|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  |  | | --- | --- | --- | |  |  |  | | 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 1

 по дисциплине «Системы массового обслуживания»

**ВАРИАНТ 6**

Тема: **Одноканальные 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. События в развитии систем связаны либо с поступлением в неё новых заявок, либо с окончанием обслуживания прибором заявки.

В системах с одним прибором с отказами имеется 2 состояния: 0 – в системе 0 заявок (прибор свободен), 1 – в системе 1 заявка (прибор занят). В этом случае события могут быть трёх типов: 1 – появление в СМО новой заявки, которая сразу же принимается прибором на обслуживание (до этого прибор был свободен и СМО переходит из состояния 0 в состояние 1), 2 – появление в СМО новой заявки, которая получает отказ в обслуживании (прибор занят, при этом СМО остается в состоянии 1), 3 – завершение обслуживания заявки прибором (при этом СМО переходит из состояния 1 в состояние 0).

В системах с одним прибором и бесконечной очередью в состоянии C = 0 в системе 0 заявок (прибор свободен), в состоянии C = k в системе k заявок (прибор занят, одна заявка обслуживается, k = 1 заявка находится в очереди типа FIFO). События могут быть двух типов: 1 – появление в СМО новой заявки, 2 – завершение обслуживания заявки прибором (при этом прибор освобождается, и, если есть заявки в очереди, то первая из них поступает сразу же на обслуживание в прибор). Если при появлении в СМО новой заявки прибор свободен, то она сразу же принимается на обслуживание прибором, в противном случае заявка становится в очередь.

1. Одноканальная СМО с отказами (D|M|1|0)

**Дано:**

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

1. Одноканальная СМО с бесконечной очередью (M|D|1)

**Дано:**

* среднее число заявок λ, поступающих за единицу времени (время между приходом заявок имеет показательное распределение с параметром λ);
* время обслуживания заявки прибором Tоб (заданная постоянная величина).

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.

1. Одноканальная СМО с бесконечной очередью (M|M|1)

**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 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 прибор свободен, 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.

1. Для СМО (D|M|1|0) составить таблицу 2 со следующими данными о всех поступивших заявках:

* номер заявки j;
* момент t3(j) появления заявки j в СМО;
* время tобсл(j) обслуживания прибором заявки j;
* момент tкоб(j) окончания обслуживания заявки j и выхода её из СМО.

Если в момент появления заявки j в СМО прибор был занят, и заявка получила отказ в обслуживании, то tобсл(j) = 0 и tкоб(j) = t3(j).

Для СМО (M|D|1) и (M|M|1) составить таблицу 2 со следующими 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);
* время пребывания заявки в очереди tоч(j);
* момент начала обслуживания заявки tноб(j);
* время tобсл(j) обслуживания прибором заявки j;
* момент tкоб(j) окончания обслуживания заявки j и выхода её из СМО.

Если в момент появления заявки j в СМО прибор занят, и она становится в очередь, то в таблицу 2 временно заносится: tоч(j) = tноб(j) = tобсл(j) = tкоб(j) = -1.

Настоящие значения заносятся позже по мере их определения.

1. Для СМО (D|M|1|0) составить таблицу 3 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) |
|  |  |  |  |  |

а для СМО (M|D|1) и (M|M|1) таблицу 3 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) |
| …. | …. | …. | …. | …. |
|  |  |  |  |  |

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)];

1. Для СМО (D|M|1|0) найти:

* число заявок J(100) , поступивших в СМО на интервале [0, tсоб(100)];
* число JF(100) полностью обслуженных заявок на интервале [0, tсоб(100)];
* число JL(100) отклонённых заявок на интервале [0, tсоб(100)];
* долю отклонённых заявок в общем числе поступивших в СМО заявок на интервале [0, tсоб(100)];
* коэффициент простоя прибора на интервале [0, tсоб(100)] (отношение времени простоя прибора на интервале [0, tсоб(100)] к tсоб(100)).

Для СМО (M|D|1) и (M|M|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) = ];
* коэффициент простоя прибора на интервале [0, tсоб(100)] (отношение времени простоя прибора на интервале [0, tсоб(100)] к tсоб(100)).

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.

Устройства или субъекты, занимающиеся обслуживанием – приборы, службы, аппараты, каналы и т.д.

Основные характеристики эффективности функционирования СМО:

1. Показатели эффективности использования СМО: среднее число заявок, которое может обслужить СМО за единицу времени; средняя продолжительность периода занятости СМО; коэффициент использования СМО и т.п.
2. Показатели качества обслуживания заявок: среднее время ожидания заявки в очереди, среднее время пребывания заявки в СМО, вероятность отказа требованию в обслуживании без ожидания, вероятность того, что поступившая заявка будет принята к обслуживанию сразу, закон распределения времени ожидания заявки в очереди, закон распределения пребывания заявки в СМО, средняя длина очереди, среднее число заявок, находящихся в системе, и т.п.
3. Показатели экономической и финансовой эффективности функционирования СМО: средние расходы на обеспечение работы СМО в определенный период времени (неделя, месяц, год, …), средний доход приносимый СМО за этот период времени и т.п.

Одноканальное СМО - система массового обслуживания, в которой все задачи, поступающие в систему, обслуживаются в одном канале.

Для СМО (M|M|1):

Стационарные вероятности состояний:

Средняя длина очереди:

=

Cреднее время пребывания заявок 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|M|1|0):

