

## **Индивидуальная практическая работа №1**

### **Указания по выбору варианта**

Рабочей программой дисциплины «Системный анализ и исследование операций» часть 1 предусмотрено выполнение двух индивидуальных практических работ (ИПР). ИПР предусматривают выполнение индивидуальных заданий в соответствии с вариантом.

Отчёты по ИПР должны быть оформлены в соответствии с общеустановленными нормами и правилами, предъявляемыми к выполнению ИПР и лабораторных работ, т.е. должен быть оформлен в соответствии со стандартом предприятия БГУИР (bsuir.by → Образование → Информационная база УМУ → Нормативная база учебного отдела → Стандарт предприятия. Дипломный проект).

При написании отчета по работам, необходимо четко и в полном объеме описать производимые расчеты.

Выбор вариантов задания по ИПР осуществляется студентом самостоятельно на основании двух последних цифр номера зачетной книжки из данных таблицы 2.

## **Методические указания по выполнению ИПР**

### **АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

Методические указания по выполнению работы приведены в учебном пособии [“Оптимизация решений на основе методов и моделей математического программирования”](#) (2003 года издания, авторы Смородинский С.С., Батин Н.В.).

Изучить понятие системы массового обслуживания (8.1).

Решить задачи согласно варианту задания.

**Таблица 2**  
**Варианты заданий по ИПР №1**

последние цифры № зач.книжки	№ контр. задания
01	1
02	2
03	3
04	4
05	5
06	6
07	7
08	8
09	1
10	2
11	1
12	2
13	3
14	4
15	5
16	6
17	7
18	8
19	9
20	1
21	3
22	2
23	3
24	4
25	5
26	6
27	7
28	8
29	1
30	2

## ВАРИАНТ 1

На участке выпускаются детали двух видов. Заготовки для выпуска деталей поступают на участок через каждые  $6 \pm 2$  минуты. Все заготовки обрабатываются на станке А; время обработки детали на станке распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 5 минут.

10% деталей, выпущенных на станке А, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка А поступают на два одинаковых станка (В1 и В2); время обработки одной детали на этих станках распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 12 минут. Перед станками В1 и В2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок С, на котором обработка занимает ровно 7 минут.

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

	А	В	С
Работа	0,3	0,6	0,5
Простой	0,1	0,2	0,1

Прочие расходы, связанные с выпуском деталей типа 1 и 2, составляют 2 и 8 д.е. соответственно. Детали типа 1 продаются по цене 5 д.е., типа 2 - 22 д.е.

1. Найти характеристики работы станка А (8.4, 8.7).
2. Найти характеристики работы группы станков В1-В2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.
3. Рассчитать характеристики работы станка С (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок С 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 В1-В2, 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 (через каждые  $4 \pm 2$  минуты), а станок А заменен на новый (А1); среднее время обработки одной детали на станке А1 - 3 минуты (экспоненциальная случайная величина). Для нового станка А1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,4 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

## ВАРИАНТ 2

На участке выпускаются детали двух видов. Заготовки для выпуска деталей поступают на участок в среднем через каждые 6 минут (пуассоновский поток). Все заготовки обрабатываются на станке А; время обработки детали на станке составляет от 2 до 5 минут.

10% деталей, выпущенных на станке А, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка А поступают на два одинаковых станка (В1 и В2); время обработки одной детали на этих станках распределено по

экспоненциальному закону и составляет в среднем 12 минут. Перед станками В1 и В2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок С, на котором обработка занимает ровно 7 минут.

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

	А	В	С
Работа	0,3	0,6	0,5
Простой	0,1	0,2	0,1

Прочие расходы, связанные с выпуском деталей типа 1 и 2, составляют 2 и 8 д.е. соответственно. Детали типа 1 продаются по цене 5 д.е., типа 2 - 22 д.е.

1. Найти характеристики работы станка А (8.4, 8.7).

2. Найти характеристики работы группы станков В1-В2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.

3. Рассчитать характеристики работы станка С (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок С 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 В1-В2, 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 (через каждые 4 минуты), а станок А заменен на новый (А1); среднее время обработки одной детали на станке А1 - от 2 до 4 минут. Для нового станка А1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,4 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

### ВАРИАНТ 3

На участке выпускаются детали двух видов. Интервалы времени между моментами поступления заготовок для выпуска деталей составляют  $5 \pm 2$  минуты. Все заготовки обрабатываются на станке А; время обработки детали на станке примерно постоянное и составляет 4 минуты.

10% деталей, выпущенных на станке А, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка А поступают на два одинаковых станка (В1 и В2); время обработки одной детали на этих станках распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 15 минут. Перед станками В1 и В2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок С, на котором обработка занимает в среднем 10 минут (экспоненциальная случайная величина).

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

	А	В	С
Работа	0,2	0,5	0,7
Простой	0,1	0,1	0,1

Прочие расходы, связанные с выпуском деталей типа 1 и 2, составляют 3 и 10 д.е. соответственно. Детали типа 1 продаются по цене 8 д.е., типа 2 - 35 д.е.

1. Найти характеристики работы станка А (8.4, 8.7).

2. Найти характеристики работы группы станков В1-В2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.

3. Рассчитать характеристики работы станка С (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок С 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 В1-В2, 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 (через каждые  $4 \pm 1$  минуту), а станок А заменен на новый (А1); время обработки одной детали на станке А1 - ровно 3 минуты. Для нового станка А1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,4 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

#### ВАРИАНТ 4

На участке выпускаются детали двух видов. Интервалы времени между моментами поступления заготовок для выпуска деталей примерно постоянные и составляют 5 минут. Все заготовки обрабатываются на станке А; время обработки на станке составляет от 2 до 4 минут.

