

## Лабораторная работа №5

### ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ С КОМБИНИРОВАННОЙ ДИСЦИПЛИНОЙ ОБСЛУЖИВАНИЯ

#### 1. Система массового обслуживания с комбинированной ДО

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

Цели данной работы состоит в освоении системы имитационного моделирования и изучении моделей СМО с комбинированной ДО.

План работы:

1. Построить имитационную модель СМО с комбинированной ДО, выполнить ее валидацию.
2. Получить и сопоставить результаты имитационного и аналитического моделирования на примере СМО М/М/1/к.
3. Модифицировать имитационную модель в модель многофазной СМО и исследовать ее функционирование (на примере двухфазной СМО).
4. Сформулировать полученные результаты и сделать выводы.

#### 2. Построение имитационной модели

##### 2.1 Построить структуру модели СМО М/М/1/к в системе AnyLogic

Для построения модели используются библиотечные элементы типов: source, delay, queue и sink, параметр, переменная (возможно использовать наработки из предыдущей лабораторной работы).

Элементы соединяются как показано на рисунке 1.

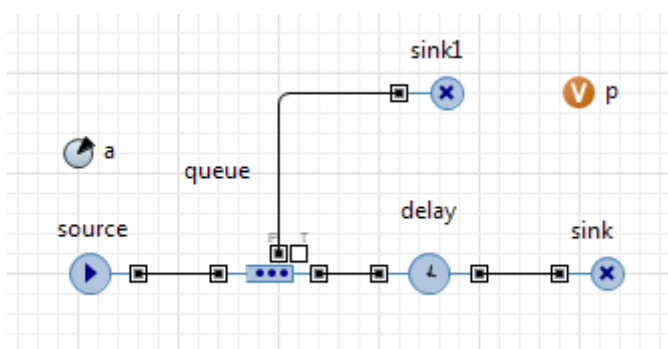
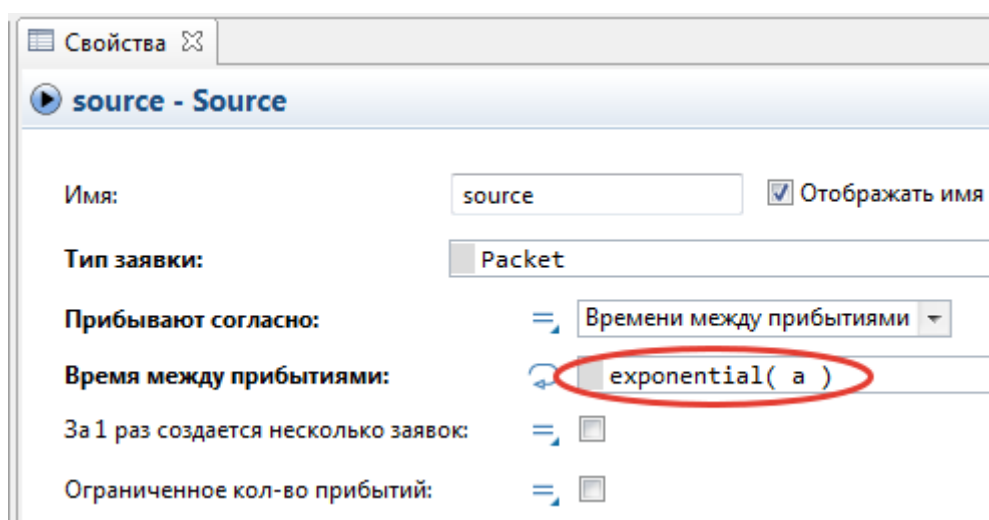


Рисунок 1 – Структура модели

## 2.2 Определить свойства элементов модели



Свойства ✕

**source - Source**

Имя:  ☒ Отображать имя

Тип заявки:

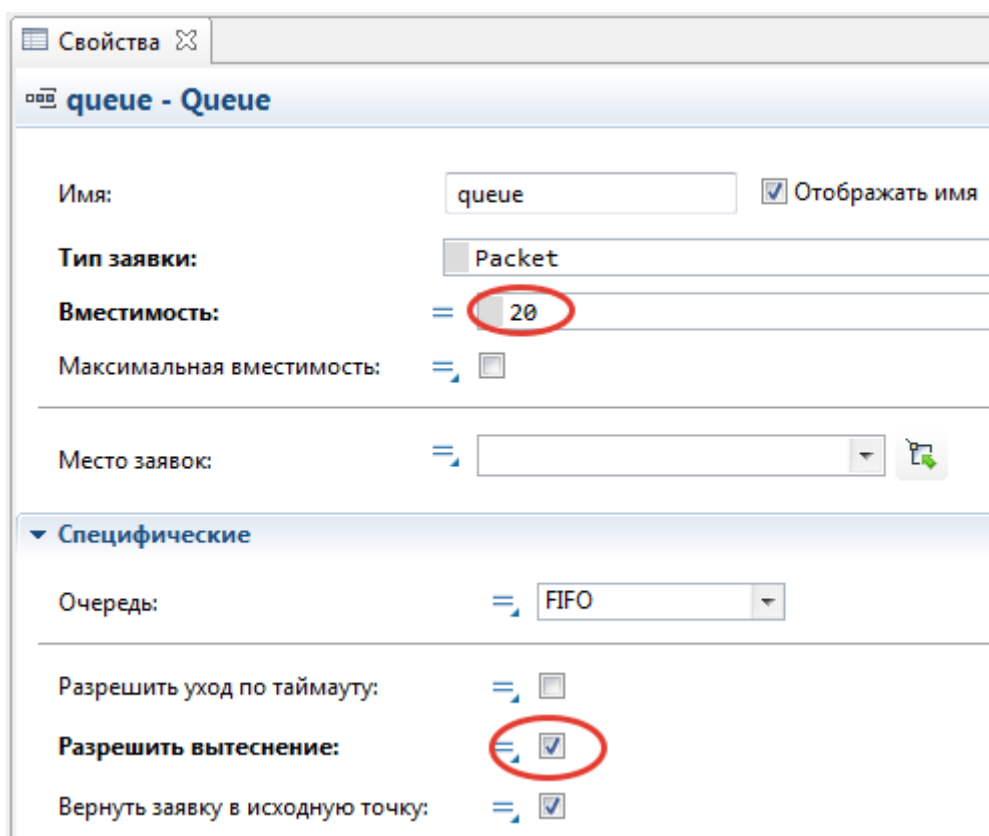
Прибывают согласно:

Время между прибытиями:

За 1 раз создается несколько заявок: ☐

Ограниченное кол-во прибытий: ☐

Рисунок 2 –Изменение свойств элемента source



Свойства ✕

**queue - Queue**

Имя:  ☒ Отображать имя

Тип заявки:

Вместимость:

Максимальная вместимость: ☐

Место заявок:

**▼ Специфические**

Очередь:

Разрешить уход по таймауту: ☐

Разрешить вытеснение: ☒

Вернуть заявку в исходную точку: ☒

Рисунок 3 –Изменение свойств элемента queue

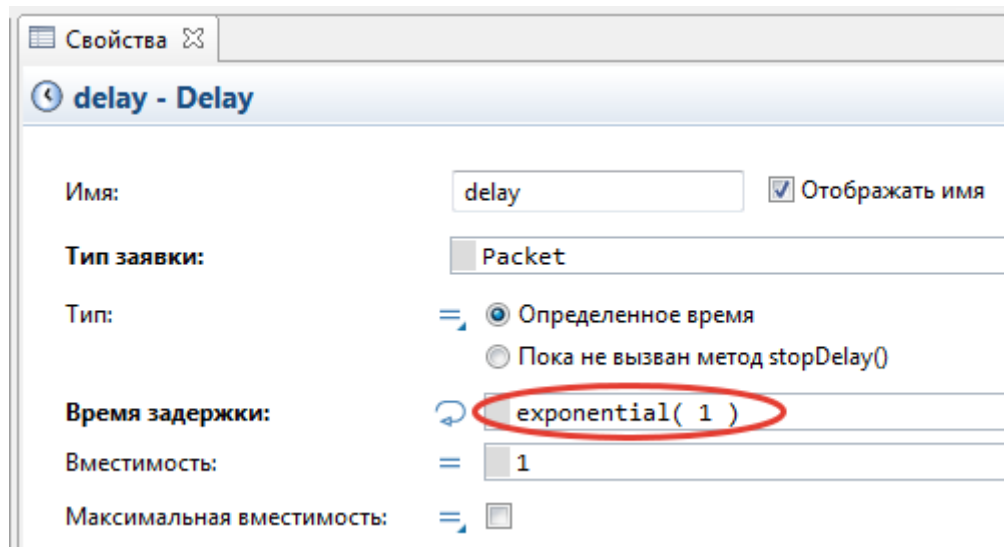


Рисунок 4 –Изменение свойств элемента delay

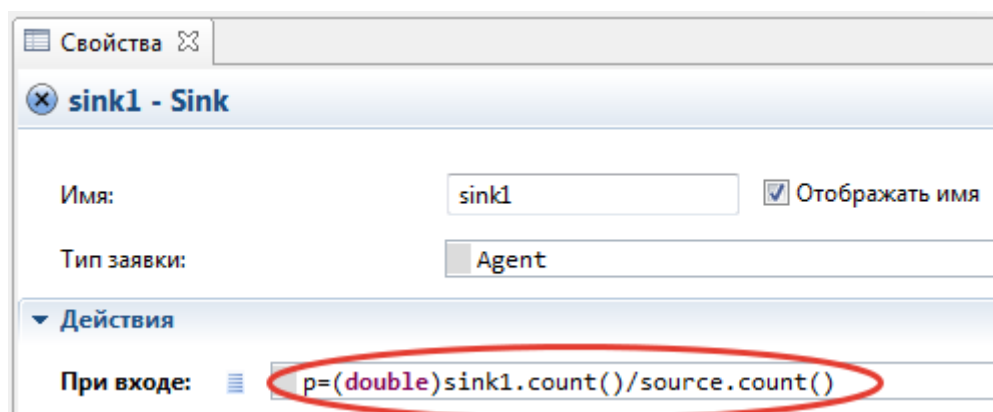


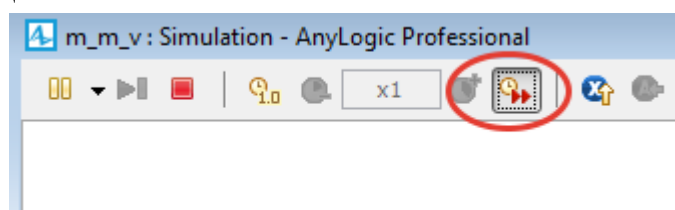
Рисунок 5 –Изменение свойств элемента sink1

## 2.3 Валидация модели

### 2.3.1 Проверка функционирования

Произвести компиляцию и запуск имитационной модели (время остановки не задано), значение интенсивности нагрузки выбрать  $a=0,9$ .

После успешной компиляции и запуска выбрать максимальную скорость работы модели



The diagram illustrates a network flow path. It starts with a 'source' node (blue circle with a play button) with a value of 2,181,243. The path continues through a 'queue' block (blue rectangle with a play button) and a 'delay' block (blue circle with a play button). The 'delay' block has a value of 1. The path then leads to a 'sink' node (blue circle with an 'X') with a value of 2,155,453. A red circle highlights a node labeled 'V p 0.012'.

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

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

$$p = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{K+1}} \rho^K$$

$$\rho = \frac{a}{\mu} = a\bar{t}, K - \text{равно количеству мест ожидания в очереди} + 1.$$

[illegible]

7	0,7												
8	0,8												
9	0,9												
10	0,99												

ИМ – имитационное моделирование,

АМ – аналитическое моделирование.

По данным таблицы 1 построить графики зависимости доли потерянных заявок от интенсивности нагрузки и длины очереди.

### 3. Исследование СМО G/G/1/K

#### 3.1 Построение модели СМО G/G/1/K

Модифицировать модель СМО М/М/1/К путем изменения свойств элементов source и delay. Структура и элементы модели приведены на рисунке 7.