Вариант 6. = 0,784; µ = 1,254

**Таблица №1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l | tсоб(l) | Type(l) | состояние СМО C(l) после события l | tост(l) | tожз(l) | j(l) |
| 1 | 0.784 | 1 | 1 | 0.05963 | 0.784 | 1 |
| 2 | 0.84363 | 3 | 0 | -1. | 0.72437 | 1 |
| 3 | 1.568 | 1 | 1 | 0.72127 | 0.784 | 2 |
| 4 | 2.28927 | 3 | 0 | -1. | 0.06273 | 2 |
| 5 | 2.352 | 1 | 1 | 2.0171 | 0.784 | 3 |
| 6 | 3.136 | 2 | 1 | 1.2331 | 0.784 | 4 |
| 7 | 3.92 | 2 | 1 | 0.4491 | 0.784 | 5 |
| 8 | 4.3691 | 3 | 0 | -1. | 0.3349 | 3 |
| 9 | 4.704 | 1 | 1 | 0.32372 | 0.784 | 6 |
| 10 | 5.02772 | 3 | 0 | -1. | 0.46028 | 6 |
| 11 | 5.488 | 1 | 1 | 0.4493 | 0.784 | 7 |
| 12 | 5.9373 | 3 | 0 | -1. | 0.3347 | 7 |
| 13 | 6.272 | 1 | 1 | 1.38899 | 0.784 | 8 |
| 14 | 7.056 | 2 | 1 | 0.60499 | 0.784 | 9 |
| 15 | 7.66099 | 3 | 0 | -1. | 0.17901 | 8 |
| 16 | 7.84 | 1 | 1 | 0.29 | 0.784 | 10 |
| 17 | 8.13 | 3 | 0 | -1. | 0.494 | 10 |
| 18 | 8.624 | 1 | 1 | 2.82485 | 0.784 | 11 |
| 19 | 9.408 | 2 | 1 | 2.04085 | 0.784 | 12 |
| 20 | 10.192 | 2 | 1 | 1.25685 | 0.784 | 13 |
| 21 | 10.976 | 2 | 1 | 0.47285 | 0.784 | 14 |
| 22 | 11.44885 | 3 | 0 | -1. | 0.31115 | 11 |
| 23 | 11.76 | 1 | 1 | 0.00489 | 0.784 | 15 |
| 24 | 11.76489 | 3 | 0 | -1. | 0.77911 | 15 |
| 25 | 12.544 | 1 | 1 | 0.80921 | 0.784 | 16 |
| 26 | 13.328 | 2 | 1 | 0.02521 | 0.784 | 17 |
| 27 | 13.35321 | 3 | 0 | -1. | 0.75879 | 16 |
| 28 | 14.112 | 1 | 1 | 0.53381 | 0.784 | 18 |
| 29 | 14.64581 | 3 | 0 | -1. | 0.25019 | 18 |
| 30 | 14.896 | 1 | 1 | 0.33802 | 0.784 | 19 |
| 31 | 15.23402 | 3 | 0 | -1. | 0.44598 | 19 |
| 32 | 15.68 | 1 | 1 | 0.82055 | 0.784 | 20 |
| 33 | 16.464 | 2 | 1 | 0.03655 | 0.784 | 21 |
| 34 | 16.50055 | 3 | 0 | -1. | 0.74745 | 20 |
| 35 | 17.248 | 1 | 1 | 0.25591 | 0.784 | 22 |
| 36 | 17.50391 | 3 | 0 | -1. | 0.52809 | 22 |
| 37 | 18.032 | 1 | 1 | 1.18827 | 0.784 | 23 |
| 38 | 18.816 | 2 | 1 | 0.40427 | 0.784 | 24 |
| 39 | 19.22027 | 3 | 0 | -1. | 0.37973 | 23 |
| 40 | 19.6 | 1 | 1 | 0.26642 | 0.784 | 25 |
| 41 | 19.86642 | 3 | 0 | -1. | 0.51758 | 25 |
| 42 | 20.384 | 1 | 1 | 1.74246 | 0.784 | 26 |
| 43 | 21.168 | 2 | 1 | 0.95846 | 0.784 | 27 |
| 44 | 21.952 | 2 | 1 | 0.17446 | 0.784 | 28 |
| 45 | 22.12646 | 3 | 0 | -1. | 0.60954 | 26 |
| 46 | 22.736 | 1 | 1 | 0.07253 | 0.784 | 29 |
| 47 | 22.80853 | 3 | 0 | -1. | 0.71147 | 29 |
| 48 | 23.52 | 1 | 1 | 0.21296 | 0.784 | 30 |
| 49 | 23.73296 | 3 | 0 | -1. | 0.57104 | 30 |
| 50 | 24.304 | 1 | 1 | 1.53165 | 0.784 | 31 |
| 51 | 25.088 | 2 | 1 | 0.74765 | 0.784 | 32 |
| 52 | 25.83565 | 3 | 0 | -1. | 0.03635 | 31 |
| 53 | 25.872 | 1 | 1 | 0.00628 | 0.784 | 33 |
| 54 | 25.87828 | 3 | 0 | -1. | 0.77772 | 33 |
| 55 | 26.656 | 1 | 1 | 1.17976 | 0.784 | 34 |
| 56 | 27.44 | 2 | 1 | 0.39576 | 0.784 | 35 |
| 57 | 27.83576 | 3 | 0 | -1. | 0.38824 | 34 |
| 58 | 28.224 | 1 | 1 | 1.00696 | 0.784 | 36 |
| 59 | 29.008 | 2 | 1 | 0.22296 | 0.784 | 37 |
| 60 | 29.23096 | 3 | 0 | -1. | 0.56104 | 36 |
| 61 | 29.792 | 1 | 1 | 1.02886 | 0.784 | 38 |
| 62 | 30.576 | 2 | 1 | 0.24486 | 0.784 | 39 |
| 63 | 30.82086 | 3 | 0 | -1. | 0.53914 | 38 |
| 64 | 31.36 | 1 | 1 | 1.18124 | 0.784 | 40 |
| 65 | 32.144 | 2 | 1 | 0.39724 | 0.784 | 41 |
| 66 | 32.54124 | 3 | 0 | -1. | 0.38676 | 40 |
| 67 | 32.928 | 1 | 1 | 0.99447 | 0.784 | 42 |
| 68 | 33.712 | 2 | 1 | 0.21047 | 0.784 | 43 |
| 69 | 33.92247 | 3 | 0 | -1. | 0.57353 | 42 |
| 70 | 34.496 | 1 | 1 | 1.06265 | 0.784 | 44 |
| 71 | 35.28 | 2 | 1 | 0.27865 | 0.784 | 45 |
| 72 | 35.55865 | 3 | 0 | -1. | 0.50535 | 44 |
| 73 | 36.064 | 1 | 1 | 0.85383 | 0.784 | 46 |
| 74 | 36.848 | 2 | 1 | 0.06983 | 0.784 | 47 |
| 75 | 36.91783 | 3 | 0 | -1. | 0.71417 | 46 |
| 76 | 37.632 | 1 | 1 | 0.717 | 0.784 | 48 |
| 77 | 38.349 | 3 | 0 | -1. | 0.067 | 48 |
| 78 | 38.416 | 1 | 1 | 0.37976 | 0.784 | 49 |
| 79 | 38.79576 | 3 | 0 | -1. | 0.40424 | 49 |
| 80 | 39.2 | 1 | 1 | 0.02985 | 0.784 | 50 |
| 81 | 39.22985 | 3 | 0 | -1. | 0.75415 | 50 |
| 82 | 39.984 | 1 | 1 | 0.36361 | 0.784 | 51 |
| 83 | 40.34761 | 3 | 0 | -1. | 0.42039 | 51 |
| 84 | 40.768 | 1 | 1 | 0.16964 | 0.784 | 52 |
| 85 | 40.93764 | 3 | 0 | -1. | 0.61436 | 52 |
| 86 | 41.552 | 1 | 1 | 0.4989 | 0.784 | 53 |
| 87 | 42.0509 | 3 | 0 | -1. | 0.2851 | 53 |
| 88 | 42.336 | 1 | 1 | 0.09477 | 0.784 | 54 |
| 89 | 42.43077 | 3 | 0 | -1. | 0.68923 | 54 |
| 90 | 43.12 | 1 | 1 | 1.22495 | 0.784 | 55 |
| 91 | 43.904 | 2 | 1 | 0.44095 | 0.784 | 56 |
| 92 | 44.34495 | 3 | 0 | -1. | 0.34305 | 55 |
| 93 | 44.688 | 1 | 1 | 4.03252 | 0.784 | 57 |
| 94 | 45.472 | 2 | 1 | 3.24852 | 0.784 | 58 |
| 95 | 46.256 | 2 | 1 | 2.46452 | 0.784 | 59 |
| 96 | 47.04 | 2 | 1 | 1.68052 | 0.784 | 60 |
| 97 | 47.824 | 2 | 1 | 0.89652 | 0.784 | 61 |
| 98 | 48.608 | 2 | 1 | 0.11252 | 0.784 | 62 |
| 99 | 48.72052 | 3 | 0 | -1. | 0.67148 | 57 |
| 100 | 49.392 | 1 | 1 | 0.14152 | 0.784 | 63 |

