

НИТУ «МИСиС»

О Т Ч Е Т

ПО

ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

«Имитационное моделирование комплекса многоканальных СМО

с ограничением на время ожидания»

Учебная дисциплина «Имитационное моделирование»

Группа: БПМ-16-2

Студент: Малышковский О.В.

Преподаватель: доц., к.т.н. Кожаринов А.С.

Отметка:

Дата защиты:

2019 г.

Постановка задачи

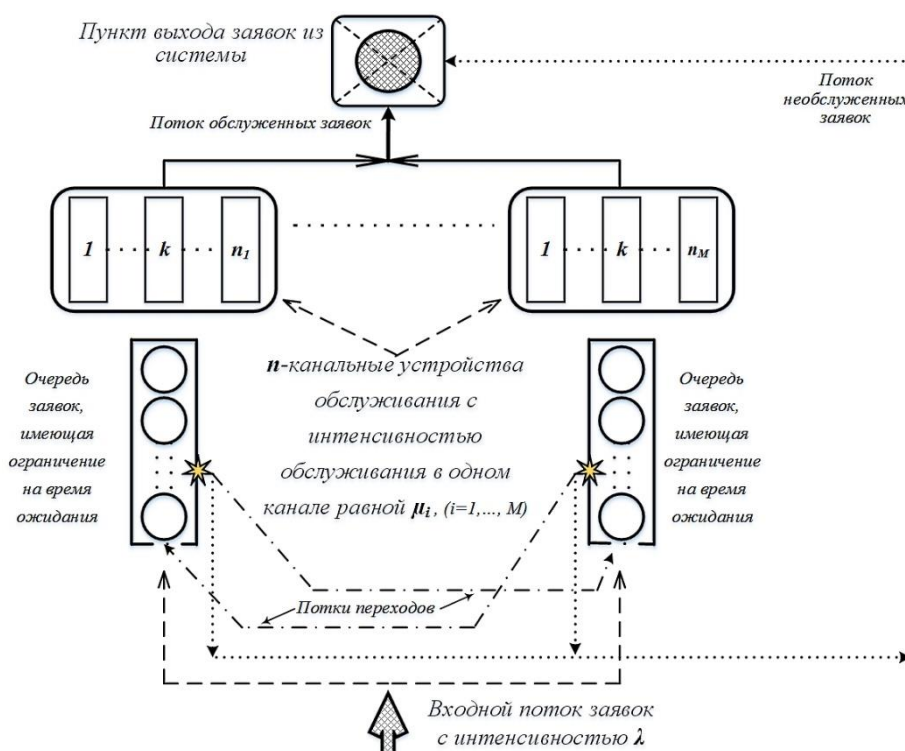
В состав рассматриваемой предметной области S входят $M > 1$ пунктов обслуживания заявок (ПОЗ), представляющих собой *многоканальные СМО с бесконечной очередью и ограничением на время ожидания в очереди*. Каждый такой ПОЗ является образом одного ПБП, функционирующего на территории РД, представляя собой его модель в виде *СМО с нетерпеливыми клиентами* (см. рис.1).

Известны следующие особенности структуры и функционирования системы S .

1) Все существующие в S потоки случайных событий являются стационарными пуассоновскими и, следовательно, время возникновения очередного события подчиняется показательному (экспоненциальному) закону распределения с известной интенсивностью.

2) В систему S из единственного источника поступает общий входной поток заявок (клиентов, покупателей) с известной интенсивностью λ . Индивидуальное различие заявок на обслуживание отсутствует, т.е. все заявки одинаковы по набору свойств и способам поведения (см. далее).

3) Как было сказано ранее, каждый ПОЗ в S принадлежит к классу СМО с «нетерпеливыми клиентами». Количество каналов устройств в разных ПОЗ различно и равно n_i ($i=1, \dots, M$). В рамках одного устройства обслуживания интенсивность обслуживания у всех каналов одинакова и равна μ_i [заяв./мин] (где $i = 1, \dots, M$).



Когда очередная заявка поступает в устройство, то её обслуживанием занимается ровно один канал устройства и, таким образом, всё устройство одновременно может обслуживать максимально n_i заявок ($i=1, \dots, M$).

Обслуженная заявка освобождает занятый канал и покидает систему S в *потоке обслуженных заявок* через единственный пункт выхода из системы.

