Лабораторная работа 16

Задачи оптимизации. Модель двух стратегий обслуживания

Оразгелдиев Язгелди

Содержание

1 Цель работы **5**

2 Задание **6**

2.1 Постановка задачи 6

2.2 Построение модели 6

2.3 Оптимизация модели двух стратегий обслуживания 10

3 Выводы **18**

Список иллюстраций

2.1 Модель первой стратегии обслуживания 7
2.2 Отчёт по модели первой стратегии обслуживания 8
2.3 Модель второй стратегии обслуживания 9
2.4 Отчет по модели второй стратегии обслуживания 9
2.5 Модель двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом 11
2.6 Отчёт по модели двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом 11
2.7 Модель первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами . . 12
2.8 Отчёт по модели первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами 13
2.9 Модель первой стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами . . 14
2.10 Модель второй стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами . . 15
2.11 Отчёт по модели второй стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами 15
2.12 Модель второй стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами . . 16
2.13 Отчёт по модели второй стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами 16

Список таблиц

2.1 Сравнение стратегий {#tbl:strategy}: 10

1 Цель работы

Реализовать с помощью gpss модель двух стратегий обслуживания и оценить оптимальные параметры.

2 Задание

Реализовать с помощью gpss:

- модель с двумя очередями;
- модель с одной очередью;
- изменить модели, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов.

2.1 Постановка задачи

На пограничном контрольно-пропускном пункте транспорта имеются 2 пункта пропуска. Интервалы времени между поступлением автомобилей имеют экспоненциальное распределение со средним значением μ. Время прохождения автомобилями пограничного контроля имеет равномерное распределение на интервале $[a, b]$. Предлагается две стратегии обслуживания прибывающих автомобилей:

1) автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими пунктами пропуска;
2) автомобили образуют одну общую очередь и обслуживаются освободившимся пунктом пропуска. Исходные данные: μ = 1, 75 мин, a = 1 мин, b = 7 мин.

2.2 Построение модели

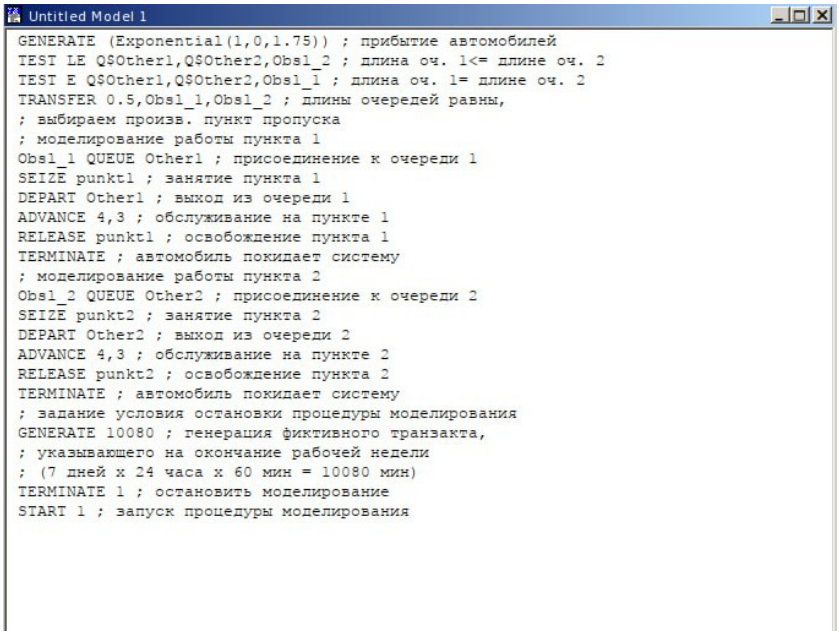
Целью моделирования является определение:

- характеристик качества обслуживания автомобилей, в частности, средних длин очередей; среднего времени обслуживания автомобиля; среднего времени пребывания автомобиля на пункте пропуска;
- наилучшей стратегии обслуживания автомобилей на пункте пограничного контроля;
- оптимального количества пропускных пунктов.

