Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Факультет информационных технологий и управления

Кафедра информационных технологий автоматизированных систем

Лабораторная работа №7

по теме

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Выполнил Кульбеда Е. А.  
 Шумигай В. В.

Группа 020601

Проверил Протченко Е. В.

# Входные данные

На участке выпускаются детали двух видов. Интервалы времени между моментами поступления заготовок для выпуска деталей составляют от 4 до 6 минут. Все заготовки обрабатываются на станке A; время обработки на станке представляет собой гауссовскую случайную величину со средним значением 3 мин и стандартным отклонением 0,5 мин.

15% деталей, выпущенных на станке A, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка A поступают на два одинаковых станка (B1 и B2); время обработки одной детали на этих станках распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 20 минут. Перед станками B1 и B2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок C, на котором обработка занимает в среднем 8 минут (экспоненциальная случайная величина).

Затраты (в денежных единицах), связанные с работой и простоями каждого станка (в минуту), приведены в таблице.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C |
| Работа  Простой | 0,4  0,1 | 0,5  0,2 | 0,8  0,1 |

Прочие расходы, связанные с выпуском деталей типа 1 и 2, составляют 5 и 15 д.е. соответственно. Детали типа 1 про­даются по цене 10 д.е., типа 2 - 50 д.е.

1. Найти характеристики работы станка A (8.4, 8.7).
2. Найти характеристики работы группы станков B1-B2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.
3. Рассчитать характеристики работы станка C (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок C считать пуассоновскими.
4. Найти прибыль от работы участка за 8 часов (8.6, 8.7, 8.9).
5. Найти вероятность того, что деталь, поступившая на станки B1-B2, сразу же начнет обрабатываться (не будет ждать в очереди) (8.5, 8.9, пример из 8.8).
6. Найти характеристики работы всех станков и прибыль от работы участка (за 8 часов) при следующих изменениях: заготовки поступают на обработку чаще (с интервалом от 3 до 5 мин), а станок A заменен на новый (A1); время обработки одной детали на станке A1 - гауссовская случайная величина со средним значением 2,5 мин и стандартным отклонением 0,5 мин. Для нового станка A1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,6 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

# Характеристики работы станка A

Интервалы времени между моментами поступления заявок (деталей) представляют собой случайные величины, распределенные по равномерному закону. Время обработки детали – гауссовская случайная величина. Имеется один канал обслуживания. Поэтому станок можно представить как СМО типа G/G/1. Интервал между деталями составляет в среднем 5 мин, поэтому λ=1/5 = 0,2 детали/мин. Обработка одной детали занимает в среднем 3 мин, поэтому мин, μ=0,334 детали/мин. Число каналов m=1.

Нагрузка на СМО:

Вероятность простоя:

Коэффициент вариации между моментами поступления деталей:

Коэффициент вариации для времени обработки деталей:

Средняя длина очереди: детали.

Станок обрабатывает все поступающие детали, поэтому , а

Коэффициент загрузки:

Среднее число заявок на обслуживании: детали

Среднее число заявок в СМО: детали

Пропускная способность СМО: деталь/мин

Среднее время пребывания заявки в очереди: мин

Среднее время пребывания заявки в СМО: мин

# Характеристики группы станков B1-B2

Поток деталей со станка А по условию – пуассоновский. Время обработки деталей на станках B1-B2 представляет собой экспоненциальную случайную величину. Тогда эту группу можно рассматривать как двухканальную марковскую СМО (*М/М/2*) с ограничением на длину очереди в 5 деталей. (т. к. только 85% поступают на станки B1-B2). мин, детали/мин, .

Нагрузка на СМО:

Вероятность простоя:

Вероятность отказа:

Вероятность обслуживания:

Средняя длинна очереди:

Коэффициент загрузки:

Среднее число заявок на обслуживании: детали

Среднее число заявок в СМО: детали

Пропускная способность СМО: деталь/мин

Среднее время пребывания заявки в очереди: мин

Среднее время пребывания заявки в СМО: мин

# Характеристики работы станка С

На этот станок попадают детали, не попавшие на станки B1-B2 из-за переполненного накопителя (т. е. детали, получившие отказ в обслуживании). Поэтому интенсивность входного потока детали/мин

Поток деталей по условию – пуассоновский. Время обработки деталей на станке С представляет собой экспоненциальную случайную величину. Тогда станок можно рассматривать как одноканальную марковскую СМО (*М/М/1*) без ограничения очереди. мин, деталь/мин.

