**Лабораторная работа № 4**

**(Q – схемы)**

1. **Тема: Одноканальные СМО**

**Задание 1.1 СМО с отказами**

Одноканальная СМО с отказами представляет собой одну телефонную линию. Заявка (вызов), пришедшая в момент, когда линия занята, получает отказ. Все потоки событий простейшие. Интенсивность потока вызовов составляет λ (вызовов в минуту). Средняя продолжительность разговора составляет (минут).

*Найти:*

* интенсивность нагрузки;
* время обслуживания;
* вероятность того, что канал свободен (доля времени простоя канала);
* долю заявок, получивших отказ;
* относительную пропускную способность;
* абсолютную пропускную способность;
* среднее число заявок в очереди (средняя длина очереди);
* среднее время простоя СМО (среднее время ожидания обслуживания заявки в очереди);
* среднее число обслуживаемых заявок;
* среднее число заявок в системе;
* среднее время пребывания заявки в СМО.

Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ***λ*** | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 | 1,0 | 1,05 |
|  | 0,80 | 0,79 | 0,78 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | 0,74 | 0,73 | 0,72 | 0,71 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***λ*** | 1,1 | 1,15 | 1,2 | 1,25 | 1,3 | 1,35 | 1,4 | 1,45 | 1,5 | 1,55 |
|  | 0,70 | 0,69 | 0,68 | 0,67 | 0,66 | 0,65 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| ***λ*** | 1,6 | 1,65 | 1,7 | 1,75 | 1,8 | 1,85 | 1,9 | 1,95 | 2 | 2,05 |
|  | 0,5 | 0,49 | 0,48 | 0,47 | 0,46 | 0,45 | 0,44 | 0,43 | 0,42 | 0,41 |

**Задание 1.2 СМО с ограниченной длиной очереди**

В магазине самообслуживания установлено, что поток покупателей является простейшим с интенсивностью λ = 2 покупателя в минуту. В этом магазине установлен один кассовый аппарат, позволяющий добиться такой производительности труда, при которой интенсивность потока обслуживания составляет величину μ =2 покупателя в минуту. Определим характеристики СМО при условии, что очередь ограничена контролером при входе в зал самообслуживания: m = 5 покупателям.

Таблица 1.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ***λ*** | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 | 1,0 | 1,5 |
| *μ* | 0,8 | 0,82 | 0,84 | 0,86 | 1,0 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 2,2 |
| ***m*** | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***λ*** | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 |
| *μ* | 2,4 | 3,0 | 3,4 | 4,0 | 4,6 | 5,0 | 6,0 | 6,2 | 7,0 | 7,2 |
| ***m*** | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| ***λ*** | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 | 10,5 | 11,0 | 11,5 |
| *μ* | 8,0 | 8,2 | 9,0 | 9,2 | 10,0 | 10,2 | 11,0 | 11,2 | 12,0 | 12,2 |
| ***m*** | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 2 | 3 |

**Задание 1.3. СМО с неограниченной очередью**

В магазине самообслуживания установлено, что входной поток покупателей является простейшим с интенсивностью λ покупателя в минуту. Интенсивность потока обслуживания μ или среднее время *t* обслуживания заданы в табл.1.3. Найдите показатели эффективности рассматриваемой СМО

Таблица 1.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ***λ*** | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,85 | 0,9 | 0,95 | 1,0 | 1,05 |
| *μ* | 0,9 |  | 1,5 |  | 1,8 |  | 2,0 |  | 2,2 |  |
| *t* |  | 0,79 |  | 0,77 |  | 0,75 |  | 0,73 |  | 0,71 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***λ*** | 1,1 | 1,15 | 1,2 | 1,25 | 1,3 | 1,35 | 1,4 | 1,45 | 1,5 | 1,55 |
| *μ* | 2,6 |  | 2,7 |  | 2,8 |  | 2,9 |  | 3,0 |  |
| *t* |  | 0,69 |  | 0,67 |  | 0,65 |  | 0,63 |  | 0,61 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| ***λ*** | 1,6 | 1,65 | 1,7 | 1,75 | 1,8 | 1,85 | 1,9 | 1,95 | 2 | 2,05 |
| *μ* | 2,8 |  | 2,9 |  | 3,0 |  | 3,2 |  | 3,4 |  |
| *t* |  | 0,49 |  | 0,47 |  | 0,45 |  | 0,43 |  | 0,41 |

