

Simulink-модель одноканальной СМО с накопителем конечной емкости

Создание модели

Набираем в Matlab команду (рис. 1)

simulink

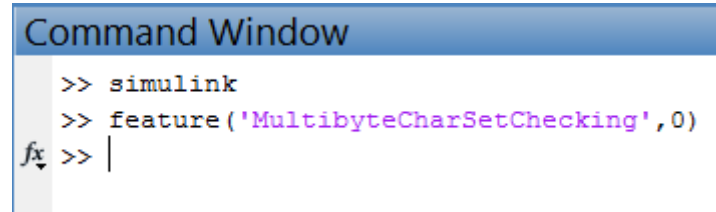


Рис. 1.

Если имя пользователя, под которым вы работаете, содержит в названии кириллицу, то необходимо набрать команду

```
feature('MultibyteCharSetChecking',0)
```

чтобы не было проблем с сохранением модели.

В открывшемся окне создаем новую модель (File – New Model).

Сначала добавим в модель источник заявок. Для этого зайдём в библиотеку SimEvents – Generators – Entity Generators, выберем Time-Based Entity Generator (рис. 2) и перенесем в окно модели.

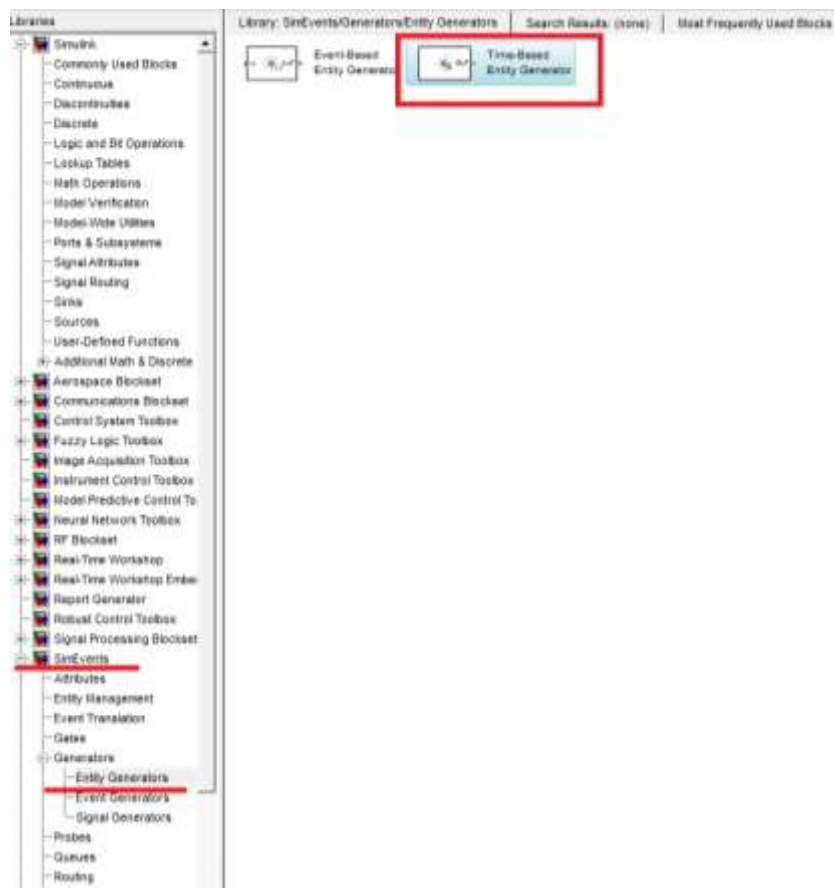


Рис. 2.

Открываем настройки генератора, щелкнув по нему два раза. На вкладке Entity Generation зададим свойству Generate entities with значение Integration time from port t и поставим галочку Generate entity at simulation start (рис. 3).

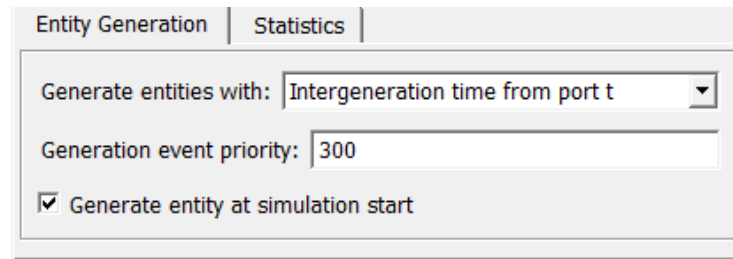


Рис. 3.

На вкладке Statistics ставим On для параметров, которые мы будем отслеживать: Number of entity departed (число покинувших генератор заявок) и Average intergeneration time (среднее время между появлениями новых заявок) – рис. 4.

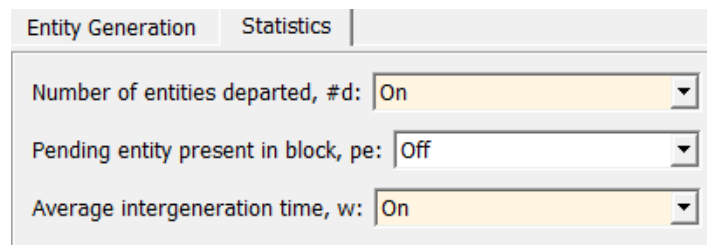


Рис. 4.

Нажимаем Apply, после чего у источника заявок появляется два выхода: #d и w (рис. 5).

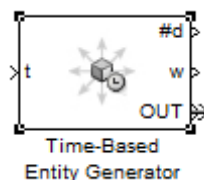


Рис. 5.

