|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | | Министерство образования и науки РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ | | |  Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  **«МИРЭА – Российский технологический университет»** | |
|  | |
|  | |
|  |  |

ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

КАФЕДРА ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Лабораторная работа 2

 по дисциплине «Системы массового обслуживания»

**ВАРИАНТ 6**

Тема: **Многоканальные системы массового обслуживания**

Выполнил:

Студент 4-го курса

Едренников Д.А.

Группа: КМБО-01-20

МОСКВА – 2023

# Задание

В рассматриваемых системах массового обслуживания (СМО) состояние в любой момент времени t характеризуется числом заявок, находящихся в системе. Для всех СМО задано количество приборов n , все приборы пронумерованы.

Событием в развитии СМО является переход из одного состояния в другое.

В СМО (D|M|n) и (M|M|n) события могут быть двух типов: 1 – появление в системе новой заявки, 2 – завершение обслуживания заявки прибором (при этом данный прибор освобождается, и, если есть заявки в очереди, то первая из них поступает сразу же на обслуживание в этот прибор). Если при появлении в системе новой заявки есть свободные приборы, то она сразу же принимается на обслуживание свободным прибором с наименьшим номером, в противном случае заявка становится в очередь типа FIFO.

В СМО (M|M|n |m) события могут быть двух типов: 1 – появление в СМО новой заявки, которая принимается на обслуживание свободным прибором или становится в очередь; 2 – появление в СМО новой заявки, которая получает отказ в обслуживании (все приборы и места в очереди заняты), 3 – завершение обслуживания заявки прибором (при этом данный прибор освобождается, и, если есть заявки в очереди, то первая из них поступает сразу же на обслуживание в этот прибор). Если при появлении в системе новой заявки есть свободные приборы, то она сразу же принимается на обслуживание свободным прибором с наименьшим номером и одновременно определяется время ее обслуживания. Если при появлении в системе новой заявки все приборы заняты и есть свободные места в очереди, то заявка становится в очередь типа FIFO.

1. Система массового обслуживания (D|M|n)

**Дано:**

* время между приходом заявок (заданная постоянная величина);
* параметр µ показательного распределения времени обслуживания заявки каждым прибором.

Предполагается, что в начальный момент времени t = 0 в СМО нет заявок, т.е. состояние системы 0, и через заданное время в СМО поступает первая заявка (произойдет событие с номером 1). Момент наступления первого события (типа 1) равен tсоб(1) = . После события 1 СМО находится в состоянии 1, в котором она будет оставаться время tобсл(1), определяемое в соответствии с показательным законом распределения с параметром µ. После события 1 система находится в состоянии 1.

1. Система массового обслуживания (M|M|n)

**Дано:**

* среднее число заявок λ, поступающих за единицу времени (время между приходом заявок имеет показательное распределение с параметром λ);
* параметр µ показательного распределения времени обслуживания заявки каждым прибором.

Предполагается, что в начальный момент времени t = 0 СМО находится в состоянии 0 и в этот момент определяется время поступления в СМО первой заявки t3(1) в соответствии с показательным законом распределения с параметром λ, а в момент поступления каждой заявки на обслуживание в прибор определяется tобсл(1) в соответствии с показательным законом распределения с параметром µ.

1. Система массового обслуживания (M|M|n|m)

**Дано:**

* среднее число заявок λ, поступающих за единицу времени (время между приходом заявок имеет показательное распределение с параметром λ);
* параметр µ показательного распределения времени обслуживания заявки каждым прибором.

Предполагается, что в начальный момент времени t = 0 система находится в состоянии 0 и в этот момент определяется время поступления в систему первой заявки t3(1) в соответствии с показательным законом распределения с параметром λ, а в момент поступления каждой заявки на обслуживание в прибор определяется время её обслуживания tобсл(1) в соответствии с показательным законом распределения с параметром µ.

**Требуется:**

1. Провести моделирование первых 100 событий в развитии каждой системы.
2. Составить таблицу 1 с данными о событиях:

* номер события l;
* момент наступления события tсоб(l);
* тип события Type (l);
* состояние СМО C(l) после события l;
* оставшееся время tост(l) обслуживания прибором заявки после события l (если после события все приборы свободны, то tост(l) = -1);
* время ожидания tожз(l), через которое после события l в СМО появится новая заявка;
* номер заявки j(l), участвующей в событии l.
* номер прибор k (l), участвующем в событии l (если заявка встала в очередь или получила отказ в обслуживании, то k(l) = -1);

1. Составить таблицу 2 с данными о всех поступивших заявках:

* номер заявки j;
* момент t3(j) появления заявки j в СМО;
* номер места в очереди q(j), на которое попала заявка j (если заявка сразу начала обслуживаться, то номер места в очереди q (j) = 0, если заявка получила отказ в обслуживании, то q(j) = -1 );
* время пребывания заявки в очереди tоч(j) (если заявка получила отказ в обслуживании, то tоч(j)=0;
* момент начала обслуживания заявки tноб(j) (если заявка получила отказ в обслуживании, то tноб(j) =-1);
* время tобсл(j) обслуживания прибором заявки j (если заявка получила отказ в обслуживании, то tобсл(j)=0);
* момент tкоб(j) окончания обслуживания заявки j и выхода её из СМО (если заявка получила отказ в обслуживании, то tкоб(j) =tз(j));
* номер прибора k (j), который обслуживал заявку j (если заявка получила отказ в обслуживании, то k(j)=-2).

1. Составить таблицу 3 с данными о приборах вида:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| k | N(k) | tзна(k) | tnp(k) | (k) |
| 1 | N(1) | tзна(1) | tnp (1) | (1) |
| … | … | … | … | … |
| n | N(n) | tзна(n) | tnp (n) | (n) |
|  |  |  |  |  |

Где

k – номер прибора;

N(k) − общее число заявок, поступивших на обслуживание в прибор k на интервале [0, tсоб(100)];

tзан(k) - общее время занятости прибора k на интервале [0, tсоб(100)];

tnp(k) − общее время простоя прибора k на интервале [0, tсоб(100)];

= − коэффициент простоя прибора k на интервале [0, tсоб(100)];

1. Для СМО (D|M|n) составить таблицу 4 с данными о состояниях вида:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | Ri(100) | vi(100) | Ti(100) | (100) |
| 0 | R0(100) | v0(100) | T0(100) | (100) |
| 1 | R1(100) | v1(100) | T1(100) | (100) |
| 2 | R2(100) | v2(100) | T2(100) | (100) |
| …. | …. | …. | …. | …. |
|  |  |  |  |  |

Для СМО (M|M|n) и (M|M|n|m) составить таблицу 4 с данными о состояниях вида:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | ri | Ri(100) | vi(100) | Ti(100) | (100) |
| 0 | ro | R0(100) | v0(100) | T0(100) | (100) |
| 1 | r1 | R1(100) | v1(100) | T1(100) | (100) |
| 2 | r2 | R2(100) | v2(100) | T2(100) | (100) |
| …. | … | …. | …. | …. | …. |
|  |  |  |  |  |  |

Где:

Ri(100) – число попаданий СМО в состояние i в событиях с 1-го по 100 ;

vi(100) = – относительная частота попадания СМО в состояние i в событиях с 1-го по 100 ; Ti(100) – общее время пребывания СМО в состоянии i на интервале [0, tсоб(100)];

(100) = – доля времени пребывания СМО в состоянии i на интервале [0, tсоб(100)];

ri – теоретическое значение стационарной вероятности для состояния i.

1. Найти:

* число заявок J(100) , поступивших в СМО на интервале [0, tсоб(100)];
* число JF(100) полностью обслуженных заявок на интервале [0, tсоб(100)];
* среднее число заявок, находившихся в СМО, на интервале [0, tсоб(100)], которое находится по формуле = , где z (l) − число заявок в СМО после события l ;
* среднее время пребывания заявок в очереди на интервале [0, tсоб(100)], которое находится по формуле (100) = ;
* среднее время пребывания заявок в СМО на интервале [0, tсоб(100)], которое находится по формуле (100) = ];

Для СМО (M|M|n) и (M|M|n|m) найти дополнительно теоретические значения:

− среднее число занятых приборов;

− среднее число заявок в СМО;

− среднее время пребывания заявок в очереди;

− среднее время пребывания заявок в СМО.

Для СМО (M|M|n|m) найти теоретическую вероятность отказа в обслуживании.

Вывод результатов проводить с округлением до 0,00001.

# Краткие теоретические сведения

Система массового обслуживания (СМО) - это математическая модель систем, предназначенных для обслуживания заявок (требований, запросов, клиентов, заказчиков...), поступающих в нее, как правило, в случайные моменты времени.

Для (𝑀|𝑀|𝑛):— стационарные вероятности состояний (при 𝜈 < 1):

— среднее число занятых приборов:

= 𝜌

— средняя длина очереди:

=

— среднее время пребывания в очереди:

=

— среднее время пребывания заявок в СМО:

=

Для (𝑀|𝑀|𝑛|𝑚):

— стационарные вероятности состояний (при 𝜈 < 1):

— вероятность отказа:=

— среднее число занятых приборов: =

— средняя длина очереди:

= 𝜈 \*

— среднее число заявок: =

— среднее время пребывания в очереди:

=

— среднее время пребывания заявок в СМО:

=

Используемые функции из языка python:

expon.rvs(scale=1 / u, size=100) – генерации случайных значений из экспоненциального распределения.

# Результаты расчетов

СМО (D|M5):