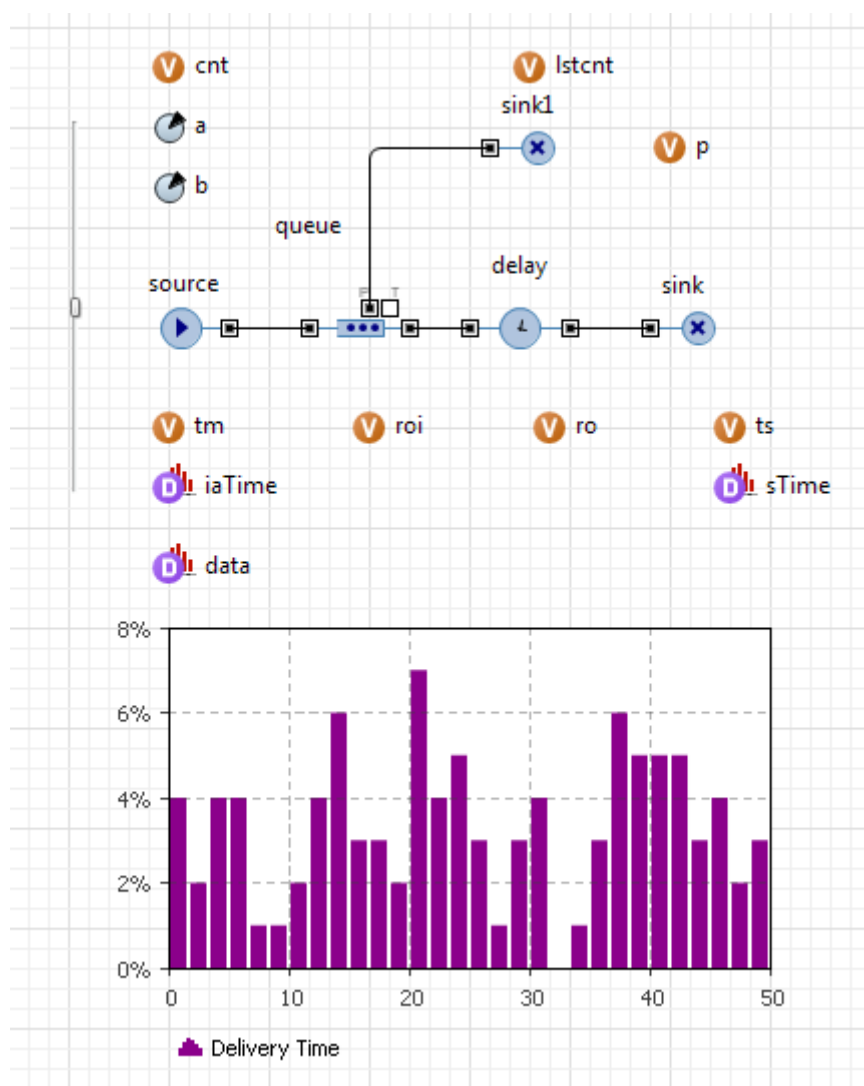


Рисунок 7 –Структура модели

### 3.2 Определить свойства элементов модели

Рисунок 8 –Изменение свойств элемента source

Рисунок 9 –Изменение свойств элемента queue

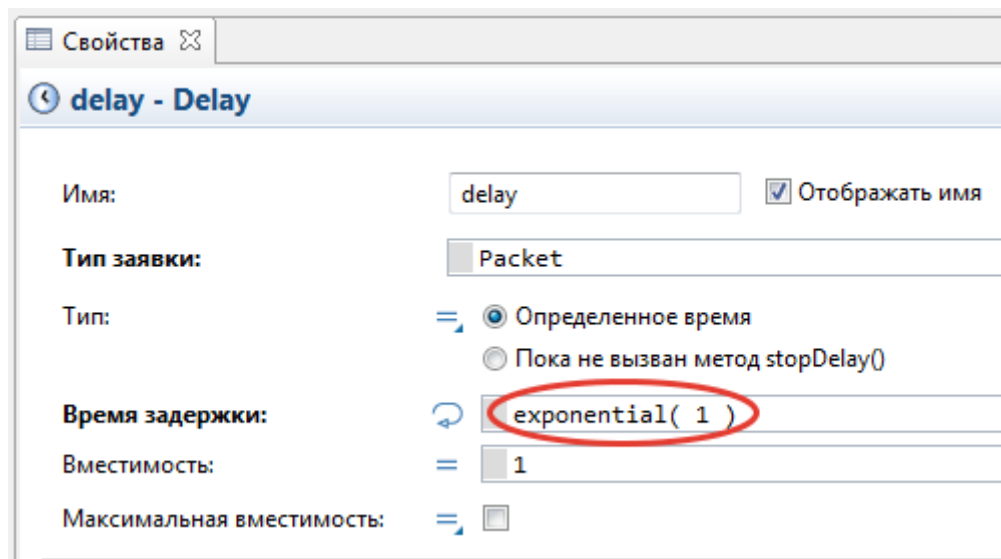


Рисунок 10 –Изменение свойств элемента delay

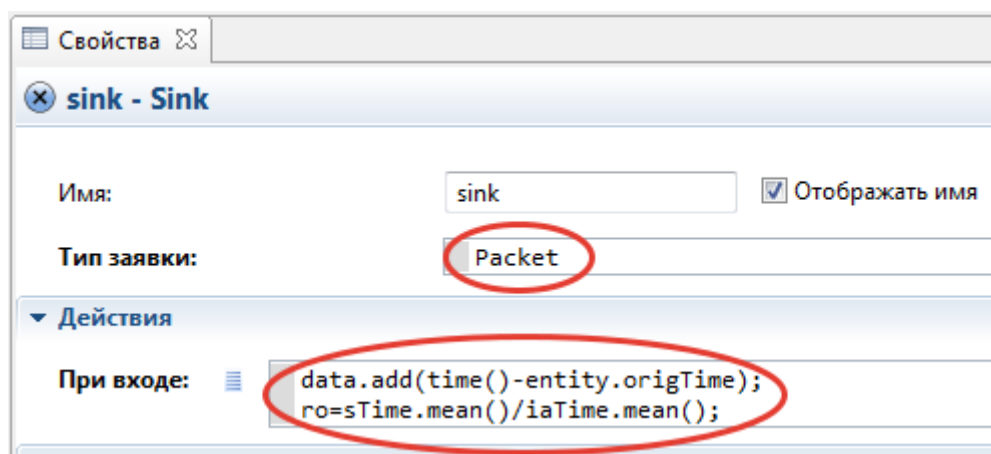


Рисунок 11 –Изменение свойств элемента sink

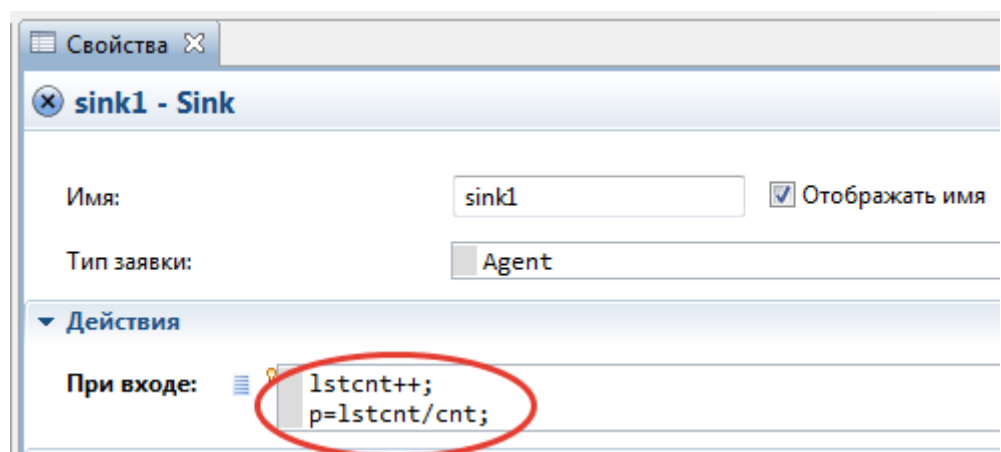


Рисунок 12 –Изменение свойств элемента sink1

Свойства

## slider - Бегунок

Имя:  ☐ Исключить

Ориентация: ☐ Горизонтальная ☒ Вертикальная

☒ Связать с:

Минимальное значение:

Максимальное значение:

Доступность:

▼ Действие

```
data.reset();
iaTime.reset();
sTime.reset();
p=0;
cnt=0;
lstcnt=0;
```

### 3.2 Проведение имитационных экспериментов

[illegible]



8	0,8												
9	0,9												
10	0,99												

им – имитационное моделирование,

ам – аналитическое моделирование.

$t$  – среднее время обслуживания,

$\tau$  – среднее интервала между заявками.

В качестве аналитической модели принять выражение

$$p \approx \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{\frac{2}{C_a^2 + C_b^2} K + 1}} \cdot \rho^{\frac{2}{C_a^2 + C_b^2} K}$$

$$\rho = \frac{t}{\tau}.$$

По результатам из таблицы 2 построить графики зависимости вероятности потерь от интенсивности нагрузки и максимальной длины очереди.

По полученным результатам сделать соответствующие выводы.

## 5. Выводы по работе

Сформулировать выводы по каждому из этапов выполнения работы:

1. По построению имитационной модели СМО с комбинированной ДО.
2. По результатам имитационного и аналитического моделирования на примере СМО М/М/1/К.
3. По результатам исследования СМО G/G/1/К.