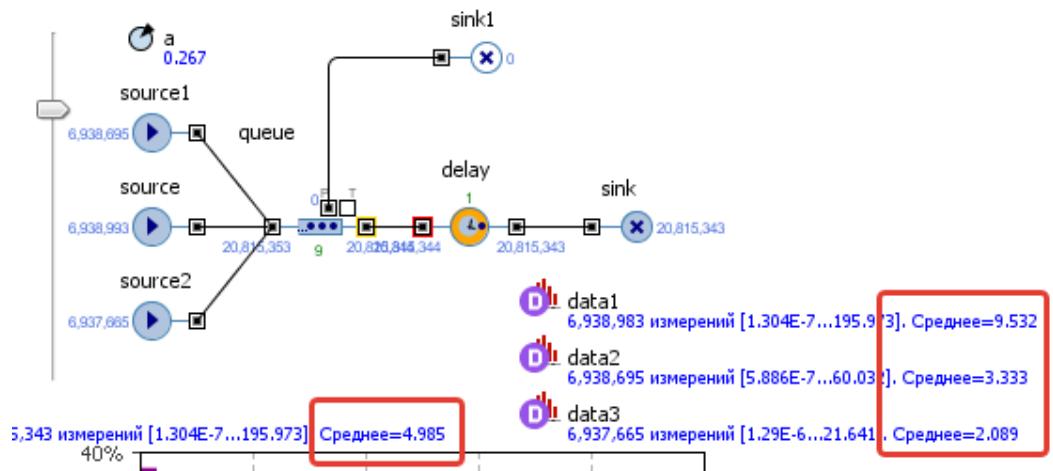
### 2.3.1 Проверка функционирования

Произвести компиляцию и запуск имитационной модели (время остановки не задано), значение интенсивности нагрузки выбрать  $a=0,9/3$  (деление на 3 задает равные интенсивности для каждого из трех источников, которые в сумме дают интенсивность нагрузки 0,9).

После успешной компиляции и запуска выбрать максимальную скорость работы модели



После нескольких секунд работы модели на максимальной скорости среднее время доставки для всех заявок составит примерно 5 единиц времени, а время доставки для заявок высшего приоритета (2), среднего (1) и низшего (0) составит 2,1; 3,3 и 9,5 ед.вр., соответственно (рисунок 6)



## Рисунок 6 –Проверка работы модели

Если при компиляции обнаружены ошибки, проверить структуру модели и значения свойств ее параметров, внести исправления и повторить попытку компиляции и запуска.

### 2.3.2 Сравнение результатов с аналитической моделью

Выполнить ряд прогонов имитационной модели для СМО М/М/1 с разным значением интенсивности нагрузки. Полученные оценки вероятности потерь занести в таблицу 3, округлять числа до 3 знаков после запятой.

Для аналитической модели М/М/1 выбрать выражение (для приоритетов 2 и 3)

$$\bar{W}_K = \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \bar{t}_i}{(1 - R_{K-1})(1 - R_K)}, K=2, 3$$

$$R_K = \sum_{i=1}^K \rho_i$$

$$R_{K-1} = \sum_{i=1}^{K-1} \rho_i$$

где интенсивность нагрузки

$$\rho_i = \frac{a}{\mu} = a_i \bar{t}$$

$M$  – общее количество приоритетов ( $M=3$ )

**Примечание.** В данном выражении меньшее значение К соответствует большему приоритету.

Для заявок высшего приоритета ( $K=1$ )

$$\bar{W}_1 = \frac{\sum_{i=1}^M \rho_i \bar{t}_i}{1 - \rho_1}$$

Время доставки

$$T_K = W_K + \bar{t}$$

Таблица – 1 Оценки вероятности потерь для различных значений интенсивности нагрузки СМО М/М/1

N	$a$	Время доставки $T$					
		Имит. Модель			Аналит. Модель		
		Приор. 0	Приор. 1	Приор. 2	K= 3	K= 2	K = 1

1	0,1						
2	0,2						
3	0,3						
4	0,4						
5	0,5						
6	0,6						
7	0,7						
8	0,8						
9	0,9						
10	0,99						

По данным таблицы 1 построить графики зависимости времени доставки от интенсивности нагрузки для заявок различного приоритета (по результатам имитационного моделирования).

### 3 Исследование СМО М/D/1 с приоритетным обслуживанием

Изменить свойства элемента delay для преобразования СМО к типу M/D/1.

Выполнить ряд прогонов имитационной модели для СМО M/D/1/K с разным значением интенсивности нагрузки. Полученные оценки времени доставки занести в таблицу 2, округлять числа до 3 знаков после запятой.

Для аналитической модели M/D/1 (для приоритетов 2 и 3) использовать следующее выражение, предварительно подставив в него нужное значение среднеквадратического отклонения

$$\bar{W}_K = \frac{1}{2(1-R_{K-1})(1-R_K)} \sum_{i=1}^M \rho_i \bar{t}_i \left( 1 + \left( \frac{\sigma_i}{\bar{t}_i} \right)^2 \right), K=2, 3$$

$$R_K = \sum_{i=1}^K \rho_i$$

$$R_{K-1} = \sum_{i=1}^{K-1} \rho_i$$

где интенсивность нагрузки

$$\rho_i = \frac{a}{\mu} = a_i \bar{t}$$

$M$  – общее количество приоритетов ( $M=3$ )

**Примечание.** В данном выражении меньшее значение  $K$  соответствует большему приоритету.

Для заявок высшего приоритета ( $K=1$ )

$$\overline{W}_1 = \frac{1}{2(1-\rho_1)} \sum_{i=1}^M \rho_i \bar{t}_i \left( 1 + \left( \frac{\sigma_i}{\bar{t}_i} \right)^2 \right)$$

Время доставки

$$T_K = W_K + \bar{t}$$

Таблица – 2 Оценки вероятности потерь для различных значений интенсивности нагрузки СМО M/D/1

N	$a$	Время доставки $T$					
		Имит. Модель			Аналит. Модель		
		Приор. 0	Приор. 1	Приор. 2	K= 3	K= 2	K = 1
1	0,1						
2	0,2						
3	0,3						
4	0,4						
5	0,5						
6	0,6						
7	0,7						
8	0,8						
9	0,9						
10	0,99						

По данным таблицы 2 построить графики зависимости времени доставки от интенсивности нагрузки для заявок различного приоритета (по результатам имитационного моделирования).

#### 4. Выводы по работе

Сформулировать выводы по каждому из этапов выполнения работы:

1. По построению имитационной модели СМО с приоритетным обслуживанием.
2. По результатам имитационного и аналитического моделирования на примере СМО M/M/1 с приоритетным обслуживанием.
3. По результатам исследования СМО M/D/1 с приоритетным обслуживанием.