На вход источника заявок необходимо подать моменты времени. Для этого добавляем в модель Event-Based Random Number из библиотеки SimEvents – Signal Generators – Entity Generators и соединим его с источником заявок (рис. 6).

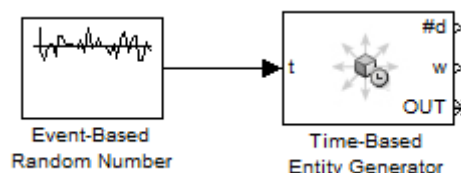


Рис. 6.

Щелкаем по блоку Event-Based Random Number и настраиваем свойства (рис. 7):

- 1) Закон распределения времени между заявками – Exponential (экспоненциальный).
- 2) Параметр экспоненциального закона - среднее время – например, 1.

3) Стартовое число генератора – оставим значение по умолчанию.

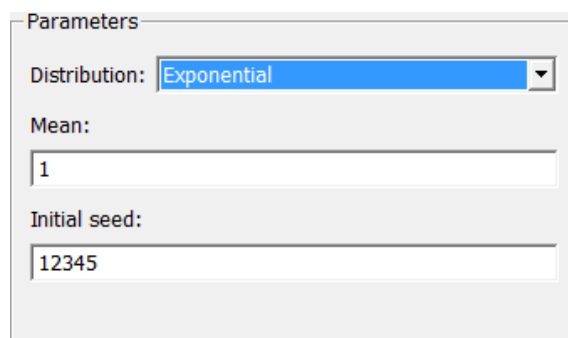


Рис. 7.

Добавим блоки Display из библиотеки Simulink – Sinks для вывода числа покинувших генератор заявок и среднего времени между появлениями новых заявок выведем (рис. 8).

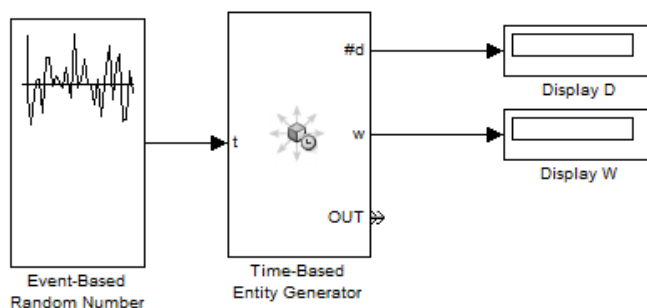


Рис. 8.

Добавим блок очередь. В Simulink представлено 3 вариант очереди: FIFO (First In, First Out - «первым пришёл - первым ушёл»), LIFO (Last In, First Out - «последним пришёл - первым ушёл») и очередь с приоритетом. Возьмём блок FIFO Queue из библиотеки SimEvents – Queues и соединим его с блоком Time-Based Entity Generator (рис. 9).

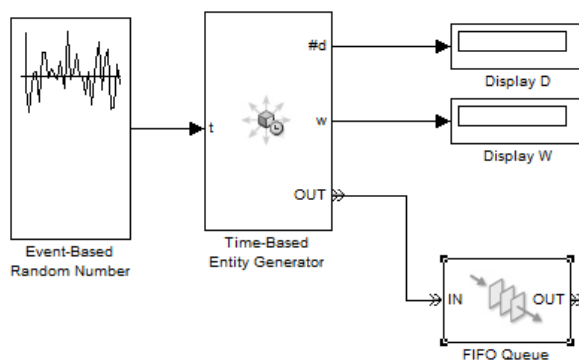


Рис. 9.

Щелкаем по блоку FIFO Queue и настраиваем следующие свойства:

- 1) На вкладке FIFO Queue задаем свойство Capacity (длина очереди) – например, 10 (рис. 10).

2) На вкладке Statistics ставим On для параметров, которые мы будем отслеживать: Number of entity departed (число покинувших очередь заявок), Number of entities in queue (число заявок в очереди), Average wait (среднее время ожидания), Average queue length (средняя длина очереди) – рис. 11.

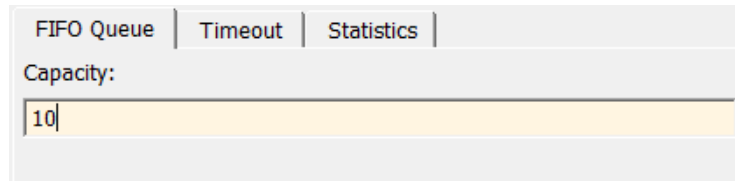


Рис. 10.

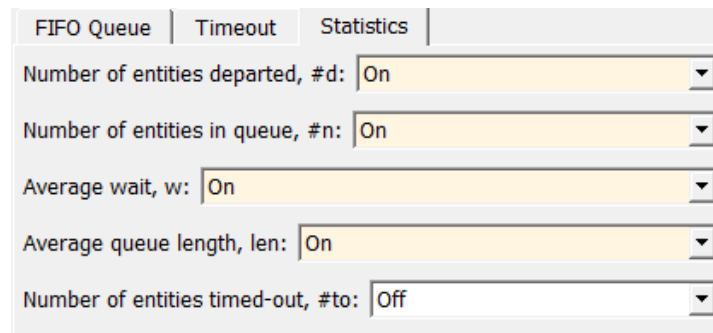


Рис. 11.

Добавим блоки для вывода результатов моделирования. Число покинувших очередь заявок и среднее время ожидания выведем на дисплей (блок Display из библиотеки Simulink – Sinks). Число заявок в очереди и среднюю длину очереди выведем на осциллограф (блок Scope из библиотеки Simulink – Sinks), чтобы отслеживать, как менялись эти величины во времени (рис. 12).