Вариант 6. = 0,17; µ = 1,214

**Таблица №1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l | tсоб(l) | Type(l) | состояние СМО C(l) после события l | tост(l) | tожз(l) | j(l) | k(l) |
| 1 | 0.17 | 1 | 1 | 0.20894 | 0.17 | 1 | 1 |
| 2 | 0.34 | 1 | 2 | 0.03894 | 0.17 | 2 | 2 |
| 3 | 0.37894 | 2 | 1 | 0.20148 | 0.13106 | 1 | 2 |
| 4 | 0.51 | 1 | 2 | 0.07042 | 0.17 | 3 | 1 |
| 5 | 0.58042 | 2 | 1 | 0.10361 | 0.09958 | 2 | 1 |
| 6 | 0.68 | 1 | 2 | 0.00403 | 0.17 | 4 | 2 |
| 7 | 0.68403 | 2 | 1 | 0.28348 | 0.16597 | 3 | 2 |
| 8 | 0.85 | 1 | 2 | 0.11751 | 0.17 | 5 | 1 |
| 9 | 0.96751 | 2 | 1 | 0.46103 | 0.05249 | 4 | 1 |
| 10 | 1.02 | 1 | 2 | 0.32818 | 0.17 | 6 | 2 |
| 11 | 1.19 | 1 | 3 | 0.15818 | 0.17 | 7 | 3 |
| 12 | 1.34818 | 2 | 2 | 0.08036 | 0.01182 | 6 | 1 |
| 13 | 1.36 | 1 | 3 | 0.05176 | 0.17 | 8 | 2 |
| 14 | 1.41176 | 2 | 2 | 0.01678 | 0.11824 | 8 | 1 |
| 15 | 1.42854 | 2 | 1 | 0.40366 | 0.10146 | 5 | 3 |
| 16 | 1.53 | 1 | 2 | 0.3022 | 0.17 | 9 | 1 |
| 17 | 1.7 | 1 | 3 | 0.12154 | 0.17 | 10 | 2 |
| 18 | 1.82154 | 2 | 2 | 0.01066 | 0.04846 | 10 | 3 |
| 19 | 1.8322 | 2 | 1 | 0.21578 | 0.0378 | 7 | 1 |
| 20 | 1.87 | 1 | 2 | 0.08447 | 0.17 | 11 | 2 |
| 21 | 1.95447 | 2 | 1 | 0.09352 | 0.08553 | 11 | 1 |
| 22 | 2.04 | 1 | 2 | 0.00799 | 0.17 | 12 | 2 |
| 23 | 2.04799 | 2 | 1 | 0.5086 | 0.16201 | 9 | 2 |
| 24 | 2.21 | 1 | 2 | 0.07558 | 0.17 | 13 | 1 |
| 25 | 2.28558 | 2 | 1 | 0.271 | 0.09442 | 13 | 2 |
| 26 | 2.38 | 1 | 2 | 0.17658 | 0.17 | 14 | 1 |
| 27 | 2.55 | 1 | 3 | 0.00658 | 0.17 | 15 | 3 |
| 28 | 2.55658 | 2 | 2 | 0.78794 | 0.16342 | 12 | 1 |
| 29 | 2.72 | 1 | 3 | 0.16168 | 0.17 | 16 | 2 |
| 30 | 2.88168 | 2 | 2 | 0.46285 | 0.00832 | 16 | 1 |
| 31 | 2.89 | 1 | 3 | 0.44373 | 0.17 | 17 | 2 |
| 32 | 3.06 | 1 | 4 | 0.02876 | 0.17 | 18 | 4 |
| 33 | 3.08876 | 2 | 3 | 0.24497 | 0.14124 | 18 | 2 |
| 34 | 3.23 | 1 | 4 | 0.10373 | 0.17 | 19 | 4 |
| 35 | 3.33373 | 2 | 3 | 0.0024 | 0.06627 | 17 | 4 |
| 36 | 3.33614 | 2 | 2 | 0.00839 | 0.06386 | 19 | 1 |
| 37 | 3.34452 | 2 | 1 | 0.44583 | 0.05548 | 14 | 3 |
| 38 | 3.4 | 1 | 2 | 0.39036 | 0.17 | 20 | 1 |
| 39 | 3.57 | 1 | 3 | 0.22036 | 0.17 | 21 | 2 |
| 40 | 3.74 | 1 | 4 | 0.05036 | 0.17 | 22 | 4 |
| 41 | 3.79036 | 2 | 3 | 0.79964 | 0.11964 | 15 | 2 |
| 42 | 3.91 | 1 | 4 | 0.02906 | 0.17 | 23 | 3 |
| 43 | 3.93906 | 2 | 3 | 0.65093 | 0.14094 | 23 | 2 |
| 44 | 4.08 | 1 | 4 | 0.50999 | 0.17 | 24 | 3 |
| 45 | 4.25 | 1 | 5 | 0.33999 | 0.17 | 25 | 5 |
| 46 | 4.42 | 1 | 6 | 0.16999 | 0.17 | 26 | -1 |
| 47 | 4.58999 | 2 | 5 | 0.14903 | 0.00001 | 21 | 1 |
| 48 | 4.59 | 1 | 6 | 0.14902 | 0.17 | 27 | -1 |
| 49 | 4.73902 | 2 | 5 | 0.17888 | 0.02098 | 20 | 4 |
| 50 | 4.76 | 1 | 6 | 0.1579 | 0.17 | 28 | -1 |
| 51 | 4.9179 | 2 | 5 | 0.01487 | 0.0121 | 22 | 5 |
| 52 | 4.93 | 1 | 6 | 0.00277 | 0.17 | 29 | -1 |
| 53 | 4.93277 | 2 | 5 | 0.03655 | 0.16723 | 25 | 5 |
| 54 | 4.96933 | 2 | 4 | 0.10145 | 0.13067 | 29 | 3 |
| 55 | 5.07077 | 2 | 3 | 0.09448 | 0.02923 | 24 | 4 |
| 56 | 5.1 | 1 | 4 | 0.06525 | 0.17 | 30 | 3 |
| 57 | 5.16525 | 2 | 3 | 0.57365 | 0.10475 | 28 | 3 |
| 58 | 5.27 | 1 | 4 | 0.04985 | 0.17 | 31 | 4 |
| 59 | 5.31985 | 2 | 3 | 0.41906 | 0.12015 | 31 | 3 |
| 60 | 5.44 | 1 | 4 | 0.29891 | 0.17 | 32 | 4 |
| 61 | 5.61 | 1 | 5 | 0.12891 | 0.17 | 33 | 5 |
| 62 | 5.73891 | 2 | 4 | 0.16277 | 0.04109 | 30 | 1 |
| 63 | 5.78 | 1 | 5 | 0.12168 | 0.17 | 34 | 3 |
| 64 | 5.90168 | 2 | 4 | 1.53772 | 0.04832 | 27 | 3 |
| 65 | 5.95 | 1 | 5 | 0.37415 | 0.17 | 35 | 1 |
| 66 | 6.12 | 1 | 6 | 0.20415 | 0.17 | 36 | -1 |
| 67 | 6.29 | 1 | 7 | 0.03415 | 0.17 | 37 | -1 |
| 68 | 6.32415 | 2 | 6 | 0.43366 | 0.13585 | 35 | 1 |
| 69 | 6.46 | 1 | 7 | 0.29781 | 0.17 | 38 | -1 |
| 70 | 6.63 | 1 | 8 | 0.12781 | 0.17 | 39 | -1 |
| 71 | 6.75781 | 2 | 7 | 0.10008 | 0.04219 | 36 | 1 |
| 72 | 6.8 | 1 | 8 | 0.05789 | 0.17 | 40 | -1 |
| 73 | 6.85789 | 2 | 7 | 0.58151 | 0.11211 | 37 | 3 |
| 74 | 6.97 | 1 | 8 | 0.4694 | 0.17 | 41 | -1 |
| 75 | 7.14 | 1 | 9 | 0.2994 | 0.17 | 42 | -1 |
| 76 | 7.31 | 1 | 10 | 0.1294 | 0.17 | 43 | -1 |
| 77 | 7.4394 | 2 | 9 | 0.0993 | 0.0406 | 34 | 1 |
| 78 | 7.48 | 1 | 10 | 0.0587 | 0.17 | 44 | -1 |
| 79 | 7.5387 | 2 | 9 | 0.01495 | 0.1113 | 38 | 3 |
| 80 | 7.55365 | 2 | 8 | 0.03297 | 0.09635 | 39 | 2 |
| 81 | 7.58662 | 2 | 7 | 0.26934 | 0.06338 | 26 | 3 |
| 82 | 7.65 | 1 | 8 | 0.20596 | 0.17 | 45 | -1 |
| 83 | 7.82 | 1 | 9 | 0.03596 | 0.17 | 46 | -1 |
| 84 | 7.85596 | 2 | 8 | 0.23878 | 0.13404 | 41 | 1 |
| 85 | 7.99 | 1 | 9 | 0.10474 | 0.17 | 47 | -1 |
| 86 | 8.09474 | 2 | 8 | 0.03636 | 0.06526 | 40 | 1 |
| 87 | 8.1311 | 2 | 7 | 0.17168 | 0.0289 | 44 | 2 |
| 88 | 8.16 | 1 | 8 | 0.14277 | 0.17 | 48 | -1 |
| 89 | 8.30277 | 2 | 7 | 0.43516 | 0.02723 | 42 | 2 |
| 90 | 8.33 | 1 | 8 | 0.40793 | 0.17 | 49 | -1 |
| 91 | 8.5 | 1 | 9 | 0.23793 | 0.17 | 50 | -1 |
| 92 | 8.67 | 1 | 10 | 0.06793 | 0.17 | 51 | -1 |
| 93 | 8.73793 | 2 | 9 | 0.04635 | 0.10207 | 46 | 4 |
| 94 | 8.78428 | 2 | 8 | 0.06107 | 0.05572 | 32 | 5 |
| 95 | 8.84 | 1 | 9 | 0.00535 | 0.17 | 52 | -1 |
| 96 | 8.84535 | 2 | 8 | 0.01544 | 0.16465 | 33 | 4 |
| 97 | 8.86079 | 2 | 7 | 0.03259 | 0.14921 | 48 | 4 |
| 98 | 8.89338 | 2 | 6 | 0.1513 | 0.11662 | 50 | 1 |
| 99 | 9.01 | 1 | 7 | 0.03468 | 0.17 | 53 | -1 |
| 100 | 9.04468 | 2 | 6 | 0.0514 | 0.13532 | 45 | 2 |

**Таблица №2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| j | t3(j) | q(j) | tоч­(j) | tноб(j) | tобсл(j) | tкоб(j) | k(j) |
| 1 | 0.17 | 0 | 0. | 0.17 | 0.20894 | 0.37894 | 1 |
| 2 | 0.34 | 0 | 0. | 0.34 | 0.24042 | 0.58042 | 2 |
| 3 | 0.51 | 0 | 0. | 0.51 | 0.17403 | 0.68403 | 1 |
| 4 | 0.68 | 0 | 0. | 0.68 | 0.28751 | 0.96751 | 2 |
| 5 | 0.85 | 0 | 0. | 0.85 | 0.57854 | 1.42854 | 1 |
| 6 | 1.02 | 0 | 0. | 1.02 | 0.32818 | 1.34818 | 2 |
| 7 | 1.19 | 0 | 0. | 1.19 | 0.6422 | 1.8322 | 3 |
| 8 | 1.36 | 0 | 0. | 1.36 | 0.05176 | 1.41176 | 2 |
| 9 | 1.53 | 0 | 0. | 1.53 | 0.51799 | 2.04799 | 1 |
| 10 | 1.7 | 0 | 0. | 1.7 | 0.12154 | 1.82154 | 2 |
| 11 | 1.87 | 0 | 0. | 1.87 | 0.08447 | 1.95447 | 2 |
| 12 | 2.04 | 0 | 0. | 2.04 | 0.51658 | 2.55658 | 2 |
| 13 | 2.21 | 0 | 0. | 2.21 | 0.07558 | 2.28558 | 1 |
| 14 | 2.38 | 0 | 0. | 2.38 | 0.96452 | 3.34452 | 1 |
| 15 | 2.55 | 0 | 0. | 2.55 | 1.24036 | 3.79036 | 3 |
| 16 | 2.72 | 0 | 0. | 2.72 | 0.16168 | 2.88168 | 2 |
| 17 | 2.89 | 0 | 0. | 2.89 | 0.44373 | 3.33373 | 2 |
| 18 | 3.06 | 0 | 0. | 3.06 | 0.02876 | 3.08876 | 4 |
| 19 | 3.23 | 0 | 0. | 3.23 | 0.10614 | 3.33614 | 4 |
| 20 | 3.4 | 0 | 0. | 3.4 | 1.33902 | 4.73902 | 1 |
| 21 | 3.57 | 0 | 0. | 3.57 | 1.01999 | 4.58999 | 2 |
| 22 | 3.74 | 0 | 0. | 3.74 | 1.1779 | 4.9179 | 4 |
| 23 | 3.91 | 0 | 0. | 3.91 | 0.02906 | 3.93906 | 3 |
| 24 | 4.08 | 0 | 0. | 4.08 | 0.99077 | 5.07077 | 3 |
| 25 | 4.25 | 0 | 0. | 4.25 | 0.68277 | 4.93277 | 5 |
| 26 | 4.42 | 1 | 2.18046 | 4.58999 | 2.99662 | 7.58662 | 2 |
| 27 | 4.59 | 1 | 2.15948 | 4.73902 | 1.16266 | 5.90168 | 1 |
| 28 | 4.76 | 1 | 2.16836 | 4.9179 | 0.24735 | 5.16525 | 4 |
| 29 | 4.93 | 1 | 2.01323 | 4.93277 | 0.03655 | 4.96933 | 5 |
| 30 | 5.1 | 0 | 0. | 5.1 | 0.63891 | 5.73891 | 3 |
| 31 | 5.27 | 0 | 0. | 5.27 | 0.04985 | 5.31985 | 4 |
| 32 | 5.44 | 0 | 0. | 5.44 | 3.34428 | 8.78428 | 4 |
| 33 | 5.61 | 0 | 0. | 5.61 | 3.23535 | 8.84535 | 5 |
| 34 | 5.78 | 0 | 0. | 5.78 | 1.6594 | 7.4394 | 3 |
| 35 | 5.95 | 0 | 0. | 5.95 | 0.37415 | 6.32415 | 1 |
| 36 | 6.12 | 1 | 2.21461 | 6.32415 | 0.43366 | 6.75781 | 1 |
| 37 | 6.29 | 2 | 2.09637 | 6.75781 | 0.10008 | 6.85789 | 1 |
| 38 | 6.46 | 2 | 2.36003 | 6.85789 | 0.68081 | 7.5387 | 1 |
| 39 | 6.63 | 3 | 2.70801 | 7.4394 | 0.11425 | 7.55365 | 3 |
| 40 | 6.8 | 3 | 2.6381 | 7.5387 | 0.55604 | 8.09474 | 1 |
| 41 | 6.97 | 3 | 3.04961 | 7.55365 | 0.30231 | 7.85596 | 3 |
| 42 | 7.14 | 4 | 3.00115 | 7.58662 | 0.71616 | 8.30277 | 2 |
| 43 | 7.31 | 5 | 2.91561 | 7.85596 | 1.31168 | 9.16764 | 3 |
| 44 | 7.48 | 5 | 2.84491 | 8.09474 | 0.03636 | 8.1311 | 1 |
| 45 | 7.65 | 3 | 2.78617 | 8.1311 | 0.91358 | 9.04468 | 1 |
| 46 | 7.82 | 4 | 2.73771 | 8.30277 | 0.43516 | 8.73793 | 2 |
| 47 | 7.99 | 4 | 2.80649 | 8.73793 | 0.35815 | 9.09608 | 2 |
| 48 | 8.16 | 3 | 2.72298 | 8.78428 | 0.07651 | 8.86079 | 4 |
| 49 | 8.33 | 3 | 2.98814 | 8.84535 | 0.85657 | 9.70192 | 5 |
| 50 | 8.5 | 4 | 2.93968 | 8.86079 | 0.03259 | 8.89338 | 4 |
| 51 | 8.67 | 5 | 2.85414 | 8.89338 | 0.41607 | 9.30945 | 4 |
| 52 | 8.84 | 4 | 2.7071 | 9.04468 | 2.12136 | 11.16604 | 1 |
| 53 | 9.01 | 2 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |

**Таблица №3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| k | N(K) | tзан(k) | tnp(k) | (k) |
| 1 | 16 | 8.11596 | 0.92872 | 0.10268 |
| 2 | 14 | 7.71055 | 1.33413 | 0.1475 |
| 3 | 9 | 6.80598 | 2.2387 | 0.24752 |
| 4 | 9 | 5.21468 | 3.83 | 0.42345 |
| 5 | 4 | 4.15401 | 4.89067 | 0.54072 |
|  | 52 | 6.40024 | 2.64444 | 0.29237 |

**Таблица №4**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | Ri(100) | vi(100) | Ti(100) | (100) |
| 0 | 1 | 0.01 | 0.17 | 0.0188 |
| 1 | 10 | 0.1 | 1.1558 | 0.12779 |
| 2 | 17 | 0.17 | 1.29833 | 0.14355 |
| 3 | 14 | 0.14 | 1.49808 | 0.16563 |
| 4 | 11 | 0.11 | 0.85788 | 0.09485 |
| 5 | 8 | 0.08 | 0.66022 | 0.073 |
| 6 | 8 | 0.08 | 0.90216 | 0.09975 |
| 7 | 9 | 0.09 | 0.54524 | 0.06028 |
| 8 | 11 | 0.11 | 1.11299 | 0.12305 |
| 9 | 8 | 0.08 | 0.58794 | 0.065 |
| 10 | 3 | 0.03 | 0.25603 | 0.02831 |
|  | 100 | 1 | 9.04468 | 1 |

Число заявок J(100), поступивших в СМО на интервале [0, 9.04468] = 53.

Число JF(100) полностью обслуженных заявок на интервале [0, 9.04468] = 47.

Среднее число заявок, находившихся в СМО, на интервале [0, 9.04468] = 4.71.

Среднее время пребывания заявок в очереди на интервале [0, 9.04468] = 1.21254.

Среднее время пребывания заявок в СМО на интервале [0, 9.04468] = 0.6416.

СМО (M|M|5):

Вариант 6; λ = 5,865; µ= 1,214;

**Таблица №1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l | tсоб(l) | Type(l) | состояние СМО C(l) после события l | tост(l) | tожз(l) | j(l) | k(j) |
| 1 | 0.13453 | 1 | 1 | 0.14096 | 0.1552 | 1 | 1 |
| 2 | 0.27549 | 2 | 0 | -1. | 0.01423 | 1 | 1 |
| 3 | 0.28972 | 1 | 1 | 1.526 | 0.02833 | 2 | 1 |
| 4 | 0.31805 | 1 | 2 | 1.36619 | 0.04747 | 3 | 2 |
| 5 | 0.36552 | 1 | 3 | 1.31872 | 0.05784 | 4 | 3 |
| 6 | 0.42336 | 1 | 4 | 0.01551 | 0.09628 | 5 | 4 |
| 7 | 0.43887 | 2 | 3 | 1.24538 | 0.08077 | 5 | 2 |
| 8 | 0.51964 | 1 | 4 | 0.50005 | 0.16774 | 6 | 4 |
| 9 | 0.68739 | 1 | 5 | 0.31878 | 0.04122 | 7 | 5 |
| 10 | 0.72861 | 1 | 6 | 0.27756 | 0.26759 | 8 | -1 |
| 11 | 0.9962 | 1 | 7 | 0.00997 | 0.02089 | 9 | -1 |
| 12 | 1.00617 | 2 | 6 | 0.01353 | 0.01092 | 7 | 4 |
| 13 | 1.01709 | 1 | 7 | 0.00261 | 0.00621 | 10 | -1 |
| 14 | 1.0197 | 2 | 6 | 0.4722 | 0.00361 | 6 | 4 |
| 15 | 1.0233 | 1 | 7 | 0.46859 | 0.12036 | 11 | -1 |
| 16 | 1.14366 | 1 | 8 | 0.34823 | 0.01673 | 12 | -1 |
| 17 | 1.1604 | 1 | 9 | 0.3315 | 0.49141 | 13 | -1 |
| 18 | 1.4919 | 2 | 8 | 0.19235 | 0.15991 | 9 | 2 |
| 19 | 1.65181 | 1 | 9 | 0.03244 | 0.13555 | 14 | -1 |
| 20 | 1.68425 | 2 | 8 | 0.13148 | 0.10312 | 3 | 1 |
| 21 | 1.78736 | 1 | 9 | 0.02836 | 0.24225 | 15 | -1 |
| 22 | 1.81572 | 2 | 8 | 0.02245 | 0.21389 | 2 | 4 |
| 23 | 1.83817 | 2 | 7 | 0.28873 | 0.19144 | 10 | 1 |
| 24 | 2.02961 | 1 | 8 | 0.09729 | 0.03841 | 16 | -1 |
| 25 | 2.06802 | 1 | 9 | 0.05888 | 0.01128 | 17 | -1 |
| 26 | 2.0793 | 1 | 10 | 0.04761 | 0.20049 | 18 | -1 |
| 27 | 2.1269 | 2 | 9 | 0.18899 | 0.15288 | 12 | 2 |
| 28 | 2.27979 | 1 | 10 | 0.03611 | 0.21556 | 19 | -1 |
| 29 | 2.31589 | 2 | 9 | 0.38736 | 0.17945 | 11 | 1 |
| 30 | 2.49534 | 1 | 10 | 0.20791 | 0.33838 | 20 | -1 |
| 31 | 2.70325 | 2 | 9 | 0.02513 | 0.13047 | 14 | 4 |
| 32 | 2.72838 | 2 | 8 | 0.00023 | 0.10534 | 13 | 2 |
| 33 | 2.72861 | 2 | 7 | 0.32237 | 0.10511 | 15 | 1 |
| 34 | 2.83372 | 1 | 8 | 0.21726 | 0.04806 | 21 | -1 |
| 35 | 2.88178 | 1 | 9 | 0.1692 | 0.08154 | 22 | -1 |
| 36 | 2.96333 | 1 | 10 | 0.08765 | 0.03342 | 23 | -1 |
| 37 | 2.99674 | 1 | 11 | 0.05424 | 0.01886 | 24 | -1 |
| 38 | 3.0156 | 1 | 12 | 0.03538 | 0.58151 | 25 | -1 |
| 39 | 3.05098 | 2 | 11 | 0.08192 | 0.54613 | 16 | 2 |
| 40 | 3.1329 | 2 | 10 | 0.0145 | 0.46421 | 18 | 3 |
| 41 | 3.1474 | 2 | 9 | 0.0143 | 0.44971 | 4 | 3 |
| 42 | 3.1617 | 2 | 8 | 0.04209 | 0.43541 | 21 | 1 |
| 43 | 3.20379 | 2 | 7 | 0.18538 | 0.39332 | 19 | 3 |
| 44 | 3.38918 | 2 | 6 | 0.04088 | 0.20794 | 22 | 5 |
| 45 | 3.43006 | 2 | 5 | 0.05239 | 0.16706 | 8 | 4 |
| 46 | 3.48244 | 2 | 4 | 0.06946 | 0.11467 | 17 | 5 |
| 47 | 3.5519 | 2 | 3 | 0.07959 | 0.04521 | 25 | 1 |
| 48 | 3.59711 | 1 | 4 | 0.03438 | 0.18704 | 26 | 4 |
| 49 | 3.63149 | 2 | 3 | 0.46643 | 0.15266 | 23 | 2 |
| 50 | 3.78415 | 1 | 4 | 0.2595 | 0.03363 | 27 | 1 |
| 51 | 3.81778 | 1 | 5 | 0.22587 | 0.16355 | 28 | 5 |
| 52 | 3.98133 | 1 | 6 | 0.06232 | 1.05524 | 29 | -1 |
| 53 | 4.04365 | 2 | 5 | 0.05426 | 0.99292 | 27 | 2 |
| 54 | 4.09791 | 2 | 4 | 0.7335 | 0.93865 | 20 | 3 |
| 55 | 4.83141 | 2 | 3 | 0.12833 | 0.20515 | 24 | 5 |
| 56 | 4.95974 | 2 | 2 | 0.19146 | 0.07683 | 28 | 4 |
| 57 | 5.03657 | 1 | 3 | 0.11463 | 0.20401 | 30 | 2 |
| 58 | 5.1512 | 2 | 2 | 0.09644 | 0.08938 | 26 | 2 |
| 59 | 5.24058 | 1 | 3 | 0.00706 | 0.08977 | 31 | 3 |
| 60 | 5.24764 | 2 | 2 | 0.38857 | 0.08271 | 30 | 1 |
| 61 | 5.33035 | 1 | 3 | 0.03299 | 0.07839 | 32 | 2 |
| 62 | 5.36334 | 2 | 2 | 0.27286 | 0.0454 | 32 | 1 |
| 63 | 5.40874 | 1 | 3 | 0.16091 | 0.00064 | 33 | 2 |
| 64 | 5.40938 | 1 | 4 | 0.16026 | 0.11498 | 34 | 4 |
| 65 | 5.52437 | 1 | 5 | 0.04528 | 0.09689 | 35 | 5 |
| 66 | 5.56965 | 2 | 4 | 0.06656 | 0.05161 | 33 | 1 |
| 67 | 5.62125 | 1 | 5 | 0.01495 | 0.18284 | 36 | 2 |
| 68 | 5.63621 | 2 | 4 | 0.62664 | 0.16788 | 29 | 4 |
| 69 | 5.80409 | 1 | 5 | 0.45875 | 0.28195 | 37 | 1 |
| 70 | 6.08604 | 1 | 6 | 0.1768 | 0.09634 | 38 | -1 |
| 71 | 6.18238 | 1 | 7 | 0.08046 | 0.05746 | 39 | -1 |
| 72 | 6.23984 | 1 | 8 | 0.023 | 0.2999 | 40 | -1 |
| 73 | 6.26284 | 2 | 7 | 0.23946 | 0.2769 | 34 | 1 |
| 74 | 6.50231 | 2 | 6 | 0.10134 | 0.03744 | 37 | 5 |
| 75 | 6.53974 | 1 | 7 | 0.0639 | 0.31262 | 41 | -1 |
| 76 | 6.60365 | 2 | 6 | 0.13056 | 0.24872 | 35 | 4 |
| 77 | 6.73421 | 2 | 5 | 0.01687 | 0.11816 | 38 | 5 |
| 78 | 6.75107 | 2 | 4 | 0.1121 | 0.10129 | 40 | 2 |
| 79 | 6.85237 | 1 | 5 | 0.01081 | 0.52179 | 42 | 5 |
| 80 | 6.86317 | 2 | 4 | 0.11609 | 0.51098 | 36 | 5 |
| 81 | 6.97927 | 2 | 3 | 0.33219 | 0.39489 | 42 | 4 |
| 82 | 7.31146 | 2 | 2 | 0.04217 | 0.0627 | 41 | 1 |
| 83 | 7.35363 | 2 | 1 | 0.10657 | 0.02052 | 39 | 3 |
| 84 | 7.37415 | 1 | 2 | 0.08605 | 0.07495 | 43 | 1 |
| 85 | 7.4491 | 1 | 3 | 0.01109 | 0.32229 | 44 | 2 |
| 86 | 7.4602 | 2 | 2 | 0.07442 | 0.3112 | 31 | 2 |
| 87 | 7.53462 | 2 | 1 | 0.0886 | 0.23678 | 44 | 1 |
| 88 | 7.62322 | 2 | 0 | -1. | 0.14818 | 43 | 1 |
| 89 | 7.7714 | 1 | 1 | 0.86465 | 0.69479 | 45 | 1 |
| 90 | 8.46619 | 1 | 2 | 0.08699 | 0.34853 | 46 | 2 |
| 91 | 8.55318 | 2 | 1 | 0.08287 | 0.26154 | 46 | 1 |
| 92 | 8.63605 | 2 | 0 | -1. | 0.17867 | 45 | 1 |
| 93 | 8.81472 | 1 | 1 | 0.45011 | 0.00979 | 47 | 1 |
| 94 | 8.8245 | 1 | 2 | 0.44032 | 0.34456 | 48 | 2 |
| 95 | 9.16906 | 1 | 3 | 0.09576 | 0.1441 | 49 | 3 |
| 96 | 9.26482 | 2 | 2 | 0.81427 | 0.04833 | 47 | 3 |
| 97 | 9.31316 | 1 | 3 | 0.76593 | 0.00159 | 50 | 1 |
| 98 | 9.31474 | 1 | 4 | 0.76435 | 0.24096 | 51 | 4 |
| 99 | 9.5557 | 1 | 5 | 0.52339 | 0.20725 | 52 | 5 |
| 100 | 9.76295 | 1 | 6 | 0.31614 | 0.14154 | 53 | -1 |