**Таблица №2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| j | t3(j) | tобсл(j) | tкоб(j) |
| 1 | 0.784 | 0.05963 | 0.84363 |
| 2 | 1.568 | 0.72127 | 2.28927 |
| 3 | 2.352 | 2.0171 | 4.3691 |
| 4 | 3.136 | 0. | 3.136 |
| 5 | 3.92 | 0. | 3.92 |
| 6 | 4.704 | 0.32372 | 5.02772 |
| 7 | 5.488 | 0.4493 | 5.9373 |
| 8 | 6.272 | 1.38899 | 7.66099 |
| 9 | 7.056 | 0. | 7.056 |
| 10 | 7.84 | 0.29 | 8.13 |
| 11 | 8.624 | 2.82485 | 11.44885 |
| 12 | 9.408 | 0. | 9.408 |
| 13 | 10.192 | 0. | 10.192 |
| 14 | 10.976 | 0. | 10.976 |
| 15 | 11.76 | 0.00489 | 11.76489 |
| 16 | 12.544 | 0.80921 | 13.35321 |
| 17 | 13.328 | 0. | 13.328 |
| 18 | 14.112 | 0.53381 | 14.64581 |
| 19 | 14.896 | 0.33802 | 15.23402 |
| 20 | 15.68 | 0.82055 | 16.50055 |
| 21 | 16.464 | 0. | 16.464 |
| 22 | 17.248 | 0.25591 | 17.50391 |
| 23 | 18.032 | 1.18827 | 19.22027 |
| 24 | 18.816 | 0. | 18.816 |
| 25 | 19.6 | 0.26642 | 19.86642 |
| 26 | 20.384 | 1.74246 | 22.12646 |
| 27 | 21.168 | 0. | 21.168 |
| 28 | 21.952 | 0. | 21.952 |
| 29 | 22.736 | 0.07253 | 22.80853 |
| 30 | 23.52 | 0.21296 | 23.73296 |
| 31 | 24.304 | 1.53165 | 25.83565 |
| 32 | 25.088 | 0. | 25.088 |
| 33 | 25.872 | 0.00628 | 25.87828 |
| 34 | 26.656 | 1.17976 | 27.83576 |
| 35 | 27.44 | 0. | 27.44 |
| 36 | 28.224 | 1.00696 | 29.23096 |
| 37 | 29.008 | 0. | 29.008 |
| 38 | 29.792 | 1.02886 | 30.82086 |
| 39 | 30.576 | 0. | 30.576 |
| 40 | 31.36 | 1.18124 | 32.54124 |
| 41 | 32.144 | 0. | 32.144 |
| 42 | 32.928 | 0.99447 | 33.92247 |
| 43 | 33.712 | 0. | 33.712 |
| 44 | 34.496 | 1.06265 | 35.55865 |
| 45 | 35.28 | 0. | 35.28 |
| 46 | 36.064 | 0.85383 | 36.91783 |
| 47 | 36.848 | 0. | 36.848 |
| 48 | 37.632 | 0.717 | 38.349 |
| 49 | 38.416 | 0.37976 | 38.79576 |
| 50 | 39.2 | 0.02985 | 39.22985 |
| 51 | 39.984 | 0.36361 | 40.34761 |
| 52 | 40.768 | 0.16964 | 40.93764 |
| 53 | 41.552 | 0.4989 | 42.0509 |
| 54 | 42.336 | 0.09477 | 42.43077 |
| 55 | 43.12 | 1.22495 | 44.34495 |
| 56 | 43.904 | 0. | 43.904 |
| 57 | 44.688 | 4.03252 | 48.72052 |
| 58 | 45.472 | 0. | 45.472 |
| 59 | 46.256 | 0. | 46.256 |
| 60 | 47.04 | 0. | 47.04 |
| 61 | 47.824 | 0. | 47.824 |
| 62 | 48.608 | 0. | 48.608 |
| 63 | 49.392 | 0.14152 | - |

**Таблица №3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | Ri(100) | vi(100) | Ti(100) | (100) |
| 0 | 37 | 0.37 | 18.5739 |  |
| 1 | 63 | 0.63 | 30.8181 | 0.62395 |
|  | 100 | 1 | 49.392 | 1 |

Число заявок J(100), поступивших в СМО на интервале [0, 49.392] = 63.

Число JF(100) полностью обслуженных заявок на интервале [0, 49.392] = 37.

Число JL(100) отклонённых заявок на интервале [0, 49.392] = 25.

Доля отклонённых заявок в общем числе поступивших в СМО заявок на

интервале [0, 49.392] = 0.39683.

Коэффициент простоя прибора на интервале [0, 49.392] = 0.36304.

СМО (M|D|1):

Вариант 6; Тоб = 0,794; λ = 1,052.

**Таблица №1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l | tсоб(l) | Type(l) | состояние СМО C(l) после события l | tост(l) | tожз(l) | j(l) |
| 1 | 0.40117 | 1 | 1 | 0.794 | 1.01359 | 1 |
| 2 | 1.19517 | 2 | 0 | -1. | 0.21959 | 1 |
| 3 | 1.41476 | 1 | 1 | 0.794 | 3.16533 | 2 |
| 4 | 2.20876 | 2 | 0 | -1. | 2.37133 | 2 |
| 5 | 4.58009 | 1 | 1 | 0.794 | 0.03231 | 3 |
| 6 | 4.6124 | 1 | 2 | 0.76169 | 1.26603 | 4 |
| 7 | 5.37409 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 3 |
| 8 | 6.16809 | 2 | 0 | -1. | 0.01438 | 4 |
| 9 | 6.18247 | 1 | 1 | 0.794 | 0.80838 | 5 |
| 10 | 6.97647 | 2 | 0 | -1. | 0.01438 | 5 |
| 11 | 6.99085 | 1 | 1 | 0.794 | 0.01125 | 6 |
| 12 | 7.0021 | 1 | 2 | 0.78275 | 0.69513 | 7 |
| 13 | 7.69723 | 1 | 3 | 0.08762 | 0.68404 | 8 |
| 14 | 7.78485 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 6 |
| 15 | 8.57885 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 7 |
| 16 | 9.37285 | 2 | 0 | -1. | 0.1066 | 8 |
| 17 | 9.47945 | 1 | 1 | 0.794 | 0.9006 | 9 |
| 18 | 10.27345 | 2 | 0 | -1. | 0.1066 | 9 |
| 19 | 10.38005 | 1 | 1 | 0.794 | 1.65995 | 10 |
| 20 | 11.17405 | 2 | 0 | -1. | 0.86595 | 10 |
| 21 | 12.04 | 1 | 1 | 0.794 | 1.2449 | 11 |
| 22 | 12.834 | 2 | 0 | -1. | 0.4509 | 11 |
| 23 | 13.28489 | 1 | 1 | 0.794 | 0.17155 | 12 |
| 24 | 13.45645 | 1 | 2 | 0.62245 | 0.28961 | 13 |
| 25 | 13.74606 | 1 | 3 | 0.33284 | 1.70368 | 14 |
| 26 | 14.07889 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 12 |
| 27 | 14.87289 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 13 |
| 28 | 15.66689 | 2 | 0 | -1. | 0.25503 | 14 |
| 29 | 15.92192 | 1 | 1 | 0.794 | 1.04903 | 15 |
| 30 | 16.71592 | 2 | 0 | -1. | 0.25503 | 15 |
| 31 | 16.97094 | 1 | 1 | 0.794 | 1.56596 | 16 |
| 32 | 17.76494 | 2 | 0 | -1. | 0.77196 | 16 |
| 33 | 18.53691 | 1 | 1 | 0.794 | 0.18997 | 17 |
| 34 | 18.72687 | 1 | 2 | 0.60403 | 1.4156 | 18 |
| 35 | 19.33091 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 17 |
| 36 | 20.12491 | 2 | 0 | -1. | 0.21885 | 18 |
| 37 | 20.34376 | 1 | 1 | 0.794 | 1.01285 | 19 |
| 38 | 21.13776 | 2 | 0 | -1. | 0.21885 | 19 |
| 39 | 21.35661 | 1 | 1 | 0.794 | 0.07615 | 20 |
| 40 | 21.43276 | 1 | 2 | 0.71785 | 2.87265 | 21 |
| 41 | 22.15061 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 20 |
| 42 | 25.02326 | 1 | 2 | 0.43047 | 0.36353 | 22 |
| 43 | 25.38679 | 1 | 3 | 0.06693 | 0.92681 | 23 |
| 44 | 25.45373 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 21 |
| 45 | 26.38053 | 1 | 3 | 0.49097 | 0.30303 | 24 |
| 46 | 26.68356 | 1 | 4 | 0.18794 | 0.08573 | 25 |
| 47 | 26.7693 | 1 | 5 | 0.1022 | 0.0623 | 26 |
| 48 | 26.83159 | 1 | 6 | 0.03991 | 0.78023 | 27 |
| 49 | 26.8715 | 2 | 5 | 0.794 | 0. | 22 |
| 50 | 27.6655 | 2 | 4 | 0.794 | 0. | 23 |
| 51 | 28.4595 | 2 | 3 | 0.794 | 0. | 24 |
| 52 | 29.2535 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 25 |
| 53 | 30.0475 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 26 |
| 54 | 30.8415 | 2 | 0 | -1. | 0.73375 | 27 |
| 55 | 31.57525 | 1 | 1 | 0.794 | 1.52775 | 28 |
| 56 | 32.36925 | 2 | 0 | -1. | 0.73375 | 28 |
| 57 | 33.10301 | 1 | 1 | 0.794 | 0.12171 | 29 |
| 58 | 33.22472 | 1 | 2 | 0.67229 | 0.60564 | 30 |
| 59 | 33.83036 | 1 | 3 | 0.06665 | 0.55115 | 31 |
| 60 | 33.89701 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 29 |
| 61 | 34.69101 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 30 |
| 62 | 35.48501 | 2 | 0 | -1. | 0.8472 | 31 |
| 63 | 36.3322 | 1 | 1 | 0.794 | 1.6412 | 32 |
| 64 | 37.1262 | 2 | 0 | -1. | 0.8472 | 32 |
| 65 | 37.9734 | 1 | 1 | 0.794 | 0.61474 | 33 |
| 66 | 38.58814 | 1 | 2 | 0.17926 | 0.08273 | 34 |
| 67 | 38.67087 | 1 | 3 | 0.09653 | 0.37518 | 35 |
| 68 | 38.7674 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 33 |
| 69 | 39.14258 | 1 | 3 | 0.78585 | 0.00815 | 36 |
| 70 | 39.15073 | 1 | 4 | 0.7777 | 3.16347 | 37 |
| 71 | 39.92843 | 2 | 3 | 0.794 | 0. | 34 |
| 72 | 40.72243 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 35 |
| 73 | 41.51643 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 36 |
| 74 | 42.31043 | 2 | 0 | -1. | 0.43667 | 37 |
| 75 | 42.7471 | 1 | 1 | 0.794 | 1.23067 | 38 |
| 76 | 43.5411 | 2 | 0 | -1. | 0.43667 | 38 |
| 77 | 43.97777 | 1 | 1 | 0.794 | 0.24757 | 39 |
| 78 | 44.22533 | 1 | 2 | 0.54643 | 0.17843 | 40 |
| 79 | 44.40376 | 1 | 3 | 0.368 | 0.43756 | 41 |
| 80 | 44.77177 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 39 |
| 81 | 45.20933 | 1 | 3 | 0.07115 | 0.72285 | 42 |
| 82 | 45.28048 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 40 |
| 83 | 46.07448 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 41 |
| 84 | 46.86848 | 2 | 0 | -1. | 0.38935 | 42 |
| 85 | 47.25783 | 1 | 1 | 0.794 | 1.18335 | 43 |
| 86 | 48.05183 | 2 | 0 | -1. | 0.38935 | 43 |
| 87 | 48.44117 | 1 | 1 | 0.794 | 1.02804 | 44 |
| 88 | 49.23517 | 2 | 0 | -1. | 0.23404 | 44 |
| 89 | 49.46922 | 1 | 1 | 0.794 | 1.8688 | 45 |
| 90 | 50.26322 | 2 | 0 | -1. | 1.0748 | 45 |
| 91 | 51.33802 | 1 | 1 | 0.794 | 0.68979 | 46 |
| 92 | 52.02781 | 1 | 2 | 0.10421 | 0.88749 | 47 |
| 93 | 52.13202 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 46 |
| 94 | 53.01951 | 1 | 2 | 0.69127 | 0.10273 | 48 |
| 95 | 53.12223 | 1 | 3 | 0.58855 | 0.74444 | 49 |
| 96 | 53.71078 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 47 |
| 97 | 54.45522 | 1 | 3 | 0.02301 | 0.77099 | 50 |
| 98 | 54.47823 | 2 | 2 | 0.794 | 0. | 48 |
| 99 | 55.27223 | 2 | 1 | 0.794 | 0. | 49 |
| 100 | 56.06623 | 2 | 0 | -1. | 0.25905 | 50 |