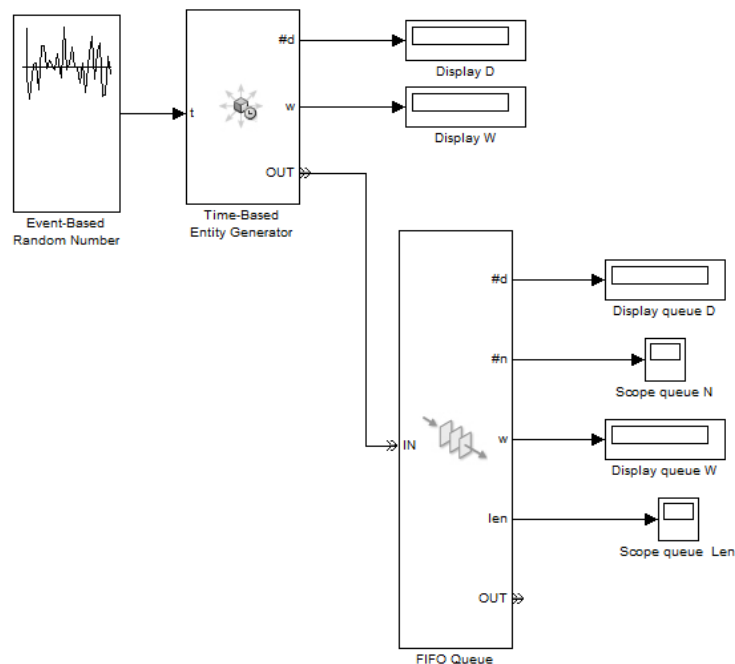


Рис. 12.

Зададим свойства для осциллографов. Для этого щелкнем по блоку Scope, выберем пункт меню Parameters, перейдем на вкладку Data History и установим следующие свойства (рис. 13):

- 1) Limit Data point to last (длина диаграммы) - 50 000.
- 2) Поставим галочку Save data to workspace (сохранять данные в рабочую область).
- 3) Variable name (имя переменной) – например, для числа заявок в очереди назовем переменную Nqueue.
- 4) Format (формат данных) – Array.

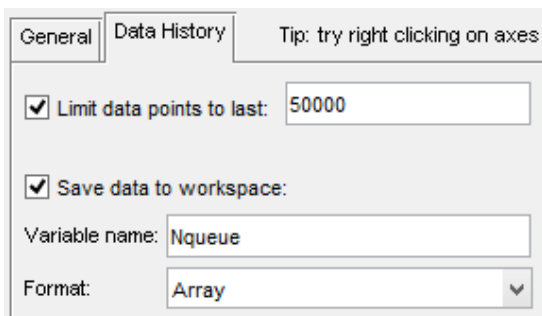


Рис. 13.

Добавим в модель канал обслуживания Single Server из библиотеки SimEvents – Servers (рис. 14).

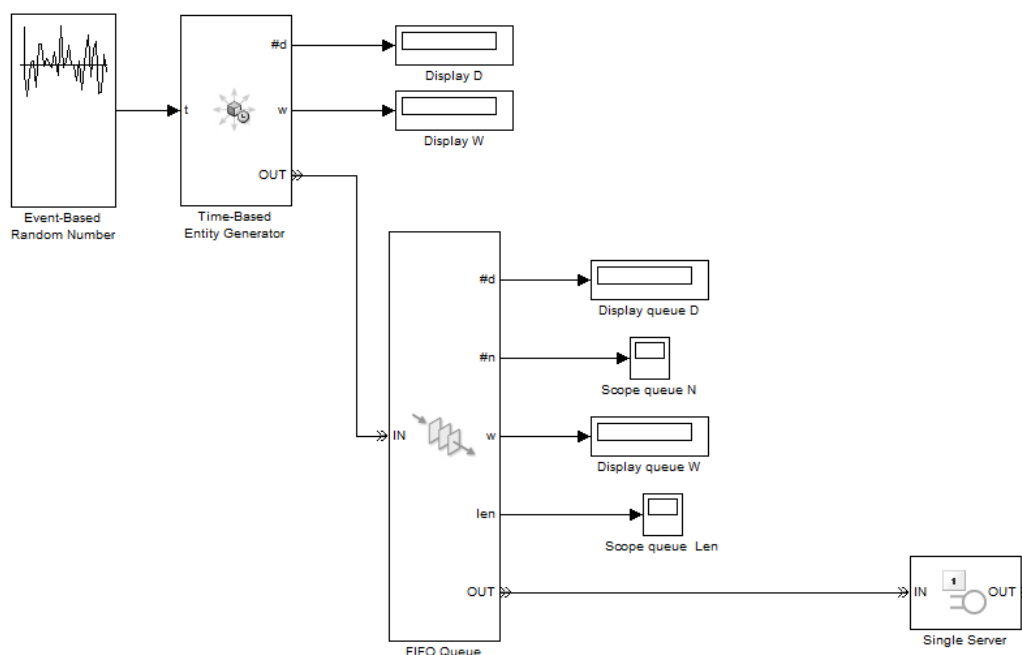


Рис. 14.

Щелкаем по блоку Single Sever и настраиваем следующие свойства:

- 1) На вкладке Single Server задаем свойство Service time from – Signal port t (рис. 15).
- 2) На вкладке Statistics ставим On для параметров, которые мы будем отслеживать: Number of entity departed (число заявок, покинувших каналов обслуживания), Number of entities in block (число заявок в блоке), Average wait (среднее время обслуживания) – рис. 16.