Каждый ПОЗ располагает очередью, длина которой ничем не ограничена. Однако **общей особенностью всех ПОЗ, входящих в S , является то, что ограничено время ожидания в очереди ($T_{ож}$).**

Время ожидания в очереди, после которого заявка покидает ПОЗ не получив в нем обслуживания, является непрерывной случайной величиной. Она подчиняется экспоненциальному закону распределения и имеет математическое ожидание $M[T_{ож}] = \overline{T_{ож}}$. Для упрощения будем считать, что для всех ПОЗ, входящих в S , значение $\overline{T_{ож}}$ одинаково. В отличие от изученных ранее СМО, для *СМО с нетерпеливыми клиентами* существуют особенности поведения заявок, связанные с процессами покидания очереди (см. п.1.3). использованных повторных попыток обслуживания равно нулю, то клиент покидает РД в потоке необслуженных заявок через пункт выхода из системы.

Имеется множество систем массового обслуживания в количестве $M > 1$, каждая из которых относится к классу «СМО с нетерпеливыми клиентами». Все СМО работают на одной территории и в совокупности являются образцом предметной области S – **зоной** (территория, локация) **предприятий** (кафе, ресторанов и т.п.) **быстрого питания**. Каждая СМО в системе S в отдельности является самостоятельным пунктом обслуживания заявок (ПОЗ). Подробное описание предметной области лабораторной работы приведено в п.п. 1.1 и 1.2.

Задача

Разработать имитационную модель (ИМ) заданной системы S , используя систему имитационного моделирования AnyLogic©.

Используя разработанную ИМ: **определить** такие значения интенсивности входного потока заявок в систему λ и интенсивности обслуживания для каждого устройства μ_i ($i=1, \dots, M$) в системе S , при которых в установившемся режиме работы S выполнялось **контрольное условие эффективности** работы системы S .

Контрольным условием эффективности работы системы S является ограничение, накладываемое на оценку вероятности $P_{0,S}$ состояния полного простоя системы S в целом.

Например, для варианта №7 это условие: $P_{0,S} \leq 0,18$.

Это означает то, что общая доля времени, когда в системе S одновременно простаивают (не заняты обслуживанием) все ПОЗ не должно превышать 0,18.

Период моделирования – с 7.00 до 24.00.

Единица модельного времени – минута.

На начало моделирования в системе S заявок нет.

Вариант	Количество пунктов обслуживания заявок, M	Количество каналов в устройствах ПОЗ, n_i	Среднее время ожидания, $\bar{T}_{ож}$, [мин]	Контрольное условие эффективности системы S
10	5	$n_1 = 2$ $n_2 = 3$ $n_3 = 4$ $n_4 = n_5 = 5$	9,00	$P_{0,S} \leq 0,10$