**Таблица №2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| j | t3(j) | q(j) | tоч­(j) | tноб(j) | tобсл(j) | tкоб(j) |
| 1 | 0.40117 | 0 | 0. | 0.40117 | 0.794 | 1.19517 |
| 2 | 1.41476 | 0 | 0. | 1.41476 | 0.794 | 2.20876 |
| 3 | 4.58009 | 0 | 0. | 4.58009 | 0.794 | 5.37409 |
| 4 | 4.6124 | 1 | 0.03231 | 5.08443 | 0.794 | 6.16809 |
| 5 | 6.18247 | 0 | 0. | 6.18247 | 0.794 | 6.97647 |
| 6 | 6.99085 | 0 | 0. | 6.99085 | 0.794 | 7.78485 |
| 7 | 7.0021 | 1 | 0.01125 | 7.58727 | 0.794 | 8.57885 |
| 8 | 7.69723 | 2 | 1.50038 | 6.99085 | 0.794 | 9.37285 |
| 9 | 9.47945 | 0 | 0. | 9.47945 | 0.794 | 10.27345 |
| 10 | 10.38005 | 0 | 0. | 10.38005 | 0.794 | 11.17405 |
| 11 | 12.04 | 0 | 0. | 12.04 | 0.794 | 12.834 |
| 12 | 13.28489 | 0 | 0. | 13.28489 | 0.794 | 14.07889 |
| 13 | 13.45645 | 1 | 0.17155 | 14.65574 | 0.794 | 14.87289 |
| 14 | 13.74606 | 2 | 1.25516 | 13.28489 | 0.794 | 15.66689 |
| 15 | 15.92192 | 0 | 0. | 15.92192 | 0.794 | 16.71592 |
| 16 | 16.97094 | 0 | 0. | 16.97094 | 0.794 | 17.76494 |
| 17 | 18.53691 | 0 | 0. | 18.53691 | 0.794 | 19.33091 |
| 18 | 18.72687 | 1 | 0.18997 | 19.34847 | 0.794 | 20.12491 |
| 19 | 20.34376 | 0 | 0. | 20.34376 | 0.794 | 21.13776 |
| 20 | 21.35661 | 0 | 0. | 21.35661 | 0.794 | 22.15061 |
| 21 | 21.43276 | 1 | 0.07615 | 23.51141 | 0.794 | 25.45373 |
| 22 | 25.02326 | 1 | 0.36353 | 25.5196 | 0.794 | 26.8715 |
| 23 | 25.38679 | 2 | 1.52107 | 26.81782 | 0.794 | 27.6655 |
| 24 | 26.38053 | 2 | 1.09703 | 26.0775 | 0.794 | 28.4595 |
| 25 | 26.68356 | 3 | 2.19406 | 26.8715 | 0.794 | 29.2535 |
| 26 | 26.7693 | 4 | 3.0738 | 27.6655 | 0.794 | 30.0475 |
| 27 | 26.83159 | 5 | 3.93009 | 28.4595 | 0.794 | 30.8415 |
| 28 | 31.57525 | 0 | 0. | 31.57525 | 0.794 | 32.36925 |
| 29 | 33.10301 | 0 | 0. | 33.10301 | 0.794 | 33.89701 |
| 30 | 33.22472 | 1 | 0.12171 | 33.58751 | 0.794 | 34.69101 |
| 31 | 33.83036 | 2 | 1.52135 | 33.10301 | 0.794 | 35.48501 |
| 32 | 36.3322 | 0 | 0. | 36.3322 | 0.794 | 37.1262 |
| 33 | 37.9734 | 0 | 0. | 37.9734 | 0.794 | 38.7674 |
| 34 | 38.58814 | 1 | 0.61474 | 38.25205 | 0.794 | 39.92843 |
| 35 | 38.67087 | 2 | 1.49147 | 41.5202 | 0.794 | 40.72243 |
| 36 | 39.14258 | 2 | 0.80215 | 39.13443 | 0.794 | 41.51643 |
| 37 | 39.15073 | 3 | 1.6043 | 39.92843 | 0.794 | 42.31043 |
| 38 | 42.7471 | 0 | 0. | 42.7471 | 0.794 | 43.5411 |
| 39 | 43.97777 | 0 | 0. | 43.97777 | 0.794 | 44.77177 |
| 40 | 44.22533 | 1 | 0.24757 | 44.04733 | 0.794 | 45.28048 |
| 41 | 44.40376 | 2 | 1.22 | 45.13818 | 0.794 | 46.07448 |
| 42 | 45.20933 | 2 | 1.51685 | 44.48648 | 0.794 | 46.86848 |
| 43 | 47.25783 | 0 | 0. | 47.25783 | 0.794 | 48.05183 |
| 44 | 48.44117 | 0 | 0. | 48.44117 | 0.794 | 49.23517 |
| 45 | 49.46922 | 0 | 0. | 49.46922 | 0.794 | 50.26322 |
| 46 | 51.33802 | 0 | 0. | 51.33802 | 0.794 | 52.13202 |
| 47 | 52.02781 | 1 | 0.68979 | 52.12129 | 0.794 | 53.71078 |
| 48 | 53.01951 | 1 | 0.10273 | 53.07267 | 0.794 | 54.47823 |
| 49 | 53.12223 | 2 | 0.99945 | 54.43221 | 0.794 | 55.27223 |
| 50 | 54.45522 | 2 | 1.56499 | 53.68423 | 0.794 | 56.06623 |

**Таблица №3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | Ri(100) | vi(100) | Ti(100) | (100) |
| 0 | 24 | 0.24 | 12.39339 |  |
| 1 | 35 | 0.35 | 24.97117 | 0.44539 |
| 2 | 22 | 0.22 | 12.54758 | 0.2238 |
| 3 | 13 | 0.13 | 3.60046 | 0.06422 |
| 4 | 3 | 0.03 | 1.65743 | 0.02956 |
| 5 | 2 | 0.02 | 0.8563 | 0.01527 |
| 6 | 1 | 0.01 | 0.03991 | 0.00071 |
|  | 100 | 1 | 56.06623 | 1 |

Число заявок J(100) , поступивших в СМО на интервале [0, 56.06623] = 50.