**Таблица №2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| j | t3(j) | q(j) | tоч­(j) | tноб(j) | tобсл(j) | tкоб(j) | k(j) |
| 1 | 0.13453 | 0 | 0. | 0.13453 | 0.14096 | 0.27549 | 1. |
| 2 | 0.28972 | 0 | 0. | 0.28972 | 1.526 | 1.81572 | 1. |
| 3 | 0.31805 | 0 | 0. | 0.31805 | 1.36619 | 1.68425 | 2. |
| 4 | 0.36552 | 0 | 0. | 0.36552 | 2.78188 | 3.1474 | 3. |
| 5 | 0.42336 | 0 | 0. | 0.42336 | 0.01551 | 0.43887 | 4. |
| 6 | 0.51964 | 0 | 0. | 0.51964 | 0.50005 | 1.0197 | 4. |
| 7 | 0.68739 | 0 | 0. | 0.68739 | 0.31878 | 1.00617 | 5. |
| 8 | 0.72861 | 1 | 6.31767 | 1.00617 | 2.42389 | 3.43006 | 5. |
| 9 | 0.9962 | 2 | 6.52228 | 1.0197 | 0.4722 | 1.4919 | 4. |
| 10 | 1.01709 | 2 | 4.07931 | 1.4919 | 0.34627 | 1.83817 | 4. |
| 11 | 1.0233 | 2 | 5.16143 | 1.68425 | 0.63165 | 2.31589 | 2. |
| 12 | 1.14366 | 3 | 5.35226 | 1.81572 | 0.31118 | 2.1269 | 1. |
| 13 | 1.1604 | 4 | 6.22574 | 1.83817 | 0.89021 | 2.72838 | 4. |
| 14 | 1.65181 | 4 | 6.00297 | 2.1269 | 0.57635 | 2.70325 | 1. |
| 15 | 1.78736 | 4 | 6.09283 | 2.31589 | 0.41272 | 2.72861 | 2. |
| 16 | 2.02961 | 3 | 3.6134 | 2.70325 | 0.34773 | 3.05098 | 1. |
| 17 | 2.06802 | 4 | 4.32905 | 2.72838 | 0.75406 | 3.48244 | 4. |
| 18 | 2.0793 | 5 | 4.72207 | 2.72861 | 0.40429 | 3.1329 | 2. |
| 19 | 2.27979 | 5 | 4.5171 | 3.05098 | 0.15281 | 3.20379 | 1. |
| 20 | 2.49534 | 5 | 5.02227 | 3.1329 | 0.96501 | 4.09791 | 2. |
| 21 | 2.83372 | 3 | 3.26818 | 3.1474 | 0.0143 | 3.1617 | 3. |
| 22 | 2.88178 | 4 | 3.44759 | 3.1617 | 0.22747 | 3.38918 | 3. |
| 23 | 2.96333 | 5 | 3.79375 | 3.20379 | 0.4277 | 3.63149 | 1. |
| 24 | 2.99674 | 6 | 5.20257 | 3.38918 | 1.44224 | 4.83141 | 3. |
| 25 | 3.0156 | 7 | 5.30556 | 3.43006 | 0.12185 | 3.5519 | 5. |
| 26 | 3.59711 | 0 | 0. | 3.59711 | 1.55409 | 5.1512 | 4. |
| 27 | 3.78415 | 0 | 0. | 3.78415 | 0.2595 | 4.04365 | 1. |
| 28 | 3.81778 | 0 | 0. | 3.81778 | 1.14196 | 4.95974 | 5. |
| 29 | 3.98133 | 1 | 4.73227 | 4.04365 | 1.59255 | 5.63621 | 1. |
| 30 | 5.03657 | 0 | 0. | 5.03657 | 0.21107 | 5.24764 | 2. |
| 31 | 5.24058 | 0 | 0. | 5.24058 | 2.21962 | 7.4602 | 3. |
| 32 | 5.33035 | 0 | 0. | 5.33035 | 0.03299 | 5.36334 | 2. |
| 33 | 5.40874 | 0 | 0. | 5.40874 | 0.16091 | 5.56965 | 2. |
| 34 | 5.40938 | 0 | 0. | 5.40938 | 0.85346 | 6.26284 | 4. |
| 35 | 5.52437 | 0 | 0. | 5.52437 | 1.07928 | 6.60365 | 5. |
| 36 | 5.62125 | 0 | 0. | 5.62125 | 1.24192 | 6.86317 | 2. |
| 37 | 5.80409 | 0 | 0. | 5.80409 | 0.69822 | 6.50231 | 1. |
| 38 | 6.08604 | 1 | 4.52104 | 6.26284 | 0.47136 | 6.73421 | 4. |
| 39 | 6.18238 | 2 | 5.27602 | 6.50231 | 0.85132 | 7.35363 | 1. |
| 40 | 6.23984 | 3 | 5.36599 | 6.60365 | 0.14743 | 6.75107 | 5. |
| 41 | 6.53974 | 2 | 4.05141 | 6.73421 | 0.57725 | 7.31146 | 4. |
| 42 | 6.85237 | 0 | 0. | 6.85237 | 0.1269 | 6.97927 | 5. |
| 43 | 7.37415 | 0 | 0. | 7.37415 | 0.24906 | 7.62322 | 1. |
| 44 | 7.4491 | 0 | 0. | 7.4491 | 0.08552 | 7.53462 | 2. |
| 45 | 7.7714 | 0 | 0. | 7.7714 | 0.86465 | 8.63605 | 1. |
| 46 | 8.46619 | 0 | 0. | 8.46619 | 0.08699 | 8.55318 | 2. |
| 47 | 8.81472 | 0 | 0. | 8.81472 | 0.45011 | 9.26482 | 1. |
| 48 | 8.8245 | 0 | 0. | 8.8245 | 1.72124 | 10.54574 | 2 |
| 49 | 9.16906 | 0 | 0. | 9.16906 | 0.91003 | 10.07909 | 3 |
| 50 | 9.31316 | 0 | 0. | 9.31316 | 0.86918 | 10.18233 | 1 |
| 51 | 9.31474 | 0 | 0. | 9.31474 | 0.8197 | 10.13444 | 4 |
| 52 | 9.5557 | 0 | 0. | 9.5557 | 1.00405 | 10.55975 | 5 |
| 53 | 9.76295 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |

**Таблица №3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| k | N(K) | tзан(k) | tnp(k) | (k) |
| 1 | 15 | 8.02876 | 1.73419 | 0.17763 |
| 2 | 12 | 4.81646 | 4.94649 | 0.50666 |
| 3 | 6 | 6.36936 | 3.39358 | 0.3476 |
| 4 | 11 | 6.06297 | 3.69998 | 0.37898 |
| 5 | 8 | 4.56328 | 5.19967 | 0.53259 |
|  | 52 | 5.96816 | 3.79478 | 0,38869 |

**Таблица №4**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | ri | Ri(100) | vi(100) | Ti(100) | (100) |
| 0 | 0.00141 | 4 | 0.04 | 0.47561 | 0.04872 |
| 1 | 0.00682 | 6 | 0.06 | 1.06586 | 0.10917 |
| 2 | 0.06178 | 11 | 0.11 | 1.01321 | 0.10378 |
| 3 | 0.02653 | 13 | 0.13 | 1.06077 | 0.10865 |
| 4 | 0.03204 | 12 | 0.12 | 1.84703 | 0.18919 |
| 5 | 0.03096 | 10 | 0.1 | 0.88852 | 0.09101 |
| 6 | 0.02991 | 9 | 0.09 | 0.64966 | 0.06654 |
| 7 | 0.0289 | 9 | 0.09 | 0.9757 | 0.09994 |
| 8 | 0.02798 | 9 | 0.09 | 0.45401 | 0.0465 |
| 9 | 0.02698 | 9 | 0.09 | 0.85688 | 0.08777 |
| 10 | 0.02607 | 5 | 0.05 | 0.33954 | 0.03478 |
| 11 | 0.02519 | 2 | 0.02 | 0.10078 | 0.01032 |
| 12 | 0.02434 | 1 | 0.01 | 0.03538 | 0.00362 |
|  | 0.30358 | 100 | 1 | 9.76295 | 1 |

Число заявок J(100), поступивших в СМО на интервале [0, 9.76295] = 53.

