**Задание 1**

**Системы массового обслуживания: одноканальные системы**

Станок используется для обработки некоторых деталей. Интервалы между деталями, поступающими на обработку, составляют X минут. Время обработки детали на станке – Y минут. Затраты, связанные с работой станка, составляют A денежных единиц ***в час***, когда станок работает (т.е. обрабатывает детали), и B денежных единиц в час – когда станок простаивает. Прочие затраты на обработку одной детали составляет C денежных единиц. Детали продаются по цене D денежных единиц.

Вычислить характеристики станка, а также прибыль от его работы за 8 часов.

| **Вариант** | **X** | **Y** | **A** | **B** | **C** | **D** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Экспоненциальная величина со средним значением 10 минут | 5…8 минут | 20 | 5 | 2 | 12 |
| 2 | Гауссовская величина со средним значением 7 минут, стандартным отклонением 0.5 минут | Экспоненциальная величина со средним значением 5 минут | 18 | 5 | 3 | 15 |
| 3 | 10…15 минут | Экспоненциальная величина со средним значением 12 минут | 30 | 6 | 4 | 15 |
| 4 | Экспоненциальная величина со средним значением 10 минут | Гауссовская величина со средним значением 6 минут, стандартным отклонением 0.4 минут | 18 | 5 | 3 | 15 |
| 5 | Экспоненциальная величина со средним значением 10 минут | Гауссовская величина со средним значением 7 минут, стандартным отклонением 0.5 минут | 18 | 4 | 2 | 12 |
| 6 | 10…15 минут | Экспоненциальная величина со средним значением 12 минут | 18 | 5 | 3 | 15 |
| 7 | Экспоненциальная величина со средним значением 10 минут | 5…8 минут | 20 | 5 | 2 | 12 |
| 8 | Гауссовская величина со средним значением 7 минут, стандартным отклонением 0.5 минут | Экспоненциальная величина со средним значением 5 минут | 18 | 5 | 3 | 15 |
| 9 | 10…15 минут | Экспоненциальная величина со средним значением 12 минут | 30 | 6 | 4 | 15 |
| 10 | Экспоненциальная величина со средним значением 10 минут | Гауссовская величина со средним значением 6 минут, стандартным отклонением 0.4 минут | 18 | 5 | 3 | 15 |

Предполагая, что интервалы между деталями и времена обработки – экспоненциальные случайные величины, найти следующие вероятности:

- вероятность наличия в системе ровно двух деталей;

- вероятность того, что количество деталей, ожидающих обработки, составит более трех;

- вероятность того, что количество деталей, ожидающих обработки, составит не более четырех;

- вероятность того, что в системе не будет ни одной детали, ожидающей обработки.

**Задание 2**

**Системы массового обслуживания: многоканальные системы без ограничений на очередь**

Два станка используются для обработки некоторых деталей. Интервалы между деталями, поступающими на обработку, составляют Y минут. Время обработки детали на станке –  минут. Затраты, связанные с работой станка, составляют A денежных единиц ***в час***, когда станок работает (т.е. обрабатывает детали), и B денежных единиц в час – когда станок простаивает. Прочие затраты на обработку одной детали составляет C денежных единиц. Детали продаются по цене D денежных единиц.

| **Вариант** | ***Y*** |  | **A** | **B** | **C** | **D** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 10 | 8 | 20 | 5 | 2 | 12 |
| 2 | 7 | 5 | 18 | 5 | 3 | 15 |
| 3 | 8 | 12 | 30 | 6 | 4 | 15 |
| 4 | 10 | 6 | 18 | 5 | 3 | 15 |
| 5 | 10 | 7 | 18 | 4 | 2 | 12 |
| 6 | 15 | 8 | 18 | 5 | 3 | 15 |
| 7 | 8 | 12 | 20 | 5 | 2 | 12 |
| 8 | 10 | 7 | 18 | 5 | 3 | 15 |
| 9 | 6 | 5 | 30 | 6 | 4 | 15 |
| 10 | 10 | 8 | 18 | 5 | 3 | 15 |

а) Вычислить характеристики системы.

б) Вычислить следующие вероятности состояний:

* вероятность наличия в системе ровно двух деталей;
* вероятность наличия в системе ровно пяти деталей;
* вероятность того, что поступившая деталь будет сразу же (без ожидания в очереди) принята на обработку;
* вероятность наличия в системе не более трех деталей;
* вероятность наличия в системе более чем трех деталей, ожидающих обработки.

в) Найти:

* достаточно ли одного станка для обработки деталей;
* сможет ли система с двумя станками обслуживать детали, если в нее будет поступать дополнительный поток деталей со средним интервалом между деталями 7 минут.

г) Вычислить прибыль за 8 часов работы.

**Задание 3**

**Системы массового обслуживания:   
системы с приоритетами**

Задание выполняется согласно пункту 10.12.

В некоторой система массового обслуживания обрабатываются заявки двух типов (*A* и *B*). Интервалы между моментами поступления заявок – экспоненциальные случайные величины со средним значением *Y* минут. Время обработки заявок – *X* минут.

Примечание – Для поиска необходимых параметров распределений (например, дисперсии) воспользоваться Интернетом.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | *A* | | *B* | |
| *Y* | *X* | *Y* | *X* |
| 1 | 15 | 2 ± 1 минуты | 10 | Гауссовская случайная величина, среднее –5 минут, σ = 0,5 минуты |
| 2 | 10 | 2 ± 1 минуты | 20 | Экспоненциальная случайная величина, среднее – 3 минуты |
| 3 | 15 | Экспоненциальная случайная величина, среднее – 3 минуты | 10 | 4 ± 1 минуты |
| 4 | 12 | 4 ± 1 минуты | 15 | Гауссовская случайная величина, среднее –5 минут, σ = 1 минута |
| 5 | 15 | Экспоненциальная случайная величина, среднее – 3 минуты | 12 | 4 ± 1 минуты |
| 6 | 10 | 3 ± 1 минуты | 20 | Экспоненциальная случайная величина, среднее – 4 минуты |
| 7 | 15 | Гауссовская случайная величина, среднее –4 минуты, σ = 0,5 минуты | 20 | 5 ± 1 минуты |
| 8 | 10 | Экспоненциальная случайная величина, среднее – 3 минуты | 15 | Гауссовская случайная величина, среднее – 5 минут, σ = 0,5 минуты |
| 9 | 12 | 2 ± 1 минуты | 15 | Экспоненциальная случайная величина, среднее – 3 минуты |
| 10 | 20 | Экспоненциальная случайная величина, среднее – 4 минуты | 15 | Гауссовская случайная величина, среднее –5 минут, σ = 0,5 минуты |

Вычислить характеристики системы для **трех** дисциплин обслуживания: а) без приоритетов; б) с относительными приоритетами; в) с абсолютными приоритетами. Для дисциплин обслуживания **с приоритетами** более высокий приоритет имеют заявки с меньшим ожидаемым временем обслуживания (т.е. с меньшим значением *X*).

Расчет для обслуживания **без приоритетов** выполнить согласно пункту 10.11 (СМО с заявками с разным временем обслуживания).

Проанализировать полученные характеристики и выбрать дисциплину обслуживания, обеспечивающую кратчайшее среднее время пребывания заявки в СМО.