10% деталей, выпущенных на станке А, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка А поступают на два одинаковых станка (В1 и В2); время обработки одной детали на этих станках распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 15 минут. Перед станками В1 и В2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок С, на котором обработка занимает в среднем 10 минут (экспоненциальная случайная величина).

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

	А	В	С
Работа	0,2	0,5	0,7
Простой	0,1	0,1	0,1

Прочие расходы, связанные с выпуском деталей типа 1 и 2, составляют 3 и 10 д.е. соответственно. Детали типа 1 продаются по цене 8 д.е., типа 2 - 35 д.е.

1. Найти характеристики работы станка А (8.4, 8.7).

2. Найти характеристики работы группы станков В1-В2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.

3. Рассчитать характеристики работы станка С (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок С 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 В1-В2, 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 (через каждые 4 минуты), а станок А заменен на новый (А1); время обработки одной детали на станке А1 - от 1 до 3 минут. Для нового станка А1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,4 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

### ВАРИАНТ 5

На участке выпускаются детали двух видов. Интервалы времени между моментами поступления заготовок для выпуска деталей составляют в среднем 6 минут (пуассоновский поток). Все заготовки обрабатываются на станке А; время обработки детали на станке составляет  $5 \pm 2$  минуты.

15% деталей, выпущенных на станке А, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка А поступают на два одинаковых станка (В1 и В2); время обработки одной детали на этих станках распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 20 минут. Перед станками В1 и В2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок С, 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.

	А	В	С
Работа	0,4	0,5	0,8
Простой	0,1	0,2	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 А (8.4, 8.7).
2. Найти характеристики работы группы станков В1-В2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.
3. Рассчитать характеристики работы станка С (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок С 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 В1-В2, 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 (в среднем через каждые 4 минуты, поток заготовок - пуассоновский), а станок А заменен на новый (А1); время обработки одной детали на станке А1 -  $3 \pm 1$  минута. Для нового станка А1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,6 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

### ВАРИАНТ 6

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 А; 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 А, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка А поступают на два одинаковых станка (В1 и В2); время обработки одной детали на этих станках распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 20 минут. Перед станками В1 и В2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок С, 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.

	А	В	С
Работа	0,4	0,5	0,8
Простой	0,1	0,2	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 А (8.4, 8.7).
2. Найти характеристики работы группы станков В1-В2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.
3. Рассчитать характеристики работы станка С (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок С 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 В1-В2, 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 А заменен на новый (А1); время обработки одной детали на станке А1 - гауссовская случайная величина со средним значением 2,5 мин и стандартным отклонением 0,5 мин. Для нового станка А1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,6 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

## ВАРИАНТ 7

На участке выпускаются детали двух видов. Интервалы времени между моментами поступления заготовок для выпуска деталей примерно постоянные и составляют 5 минут. Все заготовки обрабатываются на станке А; время обработки на станке составляет  $4 \pm 2$  минуты.

10% деталей, выпущенных на станке А, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка А поступают на два одинаковых станка (В1 и В2); время обработки одной детали на этих станках распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 20 минут. Перед станками В1 и В2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его



заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок С, на котором обработка занимает в среднем 6 минут (экспоненциальная случайная величина).

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

	А	В	С
Работа	0,2	0,3	0,8
Простой	0,1	0,1	0,1

Прочие расходы, связанные с выпуском деталей, следующие: деталь типа 1 - 4 д.е., деталь типа 2 - 10 д.е. (включая расходы на выпуск детали типа 1). Детали типа 1 продаются по цене 8 д.е., типа 2 - 45 д.е.

1. Найти характеристики работы станка А (8.4, 8.7).

2. Найти характеристики работы группы станков В1-В2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.

3. Рассчитать характеристики работы станка С (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок С 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 В1-В2, 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 (в среднем через каждые 4 минуты) а станок А заменен на новый (А1); время обработки одной детали на станке А1 -  $3 \pm 1$  минута. Для нового станка А1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,4 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.

## ВАРИАНТ 8

На участке выпускаются детали двух видов. Интервалы времени между моментами поступления заготовок для выпуска деталей составляют от 4 до 7 минут. Все заготовки обрабатываются на станке А; время обработки детали на станке примерно постоянное и составляет 5 минут.

10% деталей, выпущенных на станке А, продаются как готовые изделия (детали типа 1). Остальные проходят дальнейшую обработку (из них выпускаются детали типа 2). Детали типа 1 со станка А поступают на два одинаковых станка (В1 и В2); время обработки одной детали на этих станках распределено по экспоненциальному закону и составляет в среднем 20 минут. Перед станками В1 и В2 установлен общий накопитель, вмещающий пять деталей; при его заполнении все поступающие детали типа 1 направляются на станок С, на котором обработка занимает в среднем 6 минут (экспоненциальная случайная величина).

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

	А	В	С
Работа	0,2	0,3	0,8
Простой	0,1	0,1	0,1

Прочие расходы, связанные с выпуском деталей, следующие: деталь типа 1 - 4 д.е., деталь типа 2 - 10 д.е. (включая расходы на выпуск детали типа 1). Детали типа 1 продаются по цене 8 д.е., типа 2 - 45 д.е.

1. Найти характеристики работы станка А (8.4, 8.7).

2. Найти характеристики работы группы станков В1-В2 (8.13, 8.4, 8.9). Поток деталей на эту группу станков считать пуассоновским.

3. Рассчитать характеристики работы станка С (8.13, 8.4, 8.7). Поток деталей на станок С 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 В1-В2, 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 6 минут), а станок А заменен на новый (А1); время обработки одной детали на станке А1 - 4 минуты. Для нового станка А1 затраты на одну минуту работы и простоя - 0,4 и 0,2 д.е. соответственно. Определить, являются ли предлагаемые изменения целесообразными.