Число JF(100) полностью обслуженных заявок на интервале [0, 56.06623] = 50.

Среднее число заявок, находившихся в СМО, на интервале [0, 56.06623] = 1.45.

Среднее время пребывания заявок в очереди на интервале [0, 56.06623] = 0.55827.

Среднее время пребывания заявок в СМО на интервале [0, 56.06623] = 1.44037.

Коэффициент простоя прибора на интервале [0, 56.06623] = 0.21851.

СМО (M|M|1):

Вариант 6. λ = 1,052. µ = 1,254.

**Таблица №1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| l | tсоб(l) | Type(l) | состояние СМО C(l) после события l | tост(l) | tожз(l) | j(l) |
| 1 | 2.20718 | 1 | 1 | 2.93613 | 0.2653 | 1 |
| 2 | 2.47248 | 1 | 2 | 2.67083 | 0.10326 | 2 |
| 3 | 2.57574 | 1 | 3 | 2.56757 | 0.12289 | 3 |
| 4 | 2.69863 | 1 | 4 | 2.44469 | 2.39239 | 4 |
| 5 | 5.09102 | 1 | 5 | 0.0523 | 0.22729 | 5 |
| 6 | 5.14332 | 2 | 4 | 1.56938 | 0. | 1 |
| 7 | 5.37061 | 1 | 5 | 0.8503 | 0.71909 | 6 |
| 8 | 6.0897 | 1 | 6 | 0.13121 | 0.19363 | 7 |
| 9 | 6.22091 | 2 | 5 | 1.52942 | 0. | 2 |
| 10 | 6.41454 | 1 | 6 | 0.21715 | 1.31226 | 8 |
| 11 | 6.63169 | 2 | 5 | 0.08391 | 0. | 3 |
| 12 | 6.71561 | 2 | 4 | 0.59168 | 0. | 4 |
| 13 | 7.30728 | 2 | 3 | 0.03554 | 0. | 5 |
| 14 | 7.34283 | 2 | 2 | 1.44913 | 0. | 6 |
| 15 | 8.65509 | 1 | 3 | 0.85524 | 0.59389 | 9 |
| 16 | 9.24898 | 1 | 4 | 0.26135 | 0.24182 | 10 |
| 17 | 9.4908 | 1 | 5 | 0.01953 | 0.02465 | 11 |
| 18 | 9.51033 | 2 | 4 | 0.55305 | 0. | 7 |
| 19 | 9.53498 | 1 | 5 | 0.10028 | 0.45278 | 12 |
| 20 | 9.63526 | 2 | 4 | 3.01199 | 0. | 8 |
| 21 | 10.08803 | 1 | 5 | 2.40352 | 0.60848 | 13 |
| 22 | 10.69651 | 1 | 6 | 1.79504 | 0.02775 | 14 |
| 23 | 10.72426 | 1 | 7 | 1.76729 | 1.13163 | 15 |
| 24 | 11.8559 | 1 | 8 | 0.63565 | 1.58445 | 16 |
| 25 | 12.49155 | 2 | 7 | 2.3509 | 0. | 9 |
| 26 | 14.84244 | 2 | 6 | 0.38485 | 0. | 10 |
| 27 | 15.2273 | 2 | 5 | 0.50454 | 0. | 11 |
| 28 | 15.73183 | 2 | 4 | 0.94611 | 0. | 12 |
| 29 | 16.67794 | 2 | 3 | 1.26553 | 0. | 13 |
| 30 | 17.94348 | 2 | 2 | 0.49364 | 0. | 14 |
| 31 | 18.43712 | 2 | 1 | 0.39024 | 0. | 15 |
| 32 | 18.82736 | 2 | 0 | -1. | 2.64338 | 16 |
| 33 | 21.47074 | 1 | 1 | 3.37338 | 3.03362 | 17 |
| 34 | 24.50436 | 1 | 2 | 0.33976 | 0.43994 | 18 |
| 35 | 24.84412 | 2 | 1 | 3.11338 | 0. | 17 |
| 36 | 25.28406 | 1 | 2 | 2.88099 | 0.23239 | 19 |
| 37 | 25.51644 | 1 | 3 | 2.6486 | 0.43077 | 20 |
| 38 | 25.94722 | 1 | 4 | 2.21783 | 0.46032 | 21 |
| 39 | 26.40754 | 1 | 5 | 1.75751 | 0.08829 | 22 |
| 40 | 26.49583 | 1 | 6 | 1.66922 | 0.16521 | 23 |
| 41 | 26.66103 | 1 | 7 | 1.50401 | 0.31596 | 24 |
| 42 | 26.977 | 1 | 8 | 1.18805 | 1.37002 | 25 |
| 43 | 28.16505 | 2 | 7 | 0.88519 | 0. | 18 |
| 44 | 29.53506 | 1 | 8 | 0.32019 | 0.56499 | 26 |
| 45 | 29.85526 | 2 | 7 | 0.05873 | 0. | 19 |
| 46 | 29.91399 | 2 | 6 | 0.41225 | 0. | 20 |
| 47 | 30.32624 | 2 | 5 | 0.22171 | 0. | 21 |
| 48 | 30.54795 | 2 | 4 | 1.12859 | 0. | 22 |
| 49 | 31.11294 | 1 | 5 | 0.69538 | 0.4332 | 27 |
| 50 | 31.54614 | 1 | 6 | 0.26218 | 0.3878 | 28 |
| 51 | 31.80832 | 2 | 5 | 0.09027 | 0. | 23 |
| 52 | 31.89859 | 2 | 4 | 0.14492 | 0. | 24 |
| 53 | 32.04351 | 2 | 3 | 0.05658 | 0. | 25 |
| 54 | 32.10009 | 2 | 2 | 0.71193 | 0. | 26 |
| 55 | 32.48789 | 1 | 3 | 0.29774 | 0.41419 | 29 |
| 56 | 32.78563 | 2 | 2 | 0.90408 | 0. | 27 |
| 57 | 33.68971 | 2 | 1 | 4.02732 | 0. | 28 |
| 58 | 34.1039 | 1 | 2 | 0.93669 | 3.09063 | 30 |
| 59 | 35.04059 | 2 | 1 | 0.43715 | 0. | 29 |
| 60 | 35.47774 | 2 | 0 | -1. | 0.56685 | 30 |
| 61 | 36.04459 | 1 | 1 | 0.16095 | 1.004 | 31 |
| 62 | 36.20554 | 2 | 0 | -1. | 0.84305 | 31 |
| 63 | 37.04858 | 1 | 1 | 0.2612 | 1.16567 | 32 |
| 64 | 37.30979 | 2 | 0 | -1. | 0.90447 | 32 |
| 65 | 38.21426 | 1 | 1 | 0.03039 | 1.64222 | 33 |
| 66 | 38.24465 | 2 | 0 | -1. | 1.61183 | 33 |
| 67 | 39.85648 | 1 | 1 | 0.5647 | 1.05018 | 34 |
| 68 | 40.42118 | 2 | 0 | -1. | 0.48548 | 34 |
| 69 | 40.90666 | 1 | 1 | 1.00129 | 0.17518 | 35 |
| 70 | 41.08184 | 1 | 2 | 0.8261 | 2.14681 | 36 |
| 71 | 41.90794 | 2 | 1 | 0.27255 | 0. | 35 |
| 72 | 44.05476 | 1 | 2 | 0.035 | 0.23756 | 37 |
| 73 | 44.08975 | 2 | 1 | 1.28102 | 0. | 36 |
| 74 | 45.37077 | 2 | 0 | -1. | 1.27916 | 37 |
| 75 | 46.64994 | 1 | 1 | 0.17775 | 2.56018 | 38 |
| 76 | 46.82769 | 2 | 0 | -1. | 2.38243 | 38 |
| 77 | 49.21012 | 1 | 1 | 0.07506 | 0.15163 | 39 |
| 78 | 49.28518 | 2 | 0 | -1. | 0.07657 | 39 |
| 79 | 49.36175 | 1 | 1 | 0.11575 | 0.31403 | 40 |
| 80 | 49.4775 | 2 | 0 | -1. | 0.19828 | 40 |
| 81 | 49.67578 | 1 | 1 | 1.57348 | 0.19054 | 41 |
| 82 | 49.86632 | 1 | 2 | 1.38294 | 0.11435 | 42 |
| 83 | 49.98067 | 1 | 3 | 1.26859 | 0.533 | 43 |
| 84 | 50.51367 | 1 | 4 | 0.73559 | 2.18066 | 44 |
| 85 | 51.24926 | 2 | 3 | 0.34434 | 0. | 41 |
| 86 | 51.5936 | 2 | 2 | 0.83776 | 0. | 42 |
| 87 | 53.77426 | 1 | 3 | 0.02858 | 0.80918 | 45 |
| 88 | 53.80284 | 2 | 2 | 0.23532 | 0. | 43 |
| 89 | 54.03816 | 2 | 1 | 0.13243 | 0. | 44 |
| 90 | 54.17059 | 2 | 0 | -1. | 0.46775 | 45 |
| 91 | 54.63834 | 1 | 1 | 0.35127 | 0.60018 | 46 |
| 92 | 54.98961 | 2 | 0 | -1. | 0.2489 | 46 |
| 93 | 55.23852 | 1 | 1 | 0.98344 | 1.70391 | 47 |
| 94 | 56.22195 | 2 | 0 | -1. | 0.72048 | 47 |
| 95 | 56.94243 | 1 | 1 | 0.28769 | 4.07399 | 48 |
| 96 | 57.23012 | 2 | 0 | -1. | 3.7863 | 48 |
| 97 | 61.01642 | 1 | 1 | 1.69061 | 3.3069 | 49 |
| 98 | 62.70703 | 2 | 0 | -1. | 1.61629 | 49 |
| 99 | 64.32332 | 1 | 1 | 2.12868 | 1.02838 | 50 |
| 100 | 65.3517 | 1 | 2 | 1.10029 | 0.31784 | 51 |