В качестве критериев, используемых для сравнения стратегий обслуживания автомобилей, выберем:

- коэффициенты загрузки системы;
- максимальные и средние длины очередей;
- средние значения времени ожидания обслуживания.

Для первой стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют две очереди и обслуживаются соответствующими пропускными пунктами, имеем следующую модель.



```
Untitled Model 1
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей
TEST LE Q$Other1,Q$Other2,Obs1_2 ; длина оч. 1<= длине оч. 2
TEST E Q$Other1,Q$Other2,Obs1_1 ; длина оч. 1= длине оч. 2
TRANSFER 0.5,Obs1_1,Obs1_2 ; длины очередей равны,
; выбираем произв. пункт пропуска
; моделирование работы пункта 1
Obs1_1 QUEUE Other1 ; присоединение к очереди 1
SEIZE punkt1 ; занятие пункта 1
DEPART Other1 ; выход из очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
RELEASE punkt1 ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему
; моделирование работы пункта 2
Obs1_2 QUEUE Other2 ; присоединение к очереди 2
SEIZE punkt2 ; занятие пункта 2
DEPART Other2 ; выход из очереди 2
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 2
RELEASE punkt2 ; освобождение пункта 2
TERMINATE ; автомобиль покидает систему
; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней x 24 часа x 60 мин = 10080 мин)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования
```

Рис. 2.1: Модель первой стратегии обслуживания

После запуска симуляции получим отчёт.

Untitled Model 1.1.1 - REPORT

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	10080.000	18	2	0

NAME	VALUE
OBSL_1	5.000
OBSL_2	11.000
OTHER1	10000.000
OTHER2	10001.000
PUNKT1	10003.000
PUNKT2	10002.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	5853	0	0
	2	TEST	5853	0	0
	3	TEST	4162	0	0
	4	TRANSFER	2431	0	0
OBSL_1	5	QUEUE	2928	387	0
	6	SEIZE	2541	0	0
	7	DEPART	2541	0	0
	8	ADVANCE	2541	1	0
	9	RELEASE	2540	0	0
	10	TERMINATE	2540	0	0
OBSL_2	11	QUEUE	2925	388	0
	12	SEIZE	2537	0	0
	13	DEPART	2537	0	0
	14	ADVANCE	2537	1	0
	15	RELEASE	2536	0	0
	16	TERMINATE	2536	0	0
	17	GENERATE	1	0	0
	18	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PUNKT2	2537	0.996	3.957	1	5078	0	0	0	388
PUNKT1	2541	0.997	3.955	1	5079	0	0	0	387

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
OTHER1	393	387	2928	12	187.098	644.107	646.758	0
OTHER2	393	388	2925	12	187.114	644.823	647.479	0

Рис. 2.2: Отчёт по модели первой стратегии обслуживания

Составим модель для второй стратегии обслуживания, когда прибывающие автомобили образуют одну очередь и обслуживаются освободившимся пропускным пунктом .

```
l16t2.gps
punkt STORAGE 2
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

QUEUE Other ; присоединение к очереди 1
ENTER punkt,1 ; занятие пункта 1
DEPART Other ; выход на очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
LEAVE punkt,1 ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней * 24 часа * 60 минут = 10080 минут суммарно)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования
```

Рис. 2.3: Модель второй стратегии обслуживания

```
GPSS World Simulation Report - l16t2.1.1

суббота, мая 24, 2025 15:37:33

START TIME          END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
     0.000         10080.000     9        0          1

   NAME                        VALUE
OTHER                        10001.000
PUNKT                        10000.000

LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                   1    GENERATE          5719             0       0
                   2    QUEUE             5719           668       0
                   3    ENTER             5051             0       0
                   4    DEPART            5051             0       0
                   5    ADVANCE           5051             2       0
                   6    LEAVE             5049             0       0
                   7    TERMINATE         5049             0       0
                   8    GENERATE             1             0       0
                   9    TERMINATE            1             0       0

QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 OTHER             668  668   5719      4   344.466    607.138    607.562   0

STORAGE            CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL. RETRY DELAY
 PUNKT               2    0   0     2     5051   1    2.000  1.000    0  668

FEC XN   PRI         BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER    VALUE
  5721    0       10080.466   5721      0      1
  5051    0       10081.269   5051      5      6
  5052    0       10083.431   5052      5      6
  5722    0       20160.000   5722      0      8
```