Single Server	Preemption	Timeout	Statistics
Service time from: <input type="text" value="Signal port t"/>			
Service completion event priority:			
<input type="text" value="500"/>			

Рис. 15.

Single Server	Preemption	Timeout	Statistics
Number of entities departed, #d: <input type="text" value="On"/>			
Number of entities in block, #n: <input type="text" value="On"/>			
Number of entities preempted, #p: <input type="text" value="Off"/>			
Pending entity present in block, pe: <input type="text" value="Off"/>			
Average wait, w: <input type="text" value="On"/>			
Utilization, util: <input type="text" value="Off"/>			
Number of entities timed-out, #to: <input type="text" value="Off"/>			

Рис. 16.

Добавим блоки для вывода результатов моделирования. Число заявок, покинувших каналов обслуживания, и число заявок в блоке выведем на дисплей (блок Display из библиотеки Simulink – Sinks). Среднее время обслуживания выведем на осциллограф (блок Scope из библиотеки Simulink – Sinks) - рис. 17. Для осциллографа зададим свойства, как на рис. 13, изменив только имя переменной.

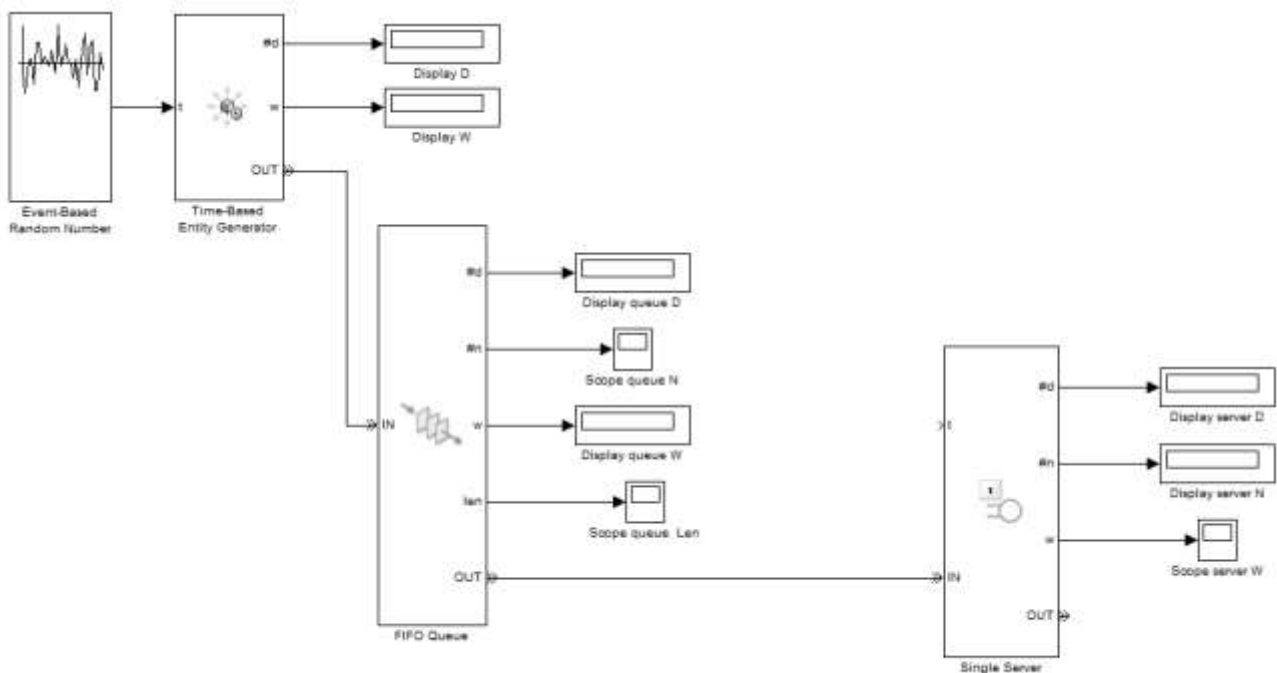


Рис. 17.

Добавим в модель блок Event-Based Random Number из библиотеки SimEvents – Signal Generators – Entity Generators и соединим его с сигнальным портом блока Signal Server (рис. 18).

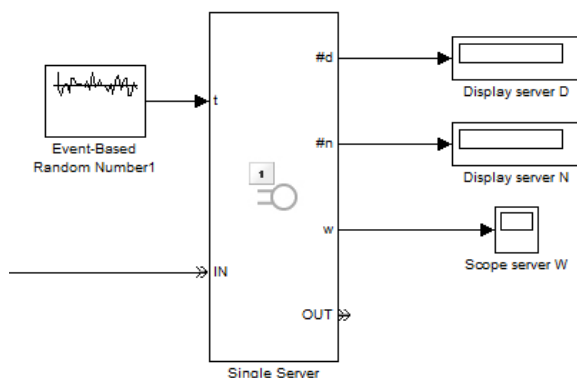


Рис. 18.

Щелкаем по блоку Event-Based Random Number и настраиваем свойства (рис. 19):

- 1) Закон распределения времени обслуживания – Uniform (равномерный).
- 2) Параметры равномерного закона – минимум и максимум (время обслуживания заявки каналом) – например, 0 и 6.
- 3) Стартовое число генератора – возьмём любое, отличающееся от значения по умолчанию (например, 54321).

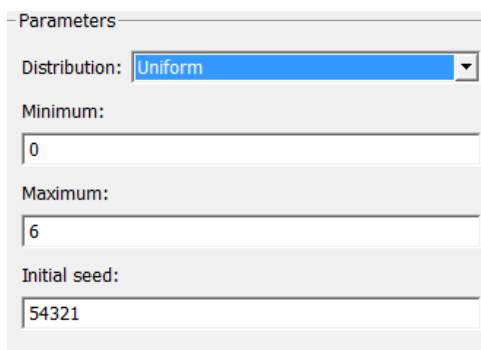


Рис. 19.