Число JF(100) полностью обслуженных заявок на интервале [0, 9.76295] = 47.

Среднее число заявок, находившихся в СМО, на интервале [0, 9.76295] = 5.19.

Среднее время пребывания заявок в очереди на интервале [0, 9.76295] = 2.49354.

Среднее время пребывания заявок в СМО на интервале [0, 9.76295] = 0.69207.

Теоритические значения:

= 4.83114

= 0.09342

= 5.02193

= 0.01593

= 0.83965

СМО (M|M|5|14):

Вариант 6. λ = 1,052. µ = 1,254.

Вариант 6; λ = 5,865; µ= 1,214;

**Таблица №1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l | tсоб(l) | Type(l) | состояние СМО C(l) после события l | tост(l) | tожз(l) | j(l) | k(j) |
| 1 | 0.07727 | 1 | 1 | 0.44527 | 0.20885 | 1 | 1 |
| 2 | 0.28612 | 1 | 2 | 0.23642 | 0.48474 | 2 | 2 |
| 3 | 0.52254 | 3 | 1 | 2.19402 | 0.24832 | 1 | 2 |
| 4 | 0.77086 | 1 | 2 | 0.71822 | 0.04441 | 3 | 1 |
| 5 | 0.81527 | 1 | 3 | 0.29004 | 0.0266 | 4 | 3 |
| 6 | 0.84187 | 1 | 4 | 0.26344 | 0.15149 | 5 | 4 |
| 7 | 0.99336 | 1 | 5 | 0.11196 | 0.00845 | 6 | 5 |
| 8 | 1.0018 | 1 | 6 | 0.10351 | 0.55378 | 7 | -1 |
| 9 | 1.10531 | 3 | 5 | 0.38377 | 0.45027 | 4 | 1 |
| 10 | 1.48908 | 3 | 4 | 0.10876 | 0.0665 | 3 | 3 |
| 11 | 1.55558 | 1 | 5 | 0.04226 | 0.09504 | 8 | 1 |
| 12 | 1.59784 | 3 | 4 | 0.00915 | 0.05279 | 7 | 5 |
| 13 | 1.60699 | 3 | 3 | 0.26393 | 0.04363 | 6 | 1 |
| 14 | 1.65063 | 1 | 4 | 0.16131 | 0.03592 | 9 | 3 |
| 15 | 1.68654 | 1 | 5 | 0.1254 | 0.07718 | 10 | 5 |
| 16 | 1.76373 | 1 | 6 | 0.04822 | 0.47999 | 11 | -1 |
| 17 | 1.81194 | 3 | 5 | 0.05898 | 0.43177 | 9 | 1 |
| 18 | 1.87092 | 3 | 4 | 0.06856 | 0.3728 | 8 | 5 |
| 19 | 1.93948 | 3 | 3 | 0.07515 | 0.30423 | 10 | 3 |
| 20 | 2.01463 | 3 | 2 | 0.61968 | 0.22908 | 11 | 4 |
| 21 | 2.24371 | 1 | 3 | 0.3906 | 0.03268 | 12 | 1 |
| 22 | 2.27639 | 1 | 4 | 0.35792 | 0.31399 | 13 | 3 |
| 23 | 2.59038 | 1 | 5 | 0.04393 | 0.67474 | 14 | 5 |
| 24 | 2.63431 | 3 | 4 | 0.03072 | 0.63081 | 5 | 3 |
| 25 | 2.66503 | 3 | 3 | 0.05152 | 0.60009 | 13 | 2 |
| 26 | 2.71656 | 3 | 2 | 0.2447 | 0.54856 | 2 | 5 |
| 27 | 2.96126 | 3 | 1 | 4.54992 | 0.30386 | 14 | 1 |
| 28 | 3.26512 | 1 | 2 | 1.1203 | 0.03334 | 15 | 2 |
| 29 | 3.29846 | 1 | 3 | 0.96927 | 0.00621 | 16 | 3 |
| 30 | 3.30467 | 1 | 4 | 0.33544 | 0.00575 | 17 | 4 |
| 31 | 3.31043 | 1 | 5 | 0.10027 | 0.02085 | 18 | 5 |
| 32 | 3.33128 | 1 | 6 | 0.07941 | 0.45789 | 19 | -1 |
| 33 | 3.41069 | 3 | 5 | 0.22943 | 0.37848 | 18 | 4 |
| 34 | 3.64012 | 3 | 4 | 0.04526 | 0.14905 | 17 | 5 |
| 35 | 3.68538 | 3 | 3 | 0.58235 | 0.10379 | 19 | 3 |
| 36 | 3.78917 | 1 | 4 | 0.47857 | 0.06942 | 20 | 4 |
| 37 | 3.85859 | 1 | 5 | 0.40915 | 0.16502 | 21 | 5 |
| 38 | 4.0236 | 1 | 6 | 0.24413 | 0.14355 | 22 | -1 |
| 39 | 4.16716 | 1 | 7 | 0.10058 | 0.24903 | 23 | -1 |
| 40 | 4.26774 | 3 | 6 | 0.07034 | 0.14845 | 16 | 4 |
| 41 | 4.33808 | 3 | 5 | 0.04366 | 0,07811 | 20 | 3 |
| 42 | 4.38174 | 3 | 4 | 0.00369 | 0.03445 | 22 | 2 |
| 43 | 4.38543 | 3 | 3 | 0.08287 | 0.03076 | 15 | 4 |
| 44 | 4.41619 | 1 | 4 | 0.05211 | 1.34814 | 24 | 2 |
| 45 | 4.4683 | 3 | 3 | 0.03147 | 1.29604 | 23 | 2 |
| 46 | 4.49976 | 3 | 2 | 0.09034 | 1.26457 | 24 | 5 |
| 47 | 4.5901 | 3 | 1 | 2.92107 | 1.17423 | 21 | 1 |
| 48 | 5.76433 | 1 | 2 | 1.74684 | 0.01314 | 25 | 2 |
| 49 | 5.77748 | 1 | 3 | 0.21863 | 0.05132 | 26 | 3 |
| 50 | 5.8288 | 1 | 4 | 0.16731 | 0.20123 | 27 | 4 |
| 51 | 5.99611 | 3 | 3 | 0.09051 | 0.03392 | 26 | 4 |
| 52 | 6.03002 | 1 | 4 | 0.05659 | 0.01974 | 28 | 3 |
| 53 | 6.04977 | 1 | 5 | 0.03685 | 0.19044 | 29 | 5 |
| 54 | 6.08662 | 3 | 4 | 0.59844 | 0.15359 | 27 | 3 |
| 55 | 6.24021 | 1 | 5 | 0.44485 | 0.25026 | 30 | 4 |
| 56 | 6.49046 | 1 | 6 | 0.19459 | 0.32338 | 31 | -1 |
| 57 | 6.68506 | 3 | 5 | 0.16751 | 0.12879 | 28 | 5 |
| 58 | 6.81384 | 1 | 6 | 0.03872 | 0.20151 | 32 | -1 |
| 59 | 6.85256 | 3 | 5 | 0.65861 | 0.16279 | 29 | 1 |
| 60 | 7.01535 | 1 | 6 | 0.49583 | 0.38725 | 33 | -1 |
| 61 | 7.40259 | 1 | 7 | 0.10858 | 0.31276 | 34 | -1 |
| 62 | 7.51118 | 3 | 6 | 0.03024 | 0.20418 | 12 | 3 |
| 63 | 7.54141 | 3 | 5 | 0.09898 | 0,1052 | 31 | 2 |
| 64 | 7.6404 | 3 | 4 | 0.0926 | 0.07496 | 25 | 1 |
| 65 | 7.71535 | 1 | 5 | 0.01764 | 0.05456 | 35 | 2 |
| 66 | 7.733 | 3 | 4 | 0.03066 | 0.03692 | 33 | 4 |
| 67 | 7.76366 | 3 | 3 | 0.09991 | 0.00626 | 30 | 2 |
| 68 | 7.76992 | 1 | 4 | 0.09365 | 0.40824 | 36 | 1 |
| 69 | 7.86357 | 3 | 3 | 0.05168 | 0.31459 | 35 | 1 |
| 70 | 7.91524 | 3 | 2 | 0.56318 | 0.26291 | 36 | 5 |
| 71 | 8.17815 | 1 | 3 | 0.30027 | 0.42762 | 37 | 1 |
| 72 | 8.47842 | 3 | 2 | 0.05794 | 0.12735 | 32 | 3 |
| 73 | 8.53636 | 3 | 1 | 0.02857 | 0.06941 | 34 | 1 |
| 74 | 8.56493 | 3 | 0 | -1. | 0.04085 | 37 | 1 |
| 75 | 8.60578 | 1 | 1 | 0.29642 | 0.18346 | 38 | 1 |
| 76 | 8.78924 | 1 | 2 | 0.11295 | 0.33519 | 39 | 2 |
| 77 | 8.90219 | 3 | 1 | 0.58254 | 0.22224 | 38 | 2 |
| 78 | 9.12443 | 1 | 2 | 0.04392 | 0.08839 | 40 | 1 |
| 79 | 9.16835 | 3 | 1 | 0.31638 | 0.04447 | 40 | 2 |
| 80 | 9.21282 | 1 | 2 | 0.27191 | 0.03096 | 41 | 1 |
| 81 | 9.24378 | 1 | 3 | 0.24095 | 0.01959 | 42 | 3 |
| 82 | 9.26338 | 1 | 4 | 0.22135 | 0.09482 | 43 | 4 |
| 83 | 9.3582 | 1 | 5 | 0.12653 | 0.04993 | 44 | 5 |
| 84 | 9.40812 | 1 | 6 | 0.07661 | 0.04386 | 45 | -1 |
| 85 | 9.45199 | 1 | 7 | 0.03274 | 0.24445 | 46 | -1 |
| 86 | 9.48473 | 3 | 6 | 0.10073 | 0.21171 | 39 | 5 |
| 87 | 9.58546 | 3 | 5 | 0.00955 | 0.11098 | 44 | 1 |
| 88 | 9.59501 | 3 | 4 | 0.10624 | 0.10143 | 41 | 2 |
| 89 | 9.69644 | 1 | 5 | 0.00481 | 0.03495 | 47 | 1 |
| 90 | 9.70124 | 3 | 4 | 0.01649 | 0.03015 | 45 | 3 |
| 91 | 9.71773 | 3 | 3 | 0.45793 | 0.01366 | 42 | 5 |
| 92 | 9.73139 | 1 | 4 | 0.0814 | 0.37298 | 48 | 2 |
| 93 | 9.81279 | 3 | 3 | 0.36287 | 0.29158 | 48 | 5 |
| 94 | 10.10437 | 1 | 4 | 0.07129 | 0.20646 | 49 | 2 |
| 95 | 10.17566 | 3 | 3 | 0.0707 | 0.13517 | 46 | 4 |
| 96 | 10.24637 | 3 | 2 | 0.01337 | 0.06446 | 43 | 1 |
| 97 | 10.25974 | 3 | 1 | 0.30842 | 0.05109 | 47 | 2 |
| 98 | 10.31083 | 1 | 2 | 0.1098 | 0.16688 | 50 | 1 |
| 99 | 10.42064 | 3 | 1 | 0.14753 | 0.05707 | 50 | 2 |
| 100 | 10.47771 | 1 | 2 | 0.09045 | 0.44025 | 51 | 1 |