Рис. 2.4: Отчет по модели второй стратегии обслуживания

Составим таблицу по полученной статистике

Таблица 2.1: Сравнение стратегий {#tbl:strategy}:

Показатель	стратегия 1			стратегия 2
	пункт 1	пункт 2	в целом	
Поступило автомобилей	2928	2925	5853	5719
Обслужено автомобилей	2540	2536	5076	5049
Коэффициент загрузки	0,997	0,996	0,9965	1
Максимальная длина очереди	393	393	786	668
Средняя длина очереди	187,098	187,114	374,212	344,466
Среднее время ожидания	644,107	644,823	644,465	607,138

Сравнив результаты моделирования двух систем, можно сделать вывод о том, что первая модель позволяет обслужить большее число автомобилей. Однако мы видим, что разница между обслуженными и поступившими автомобилями меньше для второй модели – значит, продуктивность работы выше. Также для второй модели коэффициент загрузки равен 1 – значит ни один из пунктов не простаивает. Максимальная длина очереди, средняя длина очереди и среднее время ожидания меньше для второй стратегии. Можно сделать вывод, что вторая стратегия лучше.

2.3 Оптимизация модели двух стратегий обслуживания

Изменим модели, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов (от 1 до 4). Будем подбирать под следующие критерии:

- коэффициент загрузки пропускных пунктов принадлежит интервалу [0, 5; 0, 95];
- среднее число автомобилей, одновременно находящихся на контрольно пропускном пункте, не должно превышать 3;
- среднее время ожидания обслуживания не должно превышать 4 мин.

Для обеих стратегий модель с одним пунктом выглядит одинаково.

```
l16t3.gps
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

QUEUE Other ; присоединение к очереди 1
SEIZE punkt ; занятие пункта 1
DEPART Other ; выход на очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
RELEASE punkt ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней * 24 часа * 60 минут = 10080 минут суммарно)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования
```

Рис. 2.5: Модель двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом

После симуляции получим следующий отчет.

```
l16t3.5.1 - REPORT

            GPSS World Simulation Report - l16t3.5.1

                 суббота, мая 24, 2025 15:48:38

        START TIME          END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
            0.000          10080.000     9        1          0

            NAME                        VALUE
        OTHER                        10000.000
        PUNKT                        10001.000

 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    GENERATE          5744            0       0
                    2    QUEUE             5744         3233       0
                    3    SEIZE             2511            0       0
                    4    DEPART            2511            0       0
                    5    ADVANCE           2511            1       0
                    6    RELEASE           2510            0       0
                    7    TERMINATE         2510            0       0
                    8    GENERATE             1            0       0
                    9    TERMINATE            1            0       0

FACILITY         ENTRIES  UTIL.   AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY
 PUNKT             2511    1.000       4.014  1     2512    0    0     0   3233

QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 OTHER            3234 3233   5744      1  1617.676   2838.819   2839.313   0

FEC XN   PRI         BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER    VALUE
  2512    0       10080.255   2512      5      6
  5746    0       10080.384   5746      0      1
  5747    0       20160.000   5747      0      8
```

Рис. 2.6: Отчёт по модели двух стратегий обслуживания с 1 пропускным пунктом

В этом случае модель не проходит ни по одному из критериев, так как коэффициент загрузки, размер очереди и среднее время ожидания больше.