Добавим на схему приемник для заявок, покинувших канал, Entity Sink из библиотеки SimEvents – SimEvents Sinks и соединим его с выходом блока Signal Server (рис. 20). Щелкнем по блоку Entity Sink и выставим свойство Number of entity arrived (число попавших в приемник заявок) в On (рис. 21). Выведем это значение на дисплей (блок Display из библиотеки Simulink – Sinks). В результате получим следующую схему - рис. 22.

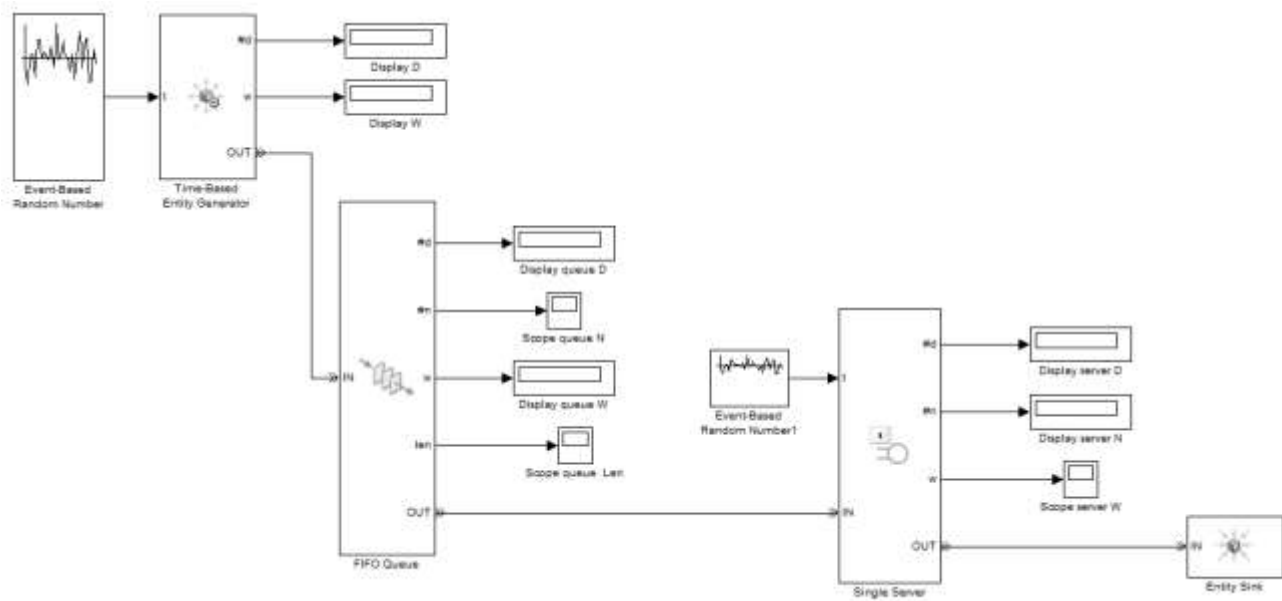


Рис. 20.

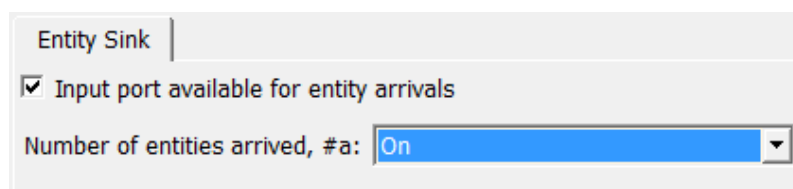


Рис. 21.

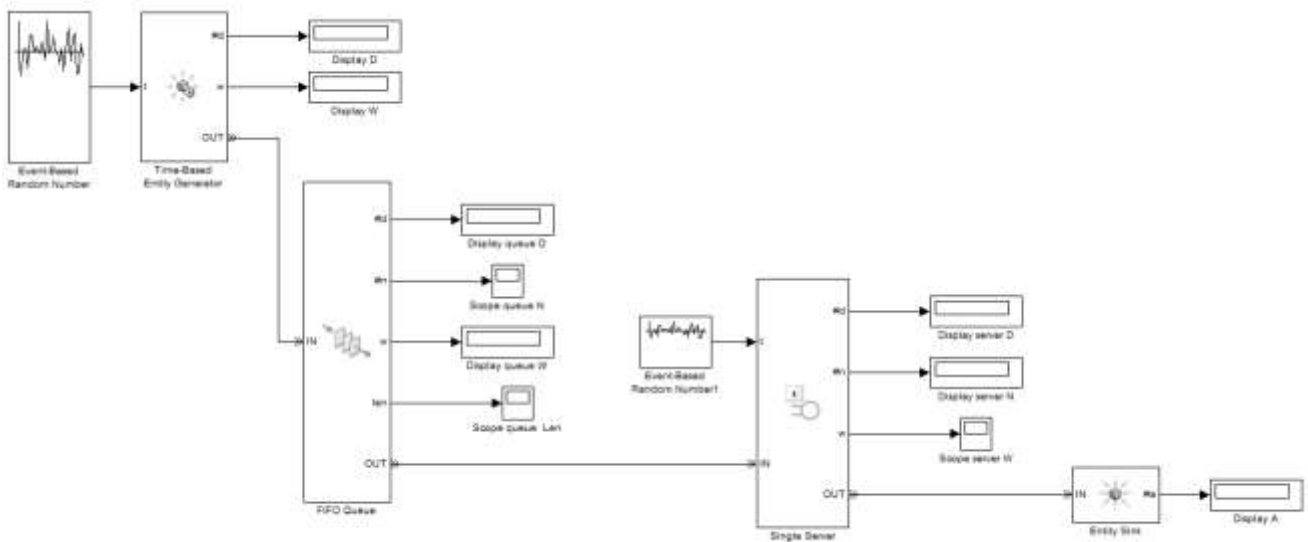


Рис. 22.