**Таблица №2**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| j | t3(j) | q(j) | tоч­(j) | tноб(j) | tобсл(j) | tкоб(j) |
| 1 | 2.20718 | 0 | 0 | 2.20718 | 2.93613 | 5.14332 |
| 2 | 2.47248 | 1 | -1.10145 | 2.38218 | 1.56938 | 6.22091 |
| 3 | 2.57574 | 2 | 0.53123 | 4.71395 | 1.52942 | 6.63169 |
| 4 | 2.69863 | 3 | 0.73803 | 6.19739 | 0.08391 | 6.71561 |
| 5 | 5.09102 | 4 | 3.72209 | 6.54778 | 0.59168 | 7.30728 |
| 6 | 5.37061 | 4 | 1.39025 | 6.12393 | 0.03554 | 7.34283 |
| 7 | 6.0897 | 5 | 3.55847 | 7.27174 | 1.44913 | 9.51033 |
| 8 | 6.41454 | 5 | 2.49616 | 8.06632 | 0.55305 | 9.63526 |
| 9 | 8.65509 | 2 | 2.70981 | 9.4347 | 3.01199 | 12.49155 |
| 10 | 9.24898 | 3 | 5.65459 | 10.42835 | 2.3509 | 14.84244 |
| 11 | 9.4908 | 4 | 6.28126 | 10.14065 | 0.38485 | 15.2273 |
| 12 | 9.53498 | 4 | 6.152 | 14.45759 | 0.50454 | 15.73183 |
| 13 | 10.08803 | 4 | 1.78288 | 14.72276 | 0.94611 | 16.67794 |
| 14 | 10.69651 | 5 | 3.65689 | 14.78572 | 1.26553 | 17.94348 |
| 15 | 10.72426 | 6 | 4.17828 | 15.41241 | 0.49364 | 18.43712 |
| 16 | 11.8559 | 7 | 5.70016 | 17.44984 | 0.39024 | 18.82736 |
| 17 | 21.47074 | 0 | 0. | 21.47074 | 3.37338 | 24.84412 |
| 18 | 24.50436 | 1 | 2.77362 | 21.57092 | 3.11338 | 28.16505 |
| 19 | 25.28406 | 1 | -1.9958 | 25.23364 | 0.88519 | 29.85526 |
| 20 | 25.51644 | 2 | -1.70469 | 29.21487 | 0.05873 | 29.91399 |
| 21 | 25.94722 | 3 | -0.86166 | 29.79653 | 0.41225 | 30.32624 |
| 22 | 26.40754 | 4 | -0.17963 | 29.50174 | 0.22171 | 30.54795 |
| 23 | 26.49583 | 5 | 1.03724 | 30.10453 | 1.12859 | 31.80832 |
| 24 | 26.66103 | 6 | 1.29272 | 30.80536 | 0.09027 | 31.89859 |
| 25 | 26.977 | 7 | 1.7536 | 31.71805 | 0.14492 | 32.04351 |
| 26 | 29.53506 | 7 | 1.79285 | 31.75367 | 0.05658 | 32.10009 |
| 27 | 31.11294 | 4 | 0.30832 | 31.98692 | 0.71193 | 32.78563 |
| 28 | 31.54614 | 5 | 1.6456 | 32.19014 | 0.90408 | 33.68971 |
| 29 | 32.48789 | 2 | 4.63366 | 31.88155 | 4.02732 | 35.04059 |
| 30 | 34.1039 | 1 | -0.49955 | 33.1672 | 0.43715 | 35.47774 |
| 31 | 36.04459 | 0 | 0. | 36.04459 | 0.16095 | 36.20554 |
| 32 | 37.04858 | 0 | 0. | 37.04858 | 0.2612 | 37.30979 |
| 33 | 38.21426 | 0 | 0. | 38.21426 | 0.03039 | 38.24465 |
| 34 | 39.85648 | 0 | 0. | 39.85648 | 0.5647 | 40.42118 |
| 35 | 40.90666 | 0 | 0. | 40.90666 | 1.00129 | 41.90794 |
| 36 | 41.08184 | 1 | -0.55355 | 42.22737 | 0.27255 | 44.08975 |
| 37 | 44.05476 | 1 | 1.24602 | 44.01976 | 1.28102 | 45.37077 |
| 38 | 46.64994 | 0 | 0. | 46.64994 | 0.17775 | 46.82769 |
| 39 | 49.21012 | 0 | 0. | 49.21012 | 0.07506 | 49.28518 |
| 40 | 49.36175 | 0 | 0. | 49.36175 | 0.11575 | 49.4775 |
| 41 | 49.67578 | 0 | 0. | 49.67578 | 1.57348 | 51.24926 |
| 42 | 49.86632 | 1 | -1.0386 | 51.12085 | 0.34434 | 51.5936 |
| 43 | 49.98067 | 2 | -0.08648 | 50.90492 | 0.83776 | 53.80284 |
| 44 | 50.51367 | 3 | 0.68183 | 53.74568 | 0.23532 | 54.03816 |
| 45 | 53.77426 | 2 | 0.33917 | 53.56753 | 0.13243 | 54.17059 |
| 46 | 54.63834 | 0 | 0. | 54.63834 | 0.35127 | 54.98961 |
| 47 | 55.23852 | 0 | 0. | 55.23852 | 0.98344 | 56.22195 |
| 48 | 56.94243 | 0 | 0. | 56.94243 | 0.28769 | 57.23012 |
| 49 | 61.01642 | 0 | 0. | 61.01642 | 1.69061 | 62.70703 |
| 50 | 64.32332 | 0 | 0. | 64.32332 | 2.93613 | 5.14332 |
| 51 | 65.3517 | 1 | 0.64294 | 2.20718 | 1.56938 | 6.22091 |

**Таблица 3**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Состояние | Ri(100) | vi(100) | Ti(100) | (100) |
| 0 | 15 | 0.15 | 20.03841 |  |
| 1 | 23 | 0.23 | 14.63361 | 0.22392 |
| 2 | 14 | 0.14 | 8.10131 | 0.12396 |
| 3 | 10 | 0.1 | 3.70888 | 0.05675 |
| 4 | 11 | 0.11 | 6.78254 | 0.10379 |
| 5 | 12 | 0.12 | 3.11523 | 0.04767 |
| 6 | 7 | 0.07 | 1.6006 | 0.02449 |
| 7 | 5 | 0.05 | 5.22724 | 0.07999 |
| 8 | 3 | 0.03 | 2.14389 | 0.03281 |
|  | 100 | 1 | 65.3517 | 1 |

Число заявок J(100) , поступивших в СМО на интервале [0, 65.3517] = 51.