1. **Тема: Многоканальные СМО**

**Задание 2.1. СМО с отказами в обслуживании**

Рассматривается круглосуточная работа пункта проведения профилактического осмотра автомашин с каналами (таб.2.1). На осмотр и выявления дефектов каждой машины затрачивается в среднем *t* мин. На осмотр поступает в среднем *n* машин в сутки. Потоки заявок и обслуживаний простейшие. Если машина, прибывшая в пункт осмотра, не застает ни одного канала свободным, она уезжает. Найдите показатели эффективности рассматриваемой СМО.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| ***t*** | 40 | 11 | 12 | 16 | 15 | 12 | 30 | 19 | 14 | 25 |
| ***n*** | 52 | 44 | 26 | 22 | 28 | 24 | 30 | 25 | 28 | 26 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|  | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| ***t*** | 42 | 12 | 14 | 18 | 15 | 12 | 30 | 20 | 14 | 28 |
| ***n*** | 52 | 44 | 26 | 22 | 28 | 24 | 30 | 25 | 28 | 26 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|  | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 |
| ***t*** | 41 | 13 | 14 | 18 | 16 | 13 | 32 | 18 | 14 | 25 |
| ***n*** | 52 | 44 | 26 | 22 | 28 | 24 | 30 | 25 | 28 | 26 |

**Задание 2.2. СМО с ограниченной длиной очереди**

Междугородный переговорный пункт имеет телефонных аппарата (таб.1.2). В среднем за сутки поступает на переговоры. Средняя длительность переговоров составляет (мин). Длина очереди не должна превышать ***m*** (абонентов). Потоки заявок и обслуживаний простейшие. Определить характеристики обслуживания переговорного пункта в стационарном режиме (вероятность простоя каналов, вероятность отказа, вероятность обслуживания, среднее число занятых каналов, среднее число заявок в очереди, среднее число заявок в системе, абсолютную пропускную способность, относительную пропускную способность, среднее время заявки в очереди, среднее время заявки в системе, среднее время заявки под обслуживанием).

Таблица 2.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  | 4 | 3 | 2 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 2 |
|  | 320 | 300 | 315 | 325 | 330 | 305 | 310 | 320 | 335 | 300 |
|  | 5 | 4 | 6 | 5 | 7 | 4 | 4 | 5 | 4 | 7 |
| ***m*** | 6 | 5 | 4 | 7 | 8 | 6 | 5 | 4 | 7 | 6 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|  | 2 | 4 | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 2 | 4 | 3 |
|  | 330 | 305 | 310 | 320 | 335 | 300 | 300 | 315 | 325 | 320 |
|  | 4 | 4 | 5 | 4 | 7 | 5 | 4 | 6 | 5 | 7 |
|  | 6 | 5 | 4 | 7 | 8 | 6 | 5 | 4 | 7 | 6 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
|  | 5 | 4 | 3 | 5 | 4 | 2 | 4 | 3 | 2 | 4 |
|  | 300 | 300 | 315 | 325 | 320 | 315 | 325 | 330 | 320 | 305 |
|  | 4 | 7 | 7 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 6 | 5 |
|  | 6 | 5 | 4 | 7 | 8 | 6 | 5 | 4 | 7 | 6 |

**Задание 2.3 СМО с неограниченной очередью**

Сберкасса имеет *n* контроллеров-кассиров для обслуживания вкладчиков. Поток вкладчиков поступает в сберкассу с интенсивностью чел./ч (табл.2.3). Средняя продолжительность обслуживания контроллером кассиром одного вкладчика (мин). Определить характеристики сберкассы как объекта СМО.

Таблица 2.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| ***n*** | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| ***λ*** | 30 | 15 | 18 | 19 | 10 | 22 | 14 | 12 | 13 | 25 |
|  | 3 | 5 | 6 | 4 | 3 | 12 | 7 | 5 | 3 | 4 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ***n*** | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 |
| ***λ*** | 19 | 10 | 22 | 14 | 12 | 13 | 25 | 30 | 15 | 18 |
|  | 4 | 6 | 4 | 3 | 12 | 3 | 6 | 4 | 5 | 8 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| ***n*** | 4 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| ***λ*** | 12 | 13 | 25 | 30 | 15 | 18 | 19 | 10 | 22 | 14 |
|  | 7 | 5 | 3 | 4 | 6 | 4 | 3 | 12 | 3 | 6 |