Запуск модели

Введем время моделирования, например, 1000, и нажмем Start Simulation (рис. 23).

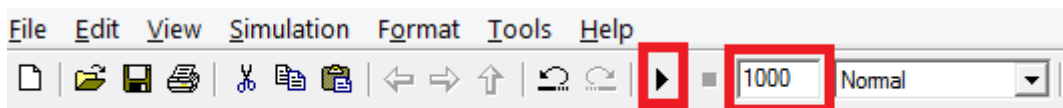



Рис. 23.

Результат представлен на рис. 24. На дисплеях отобразились различные характеристики системы. Для того чтобы увидеть данные с осциллографа, необходимо щелкнуть по нему и в открывшемся окне нажать Autoscale  (рис. 25-27).

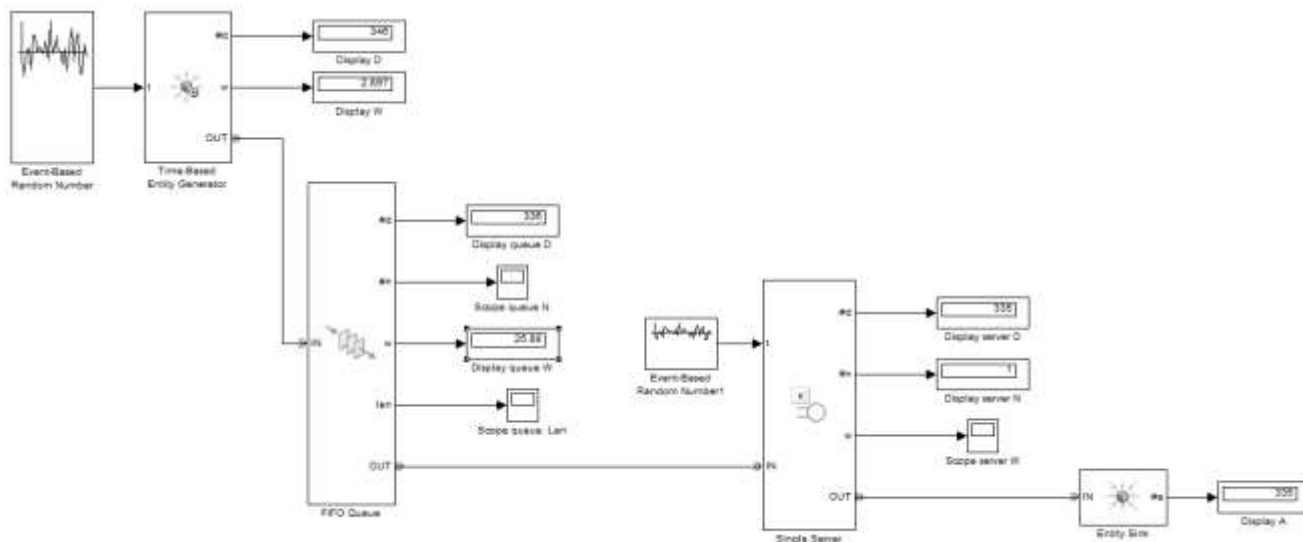


Рис. 24.

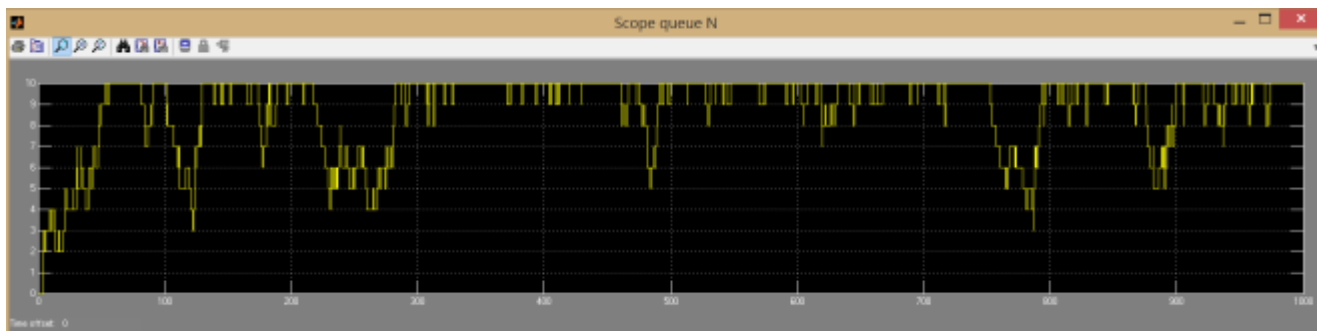


Рис. 25.