Построим модель для первой стратегии с 3 пропускными пунктами и получим отчет.

```
l16t4.gps
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ;

TRANSFER 0.33, Obsl_3;
go TRANSFER 0.5,Obsl_1,Obsl_2 ;
;
;
Obsl_1 QUEUE Other1 ;
SEIZE punkt1 ;
DEPART Other1 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt1 ;
TERMINATE ;
;
Obsl_2 QUEUE Other2 ;
SEIZE punkt2 ;
DEPART Other2 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt2 ;
TERMINATE ;
;
Obsl_3 QUEUE Other3 ;
SEIZE punkt3 ;
DEPART Other3 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt3 ;
TERMINATE ;

;
GENERATE 10080 ;
;
;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;
```

Рис. 2.7: Модель первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	10080.000	23	3	0

NAME	VALUE
GO	3.000
OBSL_1	4.000
OBSL_2	10.000
OBSL_3	16.000
OTHER1	10004.000
OTHER2	10000.000
OTHER3	10002.000
PUNKT1	10005.000
PUNKT2	10001.000
PUNKT3	10003.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT COUNT	RETRY
	1	GENERATE	5547	0	0
	2	TRANSFER	5547	0	0
GO	3	TRANSFER	3682	0	0
OBSL_1	4	QUEUE	1853	1	0
	5	SEIZE	1852	0	0
	6	DEPART	1852	0	0
	7	ADVANCE	1852	1	0
	8	RELEASE	1851	0	0
	9	TERMINATE	1851	0	0
OBSL_2	10	QUEUE	1829	0	0
	11	SEIZE	1829	0	0
	12	DEPART	1829	0	0
	13	ADVANCE	1829	0	0
	14	RELEASE	1829	0	0
	15	TERMINATE	1829	0	0
OBSL_3	16	QUEUE	1865	3	0
	17	SEIZE	1862	0	0
	18	DEPART	1862	0	0
	19	ADVANCE	1862	1	0
	20	RELEASE	1861	0	0
	21	TERMINATE	1861	0	0
	22	GENERATE	1	0	0
	23	TERMINATE	1	0	0

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
PUNKT2	1829	0.717	3.952	1	0	0	0	0	0
PUNKT3	1862	0.740	4.006	1	5534	0	0	0	3
PUNKT1	1852	0.727	3.957	1	5546	0	0	0	1

Рис. 2.8: Отчёт по модели первой стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами

В этом случае среднее количество автомобилей в очереди меньше 3 и коэффициент загрузки в нужном диапазоне, но среднее время ожидания больше 4.

Построим модель для первой стратегии с 4 пропускными пунктами.

```
l16t5.gps
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ;

TRANSFER 0.5, a, b;
a TRANSFER 0.5,Obsl_1,Obsl_2 ;
b TRANSFER 0.5,Obsl_3,Obsl_4 ;

;
;
Obsl_1 QUEUE Other1 ;
SEIZE punkt1 ;
DEPART Other1 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt1 ;
TERMINATE ;
;
Obsl_2 QUEUE Other2 ;
SEIZE punkt2 ;
DEPART Other2 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt2 ;
TERMINATE ;
;
Obsl_3 QUEUE Other3 ;
SEIZE punkt3 ;
DEPART Other3 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt3 ;
TERMINATE ;
;
Obsl_4 QUEUE Other4 ;
SEIZE punkt4 ;
DEPART Other4 ;
ADVANCE 4,3 ;
RELEASE punkt4 ;
TERMINATE ;

;
GENERATE 10080 ;
;
;
TERMINATE 1 ;
START 1 ;
```

Рис. 2.9: Модель первой стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами

В этом случае все критерии выполнены, поэтому 4 пункта являются оптимальным количеством для первой стратегии.

Построим модель для второй стратегии с 3 пропускными пунктами и получим отчет .

```
l16t6.gps
punkt STORAGE 3;
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

QUEUE Other ; присоединение к очереди 1
ENTER punkt ; занятие пункта 1
DEPART Other ; выход на очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
LEAVE punkt ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней * 24 часа * 60 минут = 10080 минут суммарно)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования
```