Описание имитационной модели

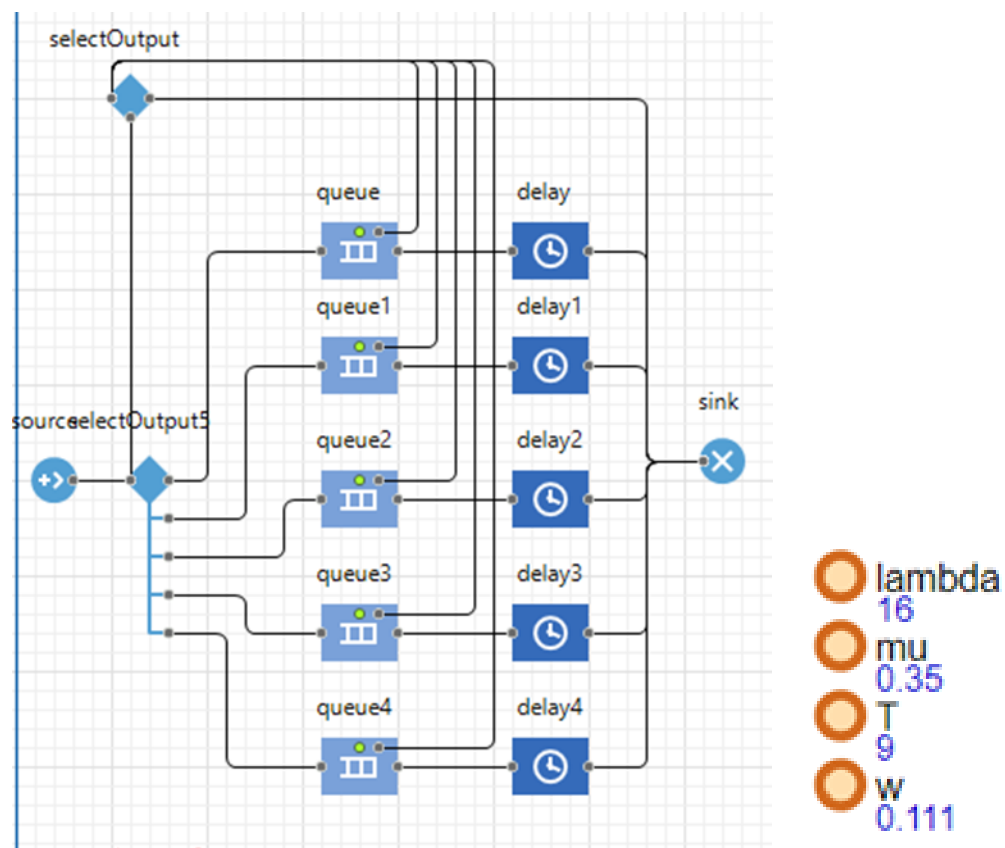


рис. 1

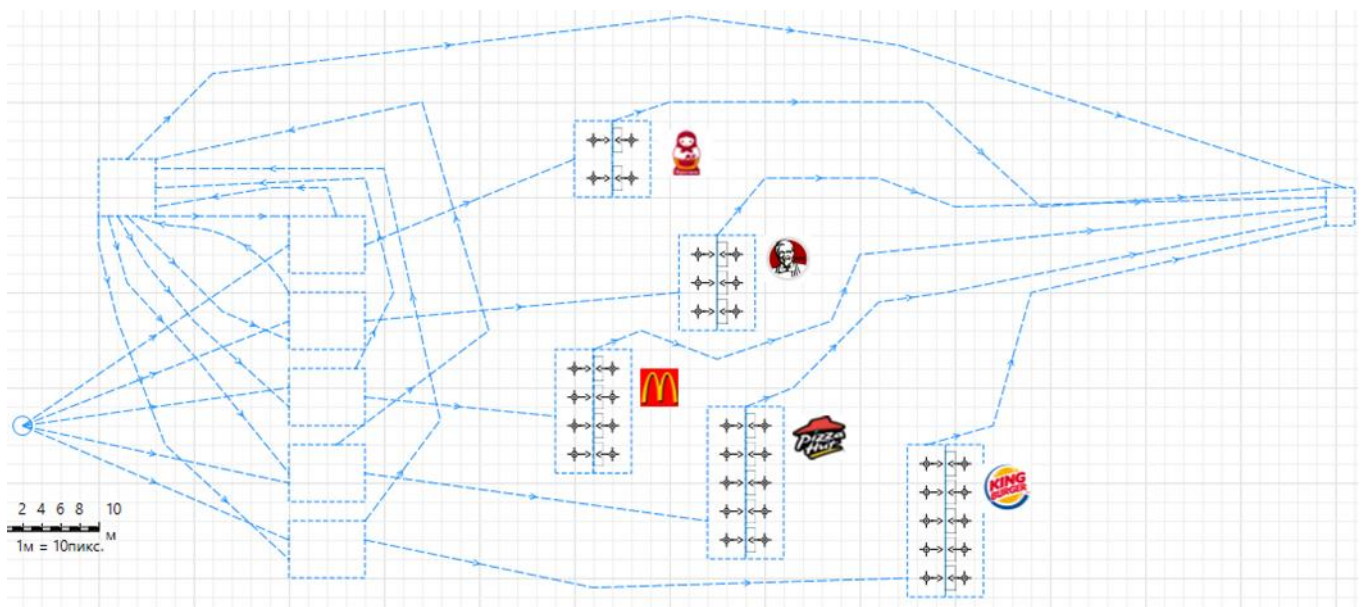


рис. 2

Результат моделирования

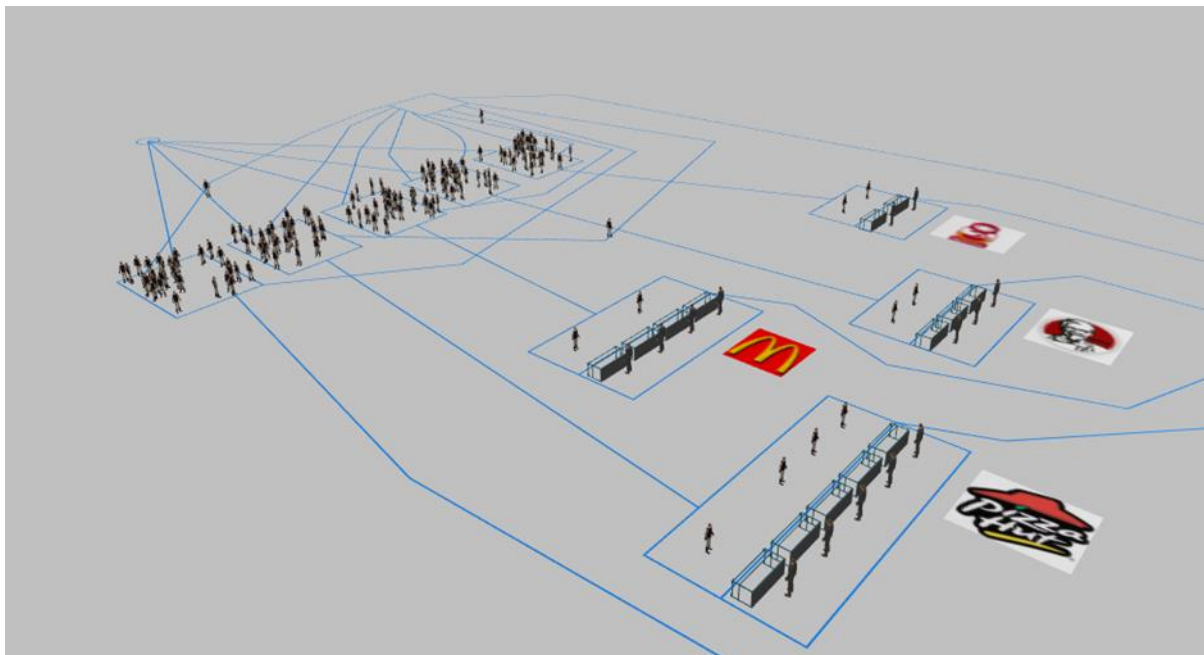


рис. 3

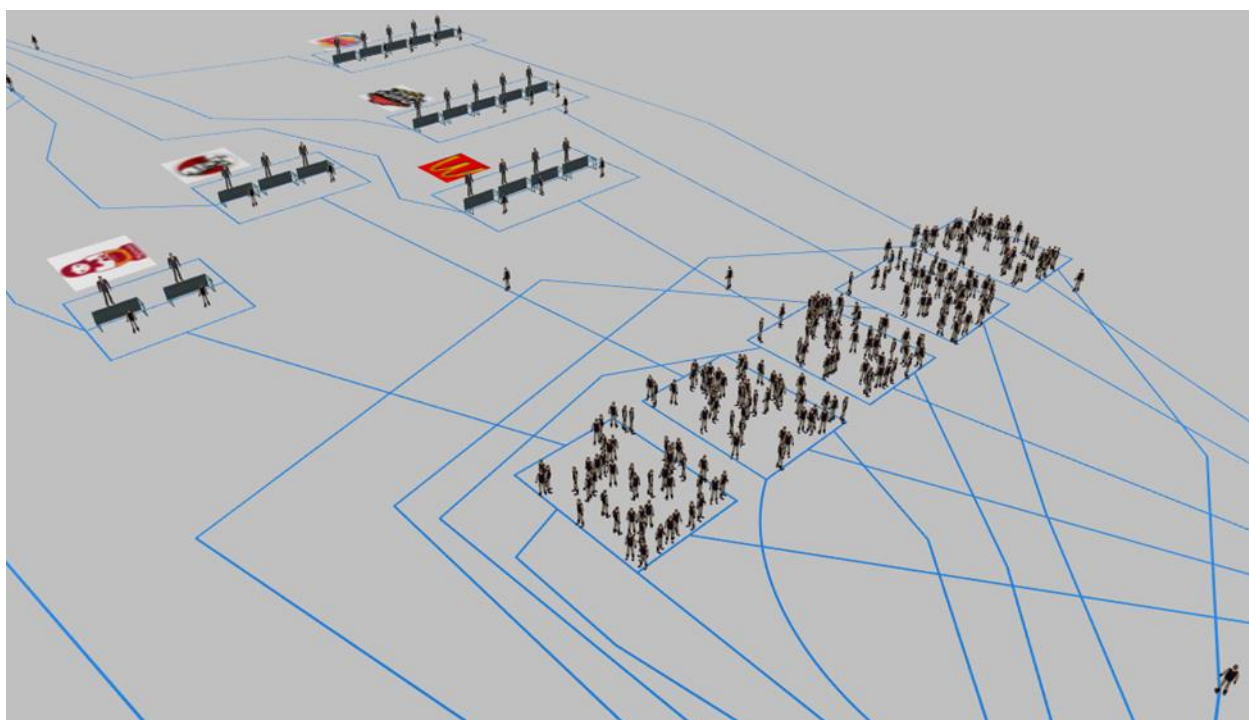


рис. 4



рис. 5

Фудкорт 1

Интенсивность обслуживания одним каналом

Σ intChannel0
1,574 измерений [0.342...1.268]. Среднее=0.375

Оценка вероятности простоя для каждого устройства p0

Σ p0s0
1,579 измерений [0...1]. Среднее=0.001

Интенсивность потока покидания очереди

Σ intLeaveQueue0
1,574 измерений [0.111...4.036]. Среднее=0.119

Число обслуженных заявок

Σ Served0
1,091

Число заявок покинувших очередь необслуженными

Σ Left0
12,301

Среднее время ожидания заявки в очереди

Σ QueueAvgTime0
13,394 измерений [0...9]. Среднее=8.979

Среднее время пребывания заявки в ПОЗ

Σ PosAvgTime0
1,091 измерений [0.001...27.32]. Среднее=2.868

Среднее число занятых каналов

Σ Channel_nAvgDelay0