Число JF(100) полностью обслуженных заявок на интервале [0, 65.3517]= 49.

Среднее число заявок, находившихся в СМО, на интервале [0, 65.3517] = 2.85.

Среднее время пребывания заявок в очереди на интервале [0, 65.3517] = 1.19752.

Среднее время пребывания заявок в СМО на интервале [0, 65.3517] = 0.35329.

Коэффициент простоя прибора на интервале [0, 65.3517] = 0.27285.

## 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 numpy as np

from scipy.stats import expon

from decimal import Decimal

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

u = 1.254

lambd = 1.052

Ts = 0.794

Tt = 0.784 # Время между заявками

L = list(range(1, 101))

Ttime = []

Ttype = []

condition = []

Tremained = []

Tnew = []

numj = []

jN = np.zeros(100)

jP = np.zeros(100)

jS = np.zeros(100)

jF = np.zeros(100)

T0 = Tt

T1 = 0

J5 = 0

JF5 = 0

JL5 = 0

Dl = 0

Tl = 0

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

service\_time = [0.0596276, 0.72127201, 2.01710223, 0.32372014, 0.44929662, 1.38898635, 0.28999866, 2.82485371,

0.00489021, 0.80920563, 0.53380782, 0.33801901, 0.82054915, 0.25590868, 1.18827375, 0.26642167, 1.7424584,

0.07252952, 0.212955, 1.53165004, 0.00627624, 1.17975602, 1.00696473, 1.02885748, 1.1812449, 0.99447012,

1.0626488, 0.85383117, 0.71700256, 0.3797618, 0.02984504, 0.36360791, 0.16964442, 0.49890133, 0.0947652,

1.22494775, 4.03252267, 0.14152315, 0.50042083, 0.39265258, 1.88307502, 0.2069792, 0.85826512, 0.80996065,

1.12609482, 1.31039982, 1.51896547, 0.85907068, 1.14635457, 1.60915022, 0.17615997, 0.15130618, 0.15950662,

0.0796058, 0.35177219, 0.18433293, 0.6734803, 1.12783108, 0.04402474, 1.18628942, 0.02226666, 0.1077807, 1.06877713,

0.0984029, 0.27811944, 0.51479237, 0.38918731, 0.13941547, 0.19589416, 0.35329383, 0.0173077, 1.53808859,

0.023749, 0.10802429, 0.09758635, 0.38637948, 1.23661508, 1.059142, 0.14084473, 0.01654323, 1.26470771, 0.28802272,

0.03494353, 0.33704994, 0.16819181, 0.5593081, 0.29836402, 0.46637185, 0.97799658, 0.44816637, 0.16128861, 1.01136497,

2.1438003, 0.16640893, 0.15373774, 0.02907984, 1.05664218, 0.32663872, 1.32075165, 1.1589173]

print(service\_time)

i = 0

j = 0

jN[j] = j + 1

jP[j] = Tt

jS[j] = service\_time[i]

Ttime.append(Tt)

Ttype.append(1)

condition.append(1)

T1 += service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[i])

Tnew.append(Tt)

j += 1

jr = j

numj.append(j)

trimen = service\_time[i] - Tt

S\_con = 1

J5+=1

while len(Ttime) != 100:

if S\_con == 0:

T0 += -trimen

jN[j] = j + 1

jP[j] = Ttime[-1] - trimen

jS[j] = service\_time[i]

Ttime.append(Ttime[-1] - trimen)

Ttype.append(1)

condition.append(1)

T1 += service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[i])

Tnew.append(Tt)

j += 1

jr = j

numj.append(j)

trimen = service\_time[i] - Tt

S\_con = 1

J5 += 1

elif trimen < 0 and Ttype[-1] == 2:

jF[jr-1] = Ttime[-1] + Tremained[-1]

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

Ttype.append(3)

condition.append(0)

Tremained.append(-1)

T0 += -trimen

Tnew.append(-trimen)

Tl += -trimen

numj.append(jr)

i += 1

S\_con = 0

JF5 += 1

elif S\_con == 1 and trimen > 0:

jN[j] = j + 1

jP[j] = Ttime[-1] + Tt

jS[j] = 0

jF[j] = Ttime[-1] + Tt

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

Ttype.append(2)

condition.append(1)

Tremained.append(trimen)

Tnew.append(Tt)

j += 1

numj.append(j)

trimen -= Tt

J5 += 1

JL5 += 1

elif trimen < 0:

jF[jr-1] = Ttime[-1] + Tremained[-1]

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

Ttype.append(3)

condition.append(0)

Tremained.append(-1)

T0 += -trimen

Tnew.append(-trimen)

numj.append(jr)

i += 1

S\_con = 0

Tl += -trimen

JF5 += 1

R0 = condition.count(0)

R1 = condition.count(1)

v0 = R0 / 100

v1 = R1 / 100

T0 = Ttime[-1] - T1

delta0 = T0 / Ttime[-1]

delta1 = T1 / Ttime[-1]

Dl = JL5/J5

Tl = Tl/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(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(jS, 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(R0, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(R1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(v0, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(v1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(T0, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(T1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(delta0, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write(str(np.around(delta1, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

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(JL5, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

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

f.write('\n')

f.write('\n')

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

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

Ttime = []

Ttype = []

condition = []

Tremained = []

Tnew = []

numj = []

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)

R = np.zeros(100)

V = np.zeros(100)

T0 = Tt

T1 = 0

arrive\_time = expon.rvs(scale=1 / lambd, size=100)

arrive\_time = [0.40117091, 1.0135882, 3.16533116, 0.03230948, 1.26603334, 0.80838107, 0.01125001, 0.69512731, 0.68403592, 0.90059743, 1.65994806, 1.24489832, 0.17155369, 0.28960933, 1.70368105, 1.04902514, 1.56596271, 0.18996548, 1.41560046, 1.01285334, 0.07614671, 2.87264663, 0.3635338, 0.9268059, 0.30303236, 0.0857338, 0.06229516, 0.7802278, 1.52775425, 0.12170897, 0.60564453, 0.55114783, 1.64119539, 0.6147427, 0.08273187, 0.37517914, 0.00815103, 3.16347353, 1.23067033, 0.24756659, 0.17842878, 0.43756393, 0.72285051, 1.18334614, 1.02804347, 1.86880286, 0.68978814, 0.88748695, 0.10272516, 0.74443909, 0.7709879, 1.05304843, 0.74895205, 0.88201039, 1.55375056, 0.02729069, 0.89429496, 0.65826222, 0.25342226, 0.25016314, 1.14511598, 1.14859708, 0.94699604, 0.63564956, 0.44301601, 0.18424226, 0.48948496, 0.21349709, 1.06094758, 0.14500643, 0.99892129, 3.42469012, 0.85917016, 2.33556292, 0.72154634, 0.18810993, 0.36188151, 0.13434438, 1.99659399, 1.41253129, 1.26997202, 0.28451984, 0.93023139, 0.62328968, 0.89739204, 1.07336679, 0.03165158, 1.46436741, 0.48715263, 1.61223369, 0.2703513, 0.34097123, 0.38275818, 1.89983983, 2.47692569, 0.60724232, 0.83825833, 1.27701367, 0.37523242, 0.11070942]

print(arrive\_time)

i = 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]

Ttype.append(1)

condition.append(1)

# T1 += service\_time[i]

Tremained.append(Ts)

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

numj.append(it + 1)

trimen = arrive\_time[it + 1] - Ts

S\_con = 1

R[S\_con] += 1

#V[S\_con] += min(Ts,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]