**Таблица №2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| j | t3(j) | q(j) | tоч­(j) | tноб(j) | tобсл(j) | tкоб(j) | k(j) |
| 1 | 0.07727 | 0. | 0. | 0.07727 | 0.44527 | 0.52254 | 1. |
| 2 | 0.28612 | 0. | 0. | 0.28612 | 2.43044 | 2.71656 | 2. |
| 3 | 0.77086 | 0. | 0. | 0.77086 | 0.71822 | 1.48908 | 1. |
| 4 | 0.81527 | 0. | 0. | 0.81527 | 0.29004 | 1.10531 | 3. |
| 5 | 0.84187 | 0. | 0. | 0.84187 | 1.79244 | 2.63431 | 4. |
| 6 | 0.99336 | 0. | 0. | 0.99336 | 0.61364 | 1.60699 | 5. |
| 7 | 1.0018 | 1. | 4.01038 | 1.10531 | 0.49253 | 1.59784 | 3. |
| 8 | 1.55558 | 0. | 0. | 1.55558 | 0.31534 | 1.87092 | 1. |
| 9 | 1.65063 | 0. | 0. | 1.65063 | 0.16131 | 1.81194 | 3. |
| 10 | 1.68654 | 0. | 0. | 1.68654 | 0.25294 | 1.93948 | 5. |
| 11 | 1.76373 | 1. | 1.47303 | 1.81194 | 0.20269 | 2.01463 | 3. |
| 12 | 2.24371 | 0. | 0. | 2.24371 | 5.26746 | 7.51118 | 1. |
| 13 | 2.27639 | 0. | 0. | 2.27639 | 0.38864 | 2.66503 | 3. |
| 14 | 2.59038 | 0. | 0. | 2.59038 | 0.37088 | 2.96126 | 5. |
| 15 | 3.26512 | 0. | 0. | 3.26512 | 1.1203 | 4.38543 | 2. |
| 16 | 3.29846 | 0. | 0. | 3.29846 | 0.96927 | 4.26774 | 3. |
| 17 | 3.30467 | 0. | 0. | 3.30467 | 0.33544 | 3.64012 | 4. |
| 18 | 3.31043 | 0. | 0. | 3.31043 | 0.10027 | 3.41069 | 5. |
| 19 | 3.33128 | 1. | 2.87939 | 3.41069 | 0.27469 | 3.68538 | 5. |
| 20 | 3.78917 | 0. | 0. | 3.78917 | 0.54891 | 4.33808 | 4. |
| 21 | 3.85859 | 0. | 0. | 3.85859 | 0.73152 | 4.5901 | 5. |
| 22 | 4.0236 | 1. | 2.01351 | 4.26774 | 0.114 | 4.38174 | 3. |
| 23 | 4.16716 | 2. | 2.00018 | 4.33808 | 0.13022 | 4.4683 | 4. |
| 24 | 4.41619 | 0. | 0. | 4.41619 | 0.08357 | 4.49976 | 2. |
| 25 | 5.76433 | 0. | 0. | 5.76433 | 1.87606 | 7.6404 | 2. |
| 26 | 5.77748 | 0. | 0. | 5.77748 | 0.21863 | 5.99611 | 3. |
| 27 | 5.8288 | 0. | 0. | 5.8288 | 0.25782 | 6.08662 | 4. |
| 28 | 6.03002 | 0. | 0. | 6.03002 | 0.65503 | 6.68506 | 3. |
| 29 | 6.04977 | 0. | 0. | 6.04977 | 0.8028 | 6.85256 | 5. |
| 30 | 6.24021 | 0. | 0. | 6.24021 | 1.52345 | 7.76366 | 4. |
| 31 | 6.49046 | 1. | 4.29006 | 6.68506 | 0.85636 | 7.54141 | 3. |
| 32 | 6.81384 | 1. | 5.50222 | 6.85256 | 1.62586 | 8.47842 | 5. |
| 33 | 7.01535 | 1. | 5.52611 | 7.51118 | 0.22182 | 7.733 | 1. |
| 34 | 7.40259 | 2. | 6.13381 | 7.54141 | 0.99495 | 8.53636 | 3. |
| 35 | 7.71535 | 0. | 0. | 7.71535 | 0.14821 | 7.86357 | 2. |
| 36 | 7.76992 | 0. | 0. | 7.76992 | 0.14533 | 7.91524 | 1. |
| 37 | 8.17815 | 0. | 0. | 8.17815 | 0.38677 | 8.56493 | 1. |
| 38 | 8.60578 | 0. | 0. | 8.60578 | 0.29642 | 8.90219 | 1. |
| 39 | 8.78924 | 0. | 0. | 8.78924 | 0.69549 | 9.48473 | 2. |
| 40 | 9.12443 | 0. | 0. | 9.12443 | 0.04392 | 9.16835 | 1. |
| 41 | 9.21282 | 0. | 0. | 9.21282 | 0.38219 | 9.59501 | 1. |
| 42 | 9.24378 | 0. | 0. | 9.24378 | 0.47395 | 9.71773 | 3. |
| 43 | 9.26338 | 0. | 0. | 9.26338 | 0.98299 | 10.24637 | 4. |
| 44 | 9.3582 | 0. | 0. | 9.3582 | 0.22726 | 9.58546 | 5. |
| 45 | 9.40812 | 1. | 2.35951 | 9.48473 | 0.21651 | 9.70124 | 2. |
| 46 | 9.45199 | 2. | 2.90585 | 9.58546 | 0.59021 | 10.17566 | 5. |
| 47 | 9.69644 | 0. | 0. | 9.69644 | 0.5633 | 10.25974 | 1. |
| 48 | 9.73139 | 0. | 0. | 9.73139 | 0.0814 | 9.81279 | 2. |
| 49 | 10.10437 | 0. | 0. | 10.10437 | 0.46379 | 10.56816 | 2 |
| 50 | 10.31083 | 0. | 0. | 10.31083 | 0.1098 | 10.42064 | 1. |
| 51 | 10.47771 | 0. | 0. | 10.47771 | 0.91358 | 11.39129 | 1 |

**Таблица №3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| k | N(K) | tзан(k) | tnp(k) | (k) |
| 1 | 13 | 4.42374 | 6.05396 | 0.57779 |
| 2 | 9 | 6.56154 | 3.91617 | 0.37376 |
| 3 | 12 | 5.81742 | 4.66029 | 0.44478 |
| 4 | 7 | 5.57128 | 4.90643 | 0.46827 |
| 5 | 10 | 5.59005 | 4.88766 | 0.46648 |
|  | 51 | 5,59281 | 4,8849 | 0,46622 |

**Таблица №4**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | ri | Ri(100) | vi(100) | Ti(100) | (100) |
| 0 | 0.01081 | 2 | 0.02 | 0.11812 | 0.01127 |
| 1 | 0.05224 | 9 | 0.09 | 2.52217 | 0.24072 |
| 2 | 0.12618 | 15 | 0.15 | 1.52329 | 0.14538 |
| 3 | 0.20321 | 18 | 0.18 | 1.24079 | 0.11842 |
| 4 | 0.24543 | 23 | 0.23 | 1.7579 | 0.16778 |
| 5 | 0.23714 | 19 | 0.19 | 1.8331 | 0.17495 |
| 6 | 0.08183 | 11 | 0.11 | 1.24042 | 0.11839 |
| 7 | 0.02824 | 3 | 0.03 | 0.2419 | 0.02309 |
|  | 0.98512 | 100 | 1 | 10.47771 | 1 |

Число заявок J(100), поступивших в СМО на интервале [0, 10.47771] = 51.

Число JF(100) полностью обслуженных заявок на интервале [0, 10.47771] = 49.

Среднее число заявок, находившихся в СМО, на интервале [0, 10.47771] = 3.67.

Среднее время пребывания заявок в очереди на интервале [0, 10.47771] = 0.79784.

Среднее время пребывания заявок в СМО на интервале [0, 10.47771] = 0.66381.

Теоритические значения:

= 4.83114

= 0.19079

= 5.02193

= 0.03253

= 0.85625

Теоритическая вероятность отказа в обслуживании – 0.0

## Список литературы

1. Кирпичников А.П. Методы прикладной теории массового обслуживания. – М.: URSS, 2018 – 224 с.
2. Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания. – М.: URSS, 2012 – 304 с
3. Введение в теорию массового обслуживания [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Информационные системы и технологии» / Е. К. Белый. --- Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2014 – 76 с.
4. Лобузов А.А., Гумляева С.Д., Норин Н.В. Задачи по теории случайных процессов. – М.: МИРЭА, 1993 – 68 с.

## Приложение

import math

import numpy as np

from scipy.stats import expon

from decimal import Decimal

f = open('answer.txt', 'r+')

np.set\_printoptions(suppress=True)

u = 1.214

lambd = 5.865

Tt = 0.17

n = 5

m = 14

# Время между заявками

L = list(range(1, 101))

k = [float('inf'), float('inf'), float('inf'), float('inf'), float('inf')]

kj = [-1, -1, -1, -1, -1]

service\_time = expon.rvs(scale=1 / u, size=100)

service\_time = [0.2089425, 0.24042362, 0.17402998, 0.28750913, 0.57853876, 0.3281805, 0.64220276, 0.05176051, 0.51798679,

0.12153939, 0.08446545, 0.51658193, 0.0755792, 0.96452253, 1.24035621, 0.1616758, 0.44373353, 0.02876248,

0.10613567, 1.33902265, 1.01999454, 1.1779021, 0.02906335, 0.99077037, 0.68277089, 2.99662216, 1.16265632,

0.24735046, 0.03655438, 0.63890711, 0.04985124, 3.34427941, 3.2353478, 1.65940145, 0.37414538, 0.43366022,

0.10008147, 0.68081293, 0.11424763, 0.55604128, 0.30231069, 0.71615587, 1.31168242, 0.0363553, 0.91358345,

0.43515835, 0.35815254, 0.07650709, 0.85657331, 0.03259491, 0.41606914, 2.12135799, 1.19049445, 0.11147616,

0.64662056, 0.14681455, 0.65388675, 1.46099198, 2.28533155, 0.63652264, 0.03639166, 1.06086346, 0.20777427,

0.64148374, 0.42320609, 0.55148203, 0.65518179, 0.46765486, 0.70194748, 0.1279088, 1.17681095, 0.3871591,

1.23335323, 0.76315801, 0.90589213, 2.12009595, 0.25639081, 0.68965077, 1.14325731, 0.64423279, 1.22593882,

0.48603955, 0.36128709, 0.71295673, 1.04207984, 0.7153235, 0.33775967, 0.66214228, 0.32824737, 2.90752264,

1.37187689, 1.41407363, 0.82795116, 0.35135893, 0.03515003, 0.23388852, 0.55634401, 0.04169105, 0.07508141,

0.24626046]

Ttime = []

Ttype = []

condition = []

Tremained = []

Tnew = []

numj = []

numk = []

jN = np.zeros(100)

jP = np.zeros(100)

jQ = np.zeros(100)

jQt = np.zeros(100)

jS = np.zeros(100)

jD = np.zeros(100)

jF = np.zeros(100)

jk = np.zeros(100)

R = np.zeros(100)

V = np.zeros(100)

k41 = np.zeros(n)

k42 = np.zeros(n)

k43 = np.zeros(n)

k44 = np.zeros(n)

i = 0

it = 0

S\_con = 0

trimen = 0

R[0] += 1

V[0] += Tt

J5 = 0

JF5 = 0

Z5 = 0

Tq = 0

Tl = 0

Ttime.append(Tt)

jN[it] = i + 1

jP[it] = Tt

jQ[it] = 0

jQt[it] = 0

jS[it] = Tt

jD[it] = service\_time[0]

jF[it] = Tt + service\_time[0]

jk[it] = it + 1

Ttype.append(1)

condition.append(1)

# T1 += service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[0])

Tnew.append(Tt)

numj.append(it + 1)

numk.append(it + 1)

trimen = Tt - service\_time[0]

S\_con = 1

k[0] = service\_time[it]

kj[0] = it+1

i += 1

it += 1

J5 += 1

while len(Ttime) != 100:

if S\_con == 0:

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + Tnew[-1]

jQ[i] = 0

jQt[i] = 0

jS[i] = Ttime[-1] + Tnew[-1]

jk[it] = S\_con + 1

V[S\_con] += Tnew[-1]

Ttime.append(Ttime[-1] + Tnew[-1])

Ttype.append(1)

condition.append(S\_con + 1)

# T1 += service\_time[i]

k[S\_con] = service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[i])

Tnew.append(Tt)

numj.append(i + 1)

numk.append(S\_con + 1)

trimen = Tt - service\_time[i]

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

k[0] = service\_time[i]

kj[0] = i+1

k41[0] += 1

k42[0] += service\_time[i]

# V[S\_con] += min(Ts, arrive\_time[it + 1])

it += 1

i += 1

J5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen > 0:

jS[kj[np.argmin(k)]-1] = Ttime[-1] + k[np.argmin(k)] - service\_time[kj[np.argmin(k)]-1]

jD[kj[np.argmin(k)]-1] = service\_time[kj[np.argmin(k)]-1]

jF[kj[np.argmin(k)]-1] = Ttime[-1] + Tremained[-1]

jk[kj[np.argmin(k)]-1] = np.argmin(k) + 1

V[S\_con] += k[np.argmin(k)]

numj.append(kj[np.argmin(k)])

Ttime.append(Ttime[-1] + k[np.argmin(k)])

k = np.subtract(k, k[np.argmin(k)])

Ttype.append(2)

condition.append(S\_con - 1)

if S\_con <= n:

kj[np.argmin(k)] = -1

k[np.argmin(k)] = float('inf')

else:

k[np.argmin(k)] = float('inf')

iop = np.argmax(k)

jS[j] = Ttime[-1]

jD[j] = service\_time[j]

jF[j] = Ttime[-1] + service\_time[j]

jk[j] = np.argmax(k) + 1

k41[iop] += 1

k42[iop] += service\_time[kj[iop] - 1]

k[iop] = service\_time[j]

kj[iop] = j+1

j += 1

if j>i:

i+=1

if S\_con - 1 == 0:

Tremained.append(-1)

Tnew.append(trimen)

Tl += trimen

else:

Tremained.append(min(k))

Tnew.append(trimen)

trimen = trimen - min(k)

numk.append(np.argmin(k) + 1)

S\_con -= 1

R[S\_con] += 1

JF5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen < 0:

tp = trimen + min(k)

k = np.subtract(k, tp)

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + tp

jQ[i] = S\_con

if S\_con < n:

jQt[i] = 0

else:

for d in range(S\_con):

jQt[i] += service\_time[d + it + 1]

jQt[i] -= trimen

if max(k) == float('inf'):

numk.append(np.argmax(k) + 1)

jS[it] = (i + 1) \* Tt + jQt[i]

jD[it] = service\_time[i]

jF[it] = (i + 1) \* Tt + jQt[i] + service\_time[i]

jk[i] = np.argmax(k) + 1

k41[np.argmax(k)] += 1

k42[np.argmax(k)] += service\_time[kj[np.argmax(k)] - 1]

kj[np.argmax(k)] = i+1

k[np.argmax(k)] = service\_time[i]

j = i+1

else:

numk.append(-1)

V[S\_con] += tp

Ttime.append((i + 1) \* Tt)

Ttype.append(1)

condition.append(S\_con + 1)

Tremained.append(min(k))

Tnew.append(Tt)

i += 1

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

numj.append(i)

trimen = Tt - min(k)

J5 += 1

Z5 += S\_con

Rot = R / 100

Vot = V / Ttime[-1]

Z5 = Z5 / 100

wer = 0

for d3 in range(len(jF)):

if jF[d3] > 0:

wer += (jF[d3] - jS[d3])

Tq5 = sum(jQt) / JF5

Tm5 = wer / JF5

for d1 in range(len(jQ)):

if jQ[d1] < 5:

jQ[d1] = 0

else:

jQ[d1] -= 4

for d2 in range(n):

if k[d2] != float('inf'):

k42[d2] -= k[d2]

k43[d2] = Ttime[-1] - k42[d2]

k44[d2] = k43[d2] / Ttime[-1]

f.write(str(np.around(L, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Ttime, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Ttype, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(condition, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tremained, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tnew, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(numj, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(numk, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jN, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jP, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jQ, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jQt, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jS, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jD, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jF, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jk, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(R, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(V, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Rot, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Vot, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(R), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(V), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(Rot), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(Vot), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(J5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(JF5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Z5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tq5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tm5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k41, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k42, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k43, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k44, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

k = [float('inf'), float('inf'), float('inf'), float('inf'), float('inf')]

kj = [-1, -1, -1, -1, -1]

Ttime = []

Ttype = []

condition = []

Tremained = []

Tnew = []

numj = []

numk = []

jN = np.zeros(100)

jP = np.zeros(100)

jQ = np.zeros(100)

jQt = np.zeros(100)

jS = np.zeros(100)

jD = np.zeros(100)

jF = np.zeros(100)

jk = np.zeros(100)

R = np.zeros(100)

V = np.zeros(100)

k41 = np.zeros(n)

k42 = np.zeros(n)

k43 = np.zeros(n)

k44 = np.zeros(n)

T0 = Tt

T1 = 0

arrive\_time = expon.rvs(scale=1 / lambd, size=105)

arrive\_time = [0.13452634, 0.15519843, 0.0283299, 0.04746884, 0.05783817, 0.09628136, 0.16774346, 0.04122172, 0.26758845,

0.02089449, 0.0062113, 0.1203606, 0.01673303, 0.49141359, 0.13555423, 0.24224803, 0.0384094, 0.01127594,

0.20048834, 0.2155568, 0.33837971, 0.04805961, 0.08154375, 0.03341779, 0.01885529, 0.58151262, 0.18703896,

0.03363032, 0.16354833, 1.05523772, 0.20401247, 0.0897726, 0.07839006, 0.00064297, 0.11498224, 0.0968871,

0.18283561, 0.28195189, 0.09633881, 0.05745809, 0.29990406, 0.31262433, 0.52178662, 0.07495145, 0.32229107,

0.69479259, 0.3485287, 0.00978547, 0.34455846, 0.14409691, 0.0015866, 0.24095841, 0.20724527, 0.14153678, 0.21186249,

0.11534158, 0.27668605, 0.23990952, 0.12584108, 0.02072617, 0.18680627, 0.10086884, 0.23286964, 1.29150504,

0.19749515, 0.14165763, 0.01949458, 0.07271728, 0.06531828, 0.16581318, 0.08882034, 0.26548143, 0.17186677,

0.04648546, 0.06211913, 0.06518982, 0.12855165, 0.35920409, 0.0315275, 0.0637701, 0.23644445, 0.0669599,

0.13345968, 0.09329895, 0.041594, 0.19948896, 0.20128085, 0.0413679, 0.05342318, 0.20120517, 0.3631961,

0.38923137, 0.09698655, 0.04347043, 0.01412543, 0.38276278, 0.20002275, 0.07304276, 0.07767907, 0.20347489,

0.0347942, 0.16591234, 0.12607382, 0.00059887, 0.18488854]

service\_time = expon.rvs(scale=1 / u, size=105)

service\_time = [0.14096427, 1.52599583, 1.36619083, 2.78187587, 0.01550708, 0.50005387, 0.31878136, 2.42388767, 0.47219829,

0.34627476, 0.63164567, 0.31118265, 0.89021229, 0.57634907, 0.41271947, 0.34772789, 0.75406021, 0.40428931,

0.15281013, 0.96501346, 0.01430193, 0.22747386, 0.42769759, 1.44223716, 0.1218457, 1.55408956, 0.25950125,

1.14195904, 1.59255417, 0.2110721, 2.21962061, 0.03299088, 0.16090538, 0.85345717, 1.07927905, 1.24191927,

0.69821569, 0.47136381, 0.85132492, 0.14742841, 0.57725097, 0.12689934, 0.24906341, 0.08551547, 0.86465192,

0.08699023, 0.45010711, 1.72123805, 0.91003177, 0.86917588, 0.81969871, 1.00404901, 0.35450958, 0.13491099,

0.61593932, 0.08734727, 1.32834542, 2.77345115, 2.84737523, 0.11407401, 2.18020131, 0.58461787, 1.20795147,

0.17302712, 0.62418966, 0.29549693, 0.19365026, 0.12110518, 0.0660802, 0.73917226, 0.69735931, 0.37485889,

0.5456252, 1.83985775, 2.70396212, 0.07995836, 0.06215885, 1.99436774, 0.77589616, 0.05003577, 2.45220238,

1.14352085, 0.91552118, 0.43143425, 0.91820335, 0.33512254, 1.63188178, 0.45073285, 0.11618706, 0.98611168,

0.6218516, 0.13076004, 0.49089057, 0.4967578, 0.63775862, 1.16009522, 0.29896259, 0.58792701, 1.153215,

1.56923019, 0.54900448, 0.7352573, 0.87693621, 1.33628879, 0.44052683]

i = 0

j = 0

it = i

S\_con = 0

trimen = 0

R[0] += 1

V[0] += arrive\_time[i]

J5 = 0

JF5 = 0

Z5 = 0

Tl = 0

Ttime.append(arrive\_time[i])

jN[it] = i + 1

jP[it] = arrive\_time[i]

jQ[it] = 0

jQt[it] = 0

jS[it] = arrive\_time[i]

jD[it] = service\_time[0]

jF[it] = arrive\_time[i] + service\_time[0]

jk[it] = it + 1

Ttype.append(1)

condition.append(1)

# T1 += service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[j])

Tnew.append(arrive\_time[i + 1])

k[0] = service\_time[j]

kj[0] = it+1

numj.append(it + 1)

numk.append(it + 1)

trimen = arrive\_time[it + 1] - service\_time[j]

S\_con = 1

# V[S\_con] += min(service\_time[j],arrive\_time[i + 1])

i += 1

it += 1

J5 += 1

while len(Ttime) != 100:

if S\_con == 0:

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + Tnew[-1]

jQ[i] = 0

jQt[i] = 0

jS[i] = Ttime[-1] + Tnew[-1]

jk[i] = 1

V[S\_con] += Tnew[-1]

Ttime.append(Ttime[-1] + Tnew[-1])

Ttype.append(1)

condition.append(S\_con + 1)

# T1 += service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[i])

Tnew.append(arrive\_time[i + 1])

numj.append(i + 1)

numk.append(1)

trimen = arrive\_time[i + 1] - service\_time[j]

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

k[0] = service\_time[j]

kj[0] = i+1

# V[S\_con] += min(service\_time[j], arrive\_time[i + 1])

it += 1

i += 1

J5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen > 0:

jS[kj[np.argmin(k)] - 1] = Ttime[-1] + k[np.argmin(k)] - service\_time[kj[np.argmin(k)] - 1]

jD[kj[np.argmin(k)] - 1] = service\_time[kj[np.argmin(k)] - 1]

jF[kj[np.argmin(k)] - 1] = Ttime[-1] + Tremained[-1]

jk[kj[np.argmin(k)] - 1] = np.argmin(k) + 1

V[S\_con] += k[np.argmin(k)]

numj.append(kj[np.argmin(k)])

Ttime.append(Ttime[-1] + k[np.argmin(k)])

k = np.subtract(k, k[np.argmin(k)])

Ttype.append(2)

condition.append(S\_con - 1)

j += 1

if S\_con <= n:

kj[np.argmin(k)] = -1

k[np.argmin(k)] = float('inf')

else:

k[np.argmin(k)] = float('inf')

iop = np.argmax(k)

jS[it] = Ttime[-1]

jD[it] = service\_time[it]

jF[it] = Ttime[-1] + service\_time[it]

jk[it] = np.argmax(k) + 1

k41[iop] += 1

k42[iop] += service\_time[kj[iop] - 1]

k[iop] = service\_time[it]

kj[iop] = it + 1

it+=1

if it>i:

i+=1

if S\_con - 1 == 0:

Tremained.append(-1)

Tnew.append(trimen)

Tl += trimen

else:

Tremained.append(min(k))

Tnew.append(trimen)

trimen = trimen - min(k)

numk.append(np.argmin(k) + 1)

S\_con -= 1

R[S\_con] += 1

JF5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen < 0:

tp = trimen + min(k)

k = np.subtract(k, tp)

V[S\_con] += tp

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + tp

jQ[i] = S\_con

if S\_con < n:

jQt[i] = 0

else:

for d in range(S\_con):

jQt[i] += service\_time[d + j + 1]

jQt[i] -= trimen

if max(k) == float('inf'):

numk.append(np.argmax(k) + 1)

jk[i] = np.argmax(k) + 1

jS[it] = Ttime[-1] + tp + jQt[i]

jD[it] = service\_time[i]

jF[it] = Ttime[-1] + tp + service\_time[i]

k41[np.argmax(k)] += 1

k42[np.argmax(k)] += service\_time[kj[np.argmax(k)] - 1]

kj[np.argmax(k)] = i+1

k[np.argmax(k)] = service\_time[i]

it = i+1

else:

numk.append(-1)

Ttime.append(Ttime[-1] + tp)

Ttype.append(1)

condition.append(S\_con + 1)

Tremained.append(min(k))

Tnew.append(arrive\_time[i + 1])

i += 1

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

numj.append(i)

trimen = arrive\_time[i] - min(k)

J5 += 1

Z5 += S\_con

Rot = R / 100

print(sum(V))

print(Ttime[-1])

Vot = V / Ttime[-1]

Z5 = Z5 / 100

wer = 0

for d3 in range(len(jF)):

if jF[d3] > 0:

wer += (jF[d3] - jS[d3])

Tq5 = sum(jQt) / JF5

Tm5 = wer / JF5

for d1 in range(len(jQ)):

if jQ[d1] < 5:

jQ[d1] = 0

else:

jQ[d1] -= 4

for d2 in range(n):

if k[d2] != float('inf'):

k42[d2] -= k[d2]

k43[d2] = Ttime[-1] - k42[d2]

k44[d2] = k43[d2] / Ttime[-1]

f.write(str(np.around(L, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Ttime, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Ttype, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(condition, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tremained, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tnew, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(numj, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(numk, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jN, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jP, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jQ, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jQt, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jS, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jD, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jF, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jk, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(R, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(V, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Rot, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Vot, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(R), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(V), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(Rot), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(Vot), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(J5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(JF5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Z5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tq5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tm5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k41, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k42, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k43, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k44, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

k = [float('inf'), float('inf'), float('inf'), float('inf'), float('inf')]

kj = [-1, -1, -1, -1, -1]

m = 14

baned = []

Ttime = []

Ttype = []

condition = []

Tremained = []

Tnew = []

numj = []

numk = []

jN = np.zeros(100)

jP = np.zeros(100)

jQ = np.zeros(100)

jQt = np.zeros(100)

jS = np.zeros(100)

jD = np.zeros(100)

jF = np.zeros(100)

jk = np.zeros(100)

R = np.zeros(100)

V = np.zeros(100)

k41 = np.zeros(n)

k42 = np.zeros(n)

k43 = np.zeros(n)

k44 = np.zeros(n)

T0 = Tt

T1 = 0

arrive\_time = expon.rvs(scale=1 / lambd, size=105)

print(arrive\_time)

service\_time = expon.rvs(scale=1 / u, size=105)

print(service\_time)

i = 0

j = 0

it = i

S\_con = 0

trimen = 0

R[0] += 1

V[0] += arrive\_time[i]

J5 = 0

JF5 = 0

Z5 = 0

Tl = 0

Ttime.append(arrive\_time[i])

jN[it] = i + 1

jP[it] = arrive\_time[i]

jQ[it] = 0

jQt[it] = 0

jS[it] = arrive\_time[i]

jD[it] = service\_time[0]

jF[it] = arrive\_time[i] + service\_time[0]

jk[it] = it + 1

Ttype.append(1)

condition.append(1)

# T1 += service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[j])

Tnew.append(arrive\_time[i + 1])

k[0] = service\_time[j]

kj[0] = it+1

numj.append(it + 1)

numk.append(it + 1)

trimen = arrive\_time[it + 1] - service\_time[j]

S\_con = 1

# V[S\_con] += min(service\_time[j],arrive\_time[i + 1])

i += 1

it += 1

J5 += 1

while len(Ttime) != 100:

if S\_con == 0:

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + Tnew[-1]

jQ[i] = 0

jQt[i] = 0

jS[i] = Ttime[-1] + Tnew[-1]

jk[i] = 1

V[S\_con] += Tnew[-1]

Ttime.append(Ttime[-1] + Tnew[-1])

Ttype.append(1)

condition.append(S\_con + 1)

# T1 += service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[j])

Tnew.append(arrive\_time[i + 1])

numj.append(i + 1)

numk.append(1)

trimen = arrive\_time[i + 1] - service\_time[j]

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

k[0] = service\_time[j]

kj[0] = i+1

it += 1

while it in baned:

it += 1

i += 1

J5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen > 0:

jS[kj[np.argmin(k)] - 1] = Ttime[-1] + k[np.argmin(k)] - service\_time[kj[np.argmin(k)] - 1]

jD[kj[np.argmin(k)] - 1] = service\_time[kj[np.argmin(k)] - 1]

jF[kj[np.argmin(k)] - 1] = Ttime[-1] + Tremained[-1]

jk[kj[np.argmin(k)] - 1] = np.argmin(k) + 1

V[S\_con] += k[np.argmin(k)]

numj.append(kj[np.argmin(k)])

Ttime.append(Ttime[-1] + k[np.argmin(k)])

k = np.subtract(k, k[np.argmin(k)])

Ttype.append(3)

condition.append(S\_con - 1)

j += 1

if S\_con <= n:

kj[np.argmin(k)] = -1

k[np.argmin(k)] = float('inf')

else:

k[np.argmin(k)] = float('inf')

iop = np.argmax(k)

k41[iop] += 1

k42[iop] += service\_time[kj[iop] - 1]

k[iop] = service\_time[it]

kj[iop] = it + 1

it += 1

while it in baned:

it += 1

if it > i:

i += 1

if S\_con - 1 == 0:

Tremained.append(-1)

Tnew.append(trimen)

Tl += trimen

else:

Tremained.append(min(k))

Tnew.append(trimen)

trimen = trimen - min(k)

numk.append(np.argmin(k) + 1)

S\_con -= 1

R[S\_con] += 1

JF5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen < 0:

if S\_con < n + m:

tp = trimen + min(k)

k = np.subtract(k, tp)

V[S\_con] += tp

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + tp

jQ[i] = S\_con

if S\_con < n:

jQt[i] = 0

else:

for d in range(S\_con):

jQt[i] += service\_time[d + j + 1]

jQt[i] -= trimen

if max(k) == float('inf'):

numk.append(np.argmax(k) + 1)

jk[i] = np.argmax(k) + 1

k41[np.argmax(k)] += 1

k42[np.argmax(k)] += service\_time[kj[np.argmax(k)] - 1]

kj[np.argmax(k)] = i + 1

k[np.argmax(k)] = service\_time[i]

it = i+1

else:

numk.append(-1)

Ttime.append(Ttime[-1] + tp)

Ttype.append(1)

condition.append(S\_con + 1)

Tremained.append(min(k))

Tnew.append(arrive\_time[i + 1])

i += 1

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

numj.append(i)

trimen = arrive\_time[i] - min(k)

J5 += 1

Z5 += S\_con

else:

tp = trimen + min(k)

k = np.subtract(k, tp)

V[S\_con] += tp

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + tp

jQ[i] = -1

jQt[i] = 0

jS[it] = -1

jD[it] = 0

jF[it] = jP[i]

jk[it] = -2

Ttime.append(Ttime[-1] + tp)

Ttype.append(2)

numk.append(-1)

condition.append(S\_con)

Tremained.append(min(k))

Tnew.append(arrive\_time[i + 1])

baned.append(i)

i += 1

R[S\_con] += 1

# V[S\_con] += min(-trimen, arrive\_time[i])

numj.append(i)

trimen = arrive\_time[i] - min(k)

J5 += 1

Z5 += S\_con

Rot = R / 100

print(sum(V))

print(Ttime[-1])

Vot = V / Ttime[-1]

Z5 = Z5 / 100

wer = 0

for d3 in range(len(jF)):

if jF[d3] > 0:

wer += (jF[d3] - jS[d3])

Tq5 = sum(jQt) / JF5

Tm5 = wer / JF5

for d1 in range(len(jQ)):

if jQ[d1] < 5:

jQ[d1] = 0

else:

jQ[d1] -= 4

for d2 in range(n):

if k[d2] != float('inf'):

k42[d2] -= k[d2]

k43[d2] = Ttime[-1] - k42[d2]

k44[d2] = k43[d2] / Ttime[-1]

f.write(str(np.around(L, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Ttime, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Ttype, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(condition, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tremained, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tnew, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(numj, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(numk, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jN, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jP, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jQ, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jQt, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jS, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jD, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jF, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(jk, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(R, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(V, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Rot, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Vot, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(R), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(V), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(Rot), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(sum(Vot), 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(J5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(JF5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Z5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tq5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Tm5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k41, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k42, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k43, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(k44, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

ro = lambd / u

v = ro / m

Ro1 = 1/(1 + ro + (ro \* ro) / 2 + (ro \* ro \* ro) / 6 + (ro \* ro \* ro \* ro) / 24 + (ro \* ro \* ro \* ro \* ro / 120)/(n-ro))

Ro2 = 1/(1 + ro + ro \* ro / 2 + ro \* ro \* ro / 6 + ro \* ro \* ro \* ro / 24 + (ro \* ro \* ro \* ro \* ro / 120) \* (

1 + v + pow(v, 2) + pow(v, 3) + pow(v, 4) + pow(v, 5)

+ pow(v, 6) + pow(v, 7) + pow(v, 8) + pow(v, 9)

+ pow(v, 10) + pow(v, 11) + pow(v, 12) + pow(v, 13)

+ pow(v, 14)))

K1 = ro

K2 = ro \* (1 - ((pow(ro, 5) / 120) \* pow(v, m-n) \* Ro2))

print(K2)

Q1 = v \* pow(ro, n) / 120 \* Ro1 / ((1 - v) \* (1 - v))

Q2 = v \* pow(ro, n) / 120 \* Ro2 \* (1 - (m + 1) \* pow(v, m) + m \* pow(v, m + 1)) / ((1 - v) \* (1 - v))

Z1 = K1 + Q1

Z2 = K2 + Q2

tq1 = Q1 / lambd

tq2 = Q2 / lambd

tin1 = Z1 / lambd

tin2 = Z2 / lambd

f.write(str(np.around(K1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Q1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Z1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(tq1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(tin1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(K2, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Q2, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(Z2, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(tq2, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(tin2, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

t = Ro2 \* pow(ro, n) \* pow(v, m) / 120

print(t)

f.write(str(np.around(t, 16)))

f.write('\n')

f.write(str(np.around(t, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

r5 = Ro1\*pow(ro,5)/math.factorial(5)

l = 0

for i in range(6):

print(i)

print(Ro2\*pow(ro,i)/math.factorial(i))

l += (Ro2\*pow(ro,i)/math.factorial(i))

for i in range(6,8):

print(i)

print(r5\*pow(ro/m,i-n))

l += (r5\*pow(ro/m,i-n))

print(l)