1,579 измерений [0...2]. Среднее=1.982

Среднее число заявок в очереди

Σ RequestAvg0
1,578 измерений [1...92]. Среднее=76.47

Фудкорт 2

Интенсивность обслуживания одним каналом

Σ intChannel1
1,574 измерений [0.315...0.64]. Среднее=0.334

Оценка вероятности простоя для каждого устройства p0

Σ p0s1
1,579 измерений [0...1]. Среднее=6.333E-4

Интенсивность потока покидания очереди

Σ intLeaveQueue1
1,569 измерений [0.111...0.508]. Среднее=0.114

Число обслуженных заявок

Σ Served1
1,580

Число заявок покинувших очередь необслуженными

Σ Left1
11,822

Среднее время ожидания заявки в очереди

Σ QueueAvgTime1
13,405 измерений [0...9]. Среднее=8.975

Среднее время пребывания заявки в ПОЗ

Σ PosAvgTime1
1,580 измерений [0.005...22.277]. Среднее=2.976

Среднее число занятых каналов

Σ Channel_nAvgDelay1
1,579 измерений [0...3]. Среднее=2.988

Среднее число заявок в очереди

Σ RequestAvg1
1,579 измерений [0...92]. Среднее=76.415

рис. 6

Фудкорт 3

Интенсивность обслуживания одним каналом
 Σ intChannel2
 1,574 измерений [0.269...0.825]. Среднее=0.35

Оценка вероятности простоя для каждого устройства р0
 Σ p0s2
 1,579 измерений [0...1]. Среднее=6.333E-4

Интенсивность потока покидания очереди
 Σ intLeaveQueue2
 1,569 измерений [0.112...0.616]. Среднее=0.114

Число обслуженных заявок
 Σ Served2
 2,217

Число заявок покинувших очередь необслуженными
 Σ Left2
 11,183

Среднее время ожидания заявки в очереди
 Σ QueueAvgTime2
 13,404 измерений [0...9]. Среднее=8.968

Среднее время пребывания заявки в ПОЗ
 Σ PosAvgTime2
 2,217 измерений [0.004...29.652]. Среднее=2.818

Среднее число занятых каналов
 Σ Channel_nAvgDelay2
 1,579 измерений [0...4]. Среднее=3.968

Среднее число заявок в очереди
 Σ RequestAvg2
 1,579 измерений [0...93]. Среднее=76.396

Фудкорт 4

Интенсивность обслуживания одним каналом
 Σ intChannel3
 1,574 измерений [0.282...0.843]. Среднее=0.351