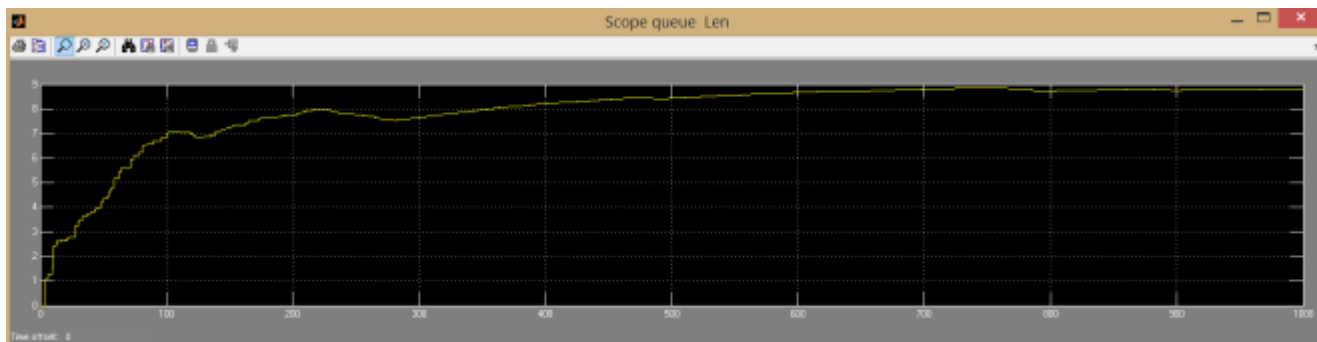


Рис. 26.

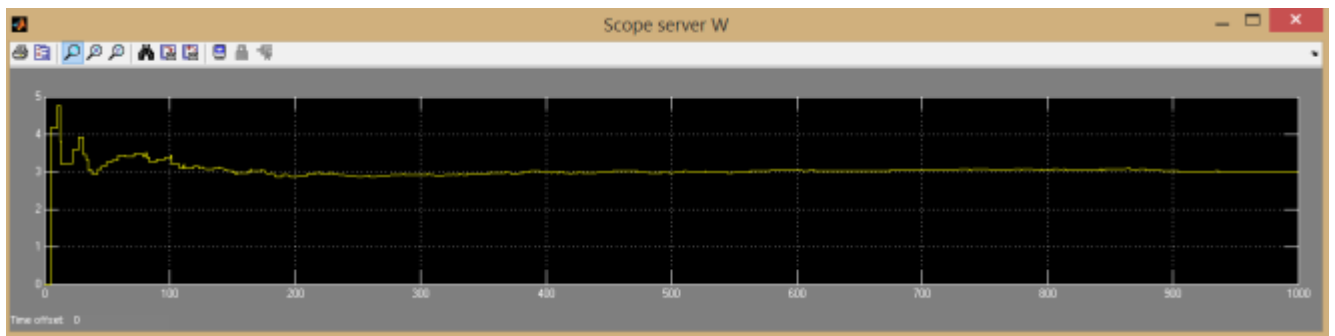


Рис. 27.

В рабочей области стали доступны массивы данных (рис. 28).

Name ▲	Value	Min	Max	Mean
LENqueue	<682x2 double>	0	1000	253.7038
Nqueue	<682x2 double>	0	1000	254.0956
Wserver	<682x2 double>	0	1000	251.2676
tout	<682x1 double>	0	1000	499.5196

Рис. 28.

Построим графики для этих величин:

```
plot(Nqueue(:,1),Nqueue(:,2));
```

```
plot(LENqueue(:,1),LENqueue(:,2));
```

```
plot(Wserver(:,1),Wserver(:,2));
```

Полученные графики представлены на рис. 29-31.

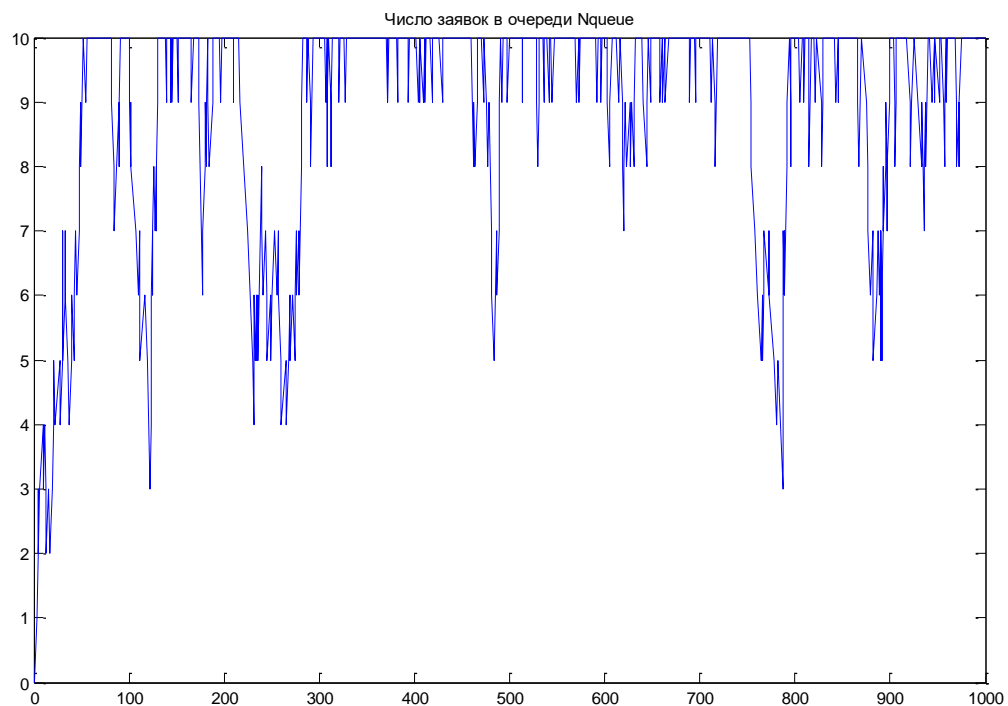


Рис. 29.