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(Ts)

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

numj.append(it + 1)

trimen = arrive\_time[it + 1] - Ts

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

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

it += 1

i += 1

J5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen > 0:

jS[it] = Ttime[-1] + Tnew[-1] - Ts

jD[it] = Ts

jF[it] = Ttime[-1] + Tremained[-1]

#V[S\_con] += Tremained[-1]

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

Ttype.append(2)

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

condition.append(S\_con - 1)

if S\_con - 1 == 0:

Tremained.append(-1)

Tnew.append(trimen)

#V[S\_con-1] += trimen

Tl += trimen

else:

#V[S\_con-1] += Tremained[-1]

Tremained.append(Ts)

Tnew.append(0)

#V[S\_con-1] += min(Ts, trimen)

# T0 += -trimen

trimen = arrive\_time[i + 1] - Ts

numj.append(it)

if S\_con - 1 != 0:

it += 1

S\_con -= 1

R[S\_con] += 1

JF5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen < 0:

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + arrive\_time[i]

jQ[i] = S\_con

jQt[i] = Ts \* (S\_con) + trimen

V[S\_con] += arrive\_time[i]

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

Ttype.append(1)

condition.append(S\_con + 1)

Tremained.append(-trimen)

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

i += 1

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

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

numj.append(i)

trimen += arrive\_time[i]

J5 += 1

Z5 += S\_con

Rot = R/100

Vot = V/Ttime[-1]

print(sum(V))

print(Ttime[-1])

Z5 = Z5/100

Tq5 = sum(jQt)/JF5

Tm5 = sum(jF-jP)/JF5

Tl = Tl/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(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(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(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(str(np.around(Tl, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

print(sum(V))

Ttime = []

Ttype = []

condition = []

Tremained = []

Tnew = []

numj = []

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)

R = np.zeros(100)

V = np.zeros(100)

T0 = Tt

T1 = 0

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

arrive\_time = [2.20718492, 0.26529921, 0.10325718, 0.12288507, 2.39239022, 0.22729359, 0.71908768, 0.19363402, 1.31226468, 0.59389162, 0.24181767, 0.02464913, 0.45277553, 0.60847666, 0.02775334, 1.13163481, 1.5844468, 3.03362209, 0.43993822, 0.23238649, 0.43077442, 0.4603215, 0.08828852, 0.16520653, 0.31596391, 1.37001638, 0.56499403, 0.43320493, 0.38779847, 0.41418553, 3.09062796, 1.00399573, 1.16567395, 1.6422182, 1.05017879, 0.17518421, 2.14681417, 0.23755632, 2.56018167, 0.15162922, 0.3140315, 0.19054134, 0.11435043, 0.53299786, 2.18066243, 0.80918078, 0.60017746, 1.70391298, 4.07399, 3.30689993, 1.02838463, 0.31783687, 1.03291466, 0.11887342, 0.14481511, 0.07579462, 0.63721745, 1.95042728, 0.15373085, 2.49893149, 1.51821568, 2.30314229, 0.31068136, 1.45814779, 0.80388062, 0.60584391, 0.89974687, 0.06774533, 0.5994367, 0.15957083, 0.82415271, 0.35558941, 0.54138821, 3.28102585, 0.23260546, 2.12848419, 0.99654792, 0.33818901, 0.11495295, 0.04273647, 0.03962951, 0.17755221, 0.61092236, 2.19789821, 1.02850586, 0.44404132, 0.80435907, 1.84632329, 2.56700775, 2.23089819, 0.2723861, 0.97549922, 0.34930668, 0.18054849, 0.69297077, 0.79819385, 4.04333174, 0.3659875, 0.91265219, 2.01531124, 0.05463354, 0.45549287, 1.52315717, 1.2002214, 0.7876374,]

print(arrive\_time)

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

service\_time = [2.93613062e+00, 1.56938416e+00, 1.52941779e+00, 8.39128275e-02, 5.91677518e-01, 3.55420398e-02, 1.44913065e+00, 5.53054285e-01, 3.01199278e+00, 2.35089535e+00, 3.84852334e-01, 5.04537144e-01, 9.46109388e-01, 1.26553492e+00, 4.93639929e-01, 3.90237738e-01, 3.37337979e+00, 3.11337732e+00, 8.85186315e-01, 5.87309448e-02, 4.12249674e-01, 2.21708319e-01, 1.12858638e+00, 9.02687314e-02, 1.44916871e-01, 5.65828381e-02, 7.11930058e-01, 9.04080382e-01, 4.02732241e+00, 4.37148373e-01, 1.60947711e-01, 2.61202992e-01, 3.03890393e-02, 5.64698266e-01, 1.00128821e+00, 2.72552891e-01, 1.28101678e+00, 1.77751875e-01, 7.50633058e-02, 1.15748907e-01, 1.57348018e+00, 3.44341645e-01, 8.37761906e-01, 2.35317669e-01, 1.32429834e-01, 3.51273978e-01, 9.83436506e-01, 2.87693584e-01, 1.69060553e+00, 2.12867780e+00, 1.74323242e+00, 9.39580009e-01, 2.01175799e-01, 5.71501694e-02, 4.47566636e-01, 2.21465944e+00, 1.25437703e+00, 2.82898191e-01, 1.55794780e+00, 5.25302804e-01, 1.49683128e+00, 8.78322611e-01, 6.94661885e-02, 1.30313830e-01, 3.02726805e-01, 3.19998528e+00, 4.81134657e-01, 7.21457649e-01, 4.93482834e-02, 4.36012464e-01, 6.39453990e-01, 8.99441309e-02, 2.45257555e+00, 1.70642016e+00, 6.14330704e-01, 9.13332468e-01, 2.26219077e-01, 1.93888673e-01, 1.30890614e+00, 1.38956501e-03, 5.43608367e-01, 6.39416687e-02, 9.02842252e-01, 2.11538645e+00, 3.80504429e-02, 2.69041841e-01, 1.20720293e+00, 5.36911339e-01, 1.17333053e+00, 1.34255053e-01, 8.01150684e-01, 8.24543871e-01, 8.39682266e-01, 1.32277362e+00, 1.95569786e-01, 1.08849715e-01, 2.01899368e-01, 1.73524631e+00, 3.05655782e-01, 2.76517344e-01, 5.15472337e-01, 9.14255974e-01, 1.54729761e+00, 2.49196005e-01, 1.50307918e+00,]

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]

Ttype.append(1)

condition.append(1)

# T1 += service\_time[i]

Tremained.append(service\_time[j])

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

numj.append(it + 1)

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

S\_con = 1

R[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]

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[it + 1])

numj.append(it + 1)

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

S\_con += 1

R[S\_con] += 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[it] = Ttime[-1] + Tnew[-1] - service\_time[j]

jD[it] = service\_time[j]

jF[it] = Ttime[-1] + Tremained[-1]

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

Ttype.append(2)

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

condition.append(S\_con - 1)

j += 1

if S\_con - 1 == 0:

Tremained.append(-1)

Tnew.append(trimen)

#V[S\_con-1] += trimen

Tl += trimen

else:

#V[S\_con - 1] += Tremained[-1]

Tremained.append(service\_time[j])

Tnew.append(0)

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

# T0 += -trimen

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

numj.append(it)

if S\_con - 1 != 0:

it += 1

S\_con -= 1

R[S\_con] += 1

JF5 += 1

Z5 += S\_con

elif trimen < 0:

V[S\_con] += arrive\_time[i]

jN[i] = i + 1

jP[i] = Ttime[-1] + arrive\_time[i]

jQ[i] = S\_con

for k in range(S\_con):

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

jQt[i] += trimen

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

Ttype.append(1)

condition.append(S\_con + 1)

Tremained.append(-trimen)

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

i += 1

S\_con += 1

R[S\_con] += 1

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

numj.append(i)

trimen += arrive\_time[i]

J5 += 1

Z5 += S\_con

Rot = R/100

print(sum(V))

print(Ttime[-1])

Vot = V/Ttime[-1]

Z5 = Z5/100

Tq5 = sum(jQt)/JF5

Tm5 = sum(jF-jP)/JF5

Tl = Tl/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(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(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(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(str(np.around(Tl, 5)))

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

f.write('\n')

print(sum(V))