Оценка вероятности простоя для каждого устройства р0
 Σ p0s3
 1,579 измерений [0...1]. Среднее=6.333E-4

Интенсивность потока покидания очереди
 Σ intLeaveQueue3
 1,569 измерений [0.112...0.64]. Среднее=0.115

Число обслуженных заявок
 Σ Served3
 2,731

Число заявок покинувших очередь необслуженными
 Σ Left3
 10,692

Среднее время ожидания заявки в очереди
 Σ QueueAvgTime3
 13,428 измерений [0...9]. Среднее=8.958

Среднее время пребывания заявки в ПОЗ
 Σ PosAvgTime3
 2,731 измерений [8E-4...31.671]. Среднее=2.87

Среднее число занятых каналов
 Σ Channel_nAvgDelay3
 1,579 измерений [0...5]. Среднее=4.967

Среднее число заявок в очереди
 Σ RequestAvg3
 1,579 измерений [0...93]. Среднее=76.439

рис. 7

Фудкорт 5

Интенсивность обслуживания одним каналом
 Σ intChannel4
 1,574 измерений [0.274...0.651]. Среднее=0.341

Оценка вероятности простоя для каждого устройства р0
 Σ p0s4
 1,579 измерений [0...1]. Среднее=6.333E-4

Интенсивность потока покидания очереди
 Σ intLeaveQueue4
 1,569 измерений [0.112...0.599]. Среднее=0.115

Число обслуженных заявок
 Σ Served4
 2,663

Число заявок покинувших очередь необслуженными
 Σ Left4
 10,755

Среднее время ожидания заявки в очереди
 Σ QueueAvgTime4
 13,423 измерений [0...9]. Среднее=8.959

Среднее время пребывания заявки в ПОЗ
 Σ PosAvgTime4
 2,663 измерений [0.003...27.315]. Среднее=2.941

Среднее число занятых каналов
 Σ Channel_nAvgDelay4
 1,579 измерений [0...5]. Среднее=4.963

Среднее число заявок в очереди
 Σ RequestAvg4
 1,579 измерений [0...93]. Среднее=76.416