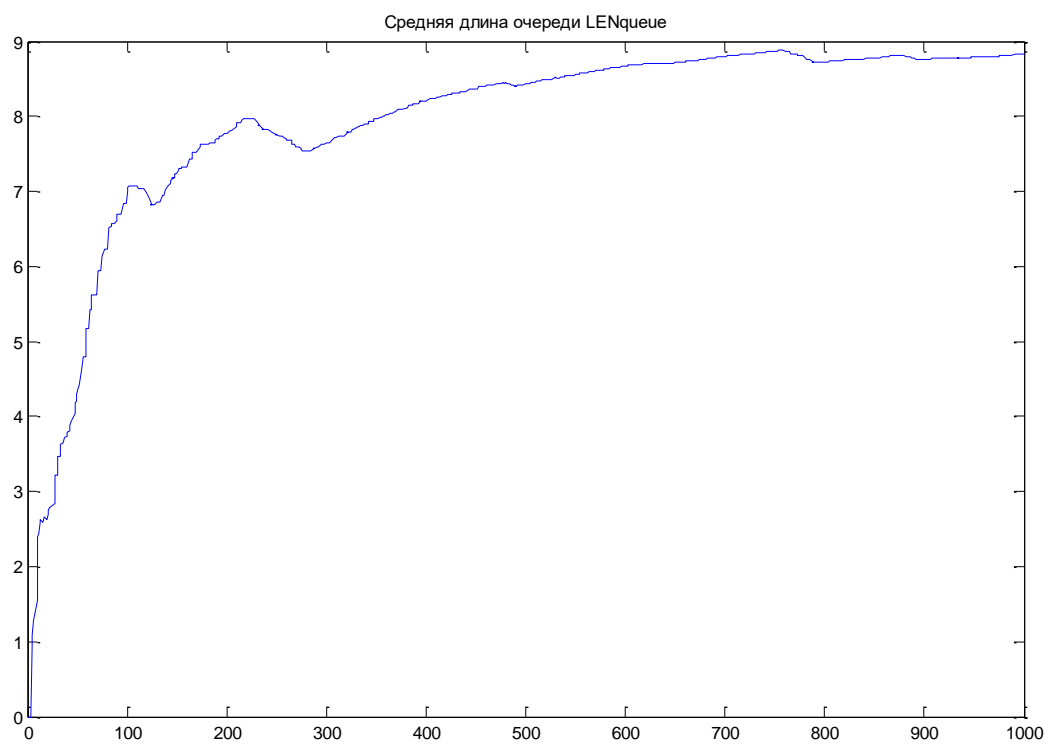


Рис. 30.

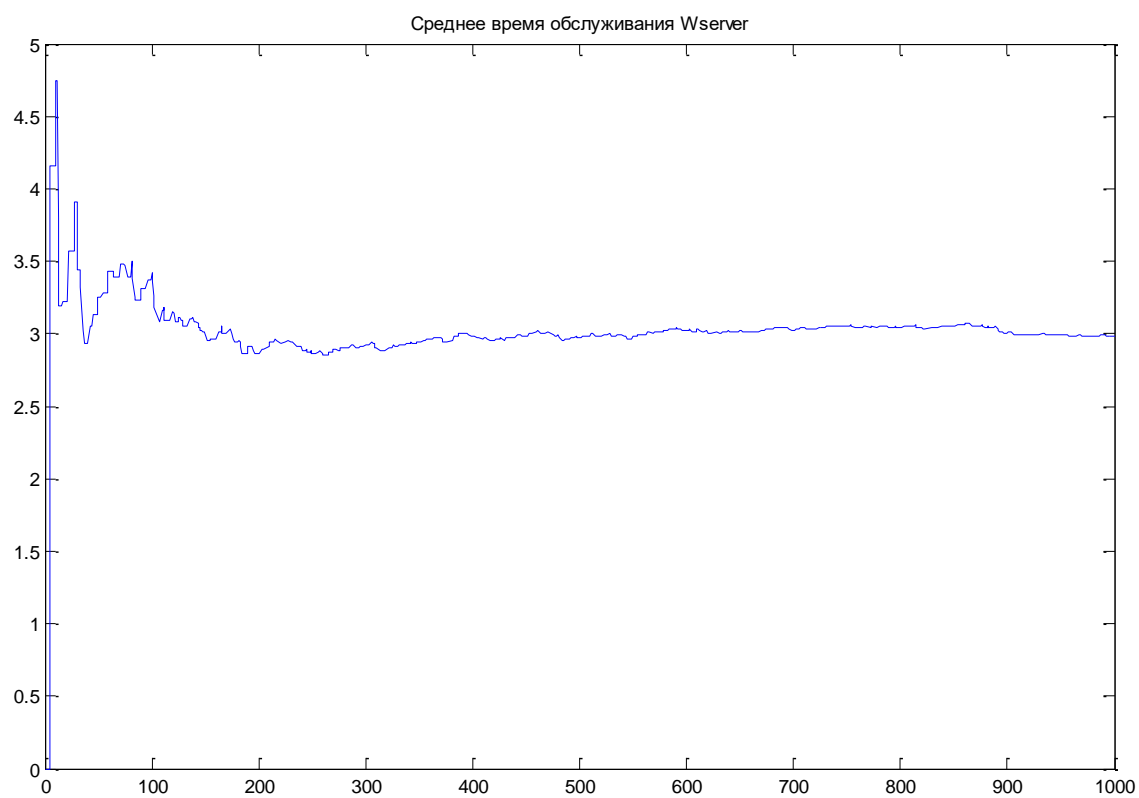


Рис. 31.