Рис. 2.10: Модель второй стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами

```
l16t6.1.1 - REPORT

            GPSS World Simulation Report - l16t6.1.1

                 суббота, мая 24, 2025 16:46:59

         START TIME          END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
              0.000         10080.000     9        0          1

            NAME                       VALUE
        OTHER                       10001.000
        PUNKT                       10000.000

 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    GENERATE          5683             0       0
                    2    QUEUE             5683             0       0
                    3    ENTER             5683             0       0
                    4    DEPART            5683             0       0
                    5    ADVANCE           5683             3       0
                    6    LEAVE             5680             0       0
                    7    TERMINATE         5680             0       0
                    8    GENERATE             1             0       0
                    9    TERMINATE            1             0       0

QUEUE              MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 OTHER              12    0   5683   2521     1.063      1.885      3.388   0

STORAGE            CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL. RETRY DELAY
 PUNKT               3    0   0     3     5683   1    2.243  0.748    0    0

FEC XN   PRI         BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER    VALUE
  5680    0       10080.434   5680      5      6
  5683    0       10080.631   5683      5      6
  5685    0       10082.068   5685      0      1
  5684    0       10085.592   5684      5      6
  5686    0       20160.000   5686      0      8
```

Рис. 2.11: Отчёт по модели второй стратегии обслуживания с 3 пропускными пунктами

В этом случае все критерии выполняются, поэтому модель оптимальна.

Построим модель для второй стратегии с 4 пропускными пунктами и получим отчет.

```
l16t6.gps
punkt STORAGE 4;
GENERATE (Exponential(1,0,1.75)) ; прибытие автомобилей

QUEUE Other ; присоединение к очереди 1
ENTER punkt ; занятие пункта 1
DEPART Other ; выход на очереди 1
ADVANCE 4,3 ; обслуживание на пункте 1
LEAVE punkt ; освобождение пункта 1
TERMINATE ; автомобиль покидает систему

; задание условия остановки процедуры моделирования
GENERATE 10080 ; генерация фиктивного транзакта,
; указывающего на окончание рабочей недели
; (7 дней * 24 часа * 60 минут = 10080 минут суммарно)
TERMINATE 1 ; остановить моделирование
START 1 ; запуск процедуры моделирования
```

Рис. 2.12: Модель второй стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами

```
l16t6.2.1 - REPORT

            GPSS World Simulation Report - l16t6.2.1

                 суббота, мая 24, 2025 16:49:08

        START TIME          END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
             0.000         10080.000     9        0          1

            NAME                        VALUE
        OTHER                        10001.000
        PUNKT                        10000.000

 LABEL              LOC  BLOCK TYPE     ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY
                    1    GENERATE          5719             0       0
                    2    QUEUE             5719             0       0
                    3    ENTER             5719             0       0
                    4    DEPART            5719             0       0
                    5    ADVANCE           5719             4       0
                    6    LEAVE             5715             0       0
                    7    TERMINATE         5715             0       0
                    8    GENERATE             1             0       0
                    9    TERMINATE            1             0       0

QUEUE               MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME   AVE.(-0) RETRY
 OTHER                7    0   5719   4356     0.194      0.341      1.431   0

STORAGE             CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL. RETRY DELAY
 PUNKT                4    0   0     4     5719   1    2.253  0.563    0    0

FEC XN   PRI         BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER    VALUE
  5718    0       10082.346   5718      5      6
  5717    0       10082.412   5717      5      6
  5719    0       10083.393   5719      5      6
  5721    0       10084.393   5721      0      1
  5720    0       10085.162   5720      5      6
  5722    0       20160.000   5722      0      8
```

Рис. 2.13: Отчёт по модели второй стратегии обслуживания с 4 пропускными пунктами

Здесь все критерии выполнены при этом время ожидания и среднее число автомобилей меньше, чем в случае второй стратегии с 3 пунктами, однако и загрузка меньше. Можно сделать вывод, что 4 пропускной пункт излишне разгружает

систему.

В результате анализа наилучшим количеством пропускных пунктов будет 3 при втором типе обслуживания и 4 при первом.

3 Выводы

В результате выполнения данной лабораторной работы я реализовала с помощью gpss:

- модель с двумя очередями;
- модель с одной очередью;
- изменить модели, чтобы определить оптимальное число пропускных пунктов.