рис. 8

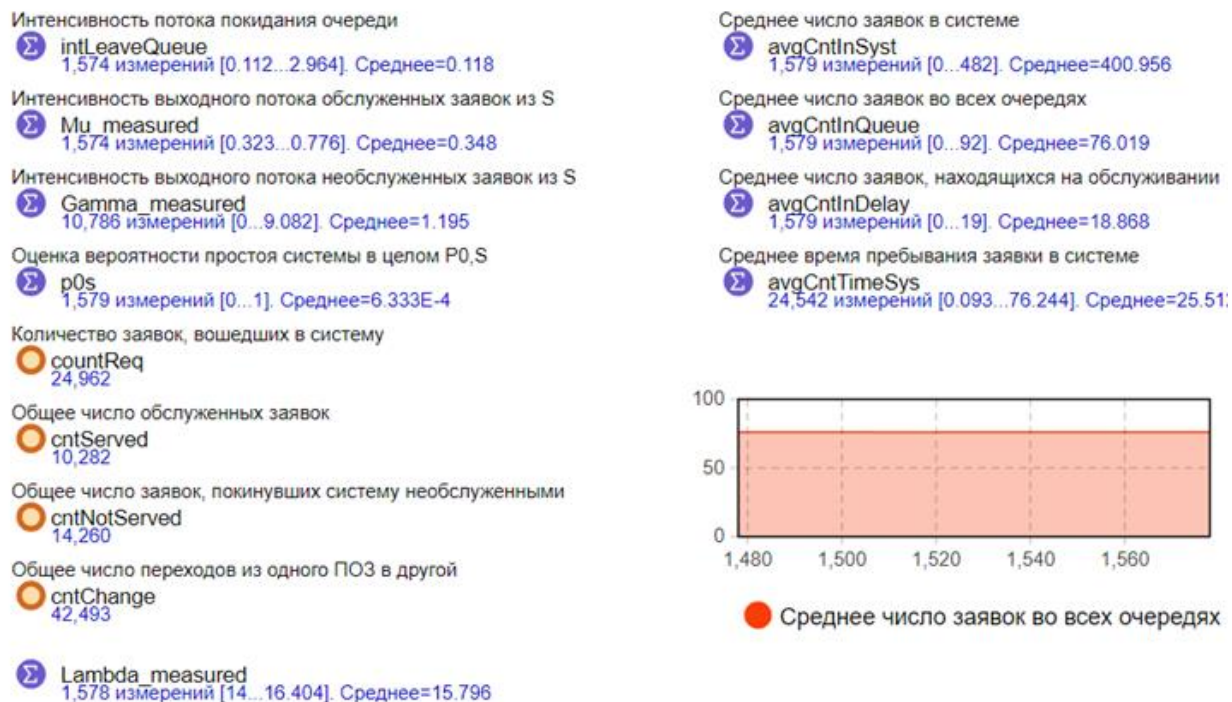


рис. 9



рис. 10

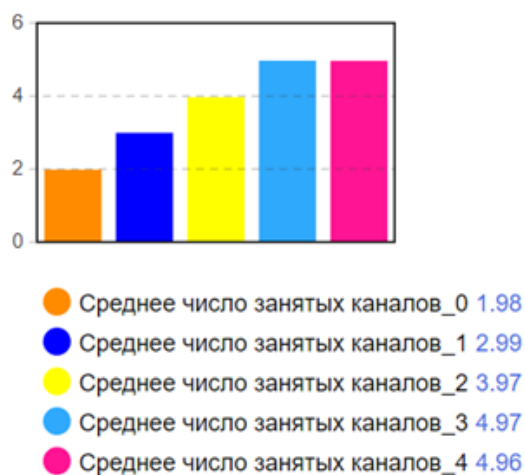


рис. 11



рис. 12

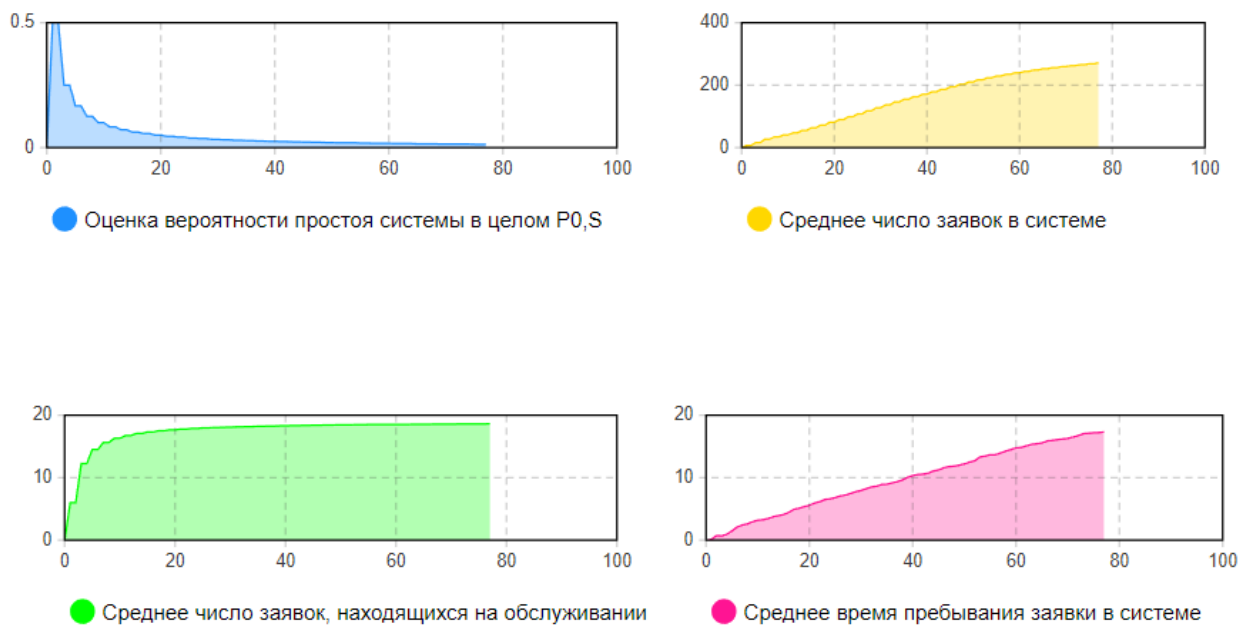


рис. 13

Вывод по лабораторной работе

Была смоделирована имитационная модель комплекса многоканальных СМО с ограничением на время ожидания, а также создана анимация, наглядно показывающая предметную область. Результаты моделирования близки к результатам, полученным теоретически.