Нагрузка на СМО:

Вероятность простоя:

Коэффициент вариации между моментами поступления деталей:

Коэффициент вариации для времени обработки деталей:

Средняя длина очереди: детали.

Станок обрабатывает все поступающие детали, поэтому , а

Коэффициент загрузки:

Среднее число заявок на обслуживании: детали

Среднее число заявок в СМО: детали

Пропускная способность СМО: деталь/мин

Среднее время пребывания заявки в очереди: мин

Среднее время пребывания заявки в СМО: мин

# Прибыль от работы участка за 8 часов

Прибыль от продажи деталей за смену (480 мин):

Затраты на изготовление деталей за смену:

Затраты на эксплуатацию станков:

Следовательно прибыль от работы участка:

# Вероятность того, что деталь, поступившая на станки B1-B2, сразу же начнет обрабатываться

С вероятностью в 2,2% деталь, поступившая на станки B1-B2, сразу же начнет обрабатываться.

# Найти характеристики работы при изменениях

Найти характеристики работы всех станков и прибыль от работы участка (за 8 часов) при следующих изменениях: заготовки поступают на обработку чаще (с интервалом от 3 до 5 мин), а станок A заменен на новый (A1); время обработки одной детали на станке A1 - гауссовская случайная величина со средним значением 2,5 мин и стандартным отклонением 0,5 мин. Для нового станка A1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,6 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

## Характеристики станка А1

Интервал между деталями составляет в среднем 4 минуты, λ = ¼ = 0,25 детали/мин. Обработка одной детали занимает в среднем 2,5 мин, = 2,5 мин, μ = 0,4 детали/мин. Число каналов m = 1.

Нагрузка на СМО:

Вероятность простоя:

Коэффициент вариации для интервалов между моментами поступления деталей:

Коэффициент вариации для времени обработки деталей:

Тогда средняя длина очереди: детали

Станок обрабатывает все поступающие детали. Поэтому ;

Коэффициент загрузки:

Среднее число заявок на обслуживании: детали

Среднее число заявок в СМО: детали

Пропускная способность СМО: детали/мин

Среднее время пребывания заявки в очереди: мин

Среднее время пребывания заявки в СМО: мин

## Характеристики группы станков B1-B2

детали/мин (т.к. только 85% поступают на станки B1-B2). мин, детали/мин, , n = 5.

Нагрузка на СМО:

Вероятность простоя:

Вероятность отказа:

Вероятность обслуживания:

Средняя длинна очереди:

Коэффициент загрузки:

Среднее число заявок на обслуживании:

Среднее число заявок в СМО:

Пропускная способность СМО:

Среднее время пребывания заявки в очереди:

Среднее время пребывания заявки в СМО:

## Характеристики работы станка C

детали/мин, мин, деталей/мин.

Нагрузка на СМО:

Вероятность простоя:

Коэффициент вариации для интервалов между моментами поступления деталей:

Коэффициент вариации для времени обработки деталей:

Тогда средняя длина очереди: детали

Станок без ограничений на очередь, поэтому ;

Коэффициент загрузки:

Среднее число заявок на обслуживании: детали

Среднее число заявок в СМО: детали

Пропускная способность СМО: детали/мин

Среднее время пребывания заявки в очереди: мин

Среднее время пребывания заявки в СМО: мин

## Прибыль от работы участка за 8 часов

Прибыль от продажи деталей за смену (480 мин):

Затраты на изготовление деталей за смену:

Затраты на эксплуатацию станков:

Следовательно прибыль от работы участка:

После внесения изменений в СМО прибыль от работы участка уменьшилась на 1096 ден.ед., соответственно внесение подобных изменений нецелесообразно.