

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина»

Кафедра ЭВМ

Отчет о лабораторной работе №6

«Динамика очереди»

по дисциплине «Моделирование»

Выполнили:

ст. гр. 245

бригада №4

Сокол Илья

Лапин Кирилл

Проверил:

доц. каф. ЭВМ

Саблина В.А.

Рязань 2025

Цель работы: оценка времени переходного процесса (времени установления средней длины очереди) при стационарном режиме работы СМО; оценка скорости нарастания очереди при отсутствии стационарного режима работы СМО (перегрузка СМО) и оценка скорости «рассасывания» очереди при восстановлении стационарного режима работы СМО.

Практическая часть

1. Ознакомление с моделью СМО

Ознакомимся с моделью СМО, соответствующей описанию поставленной задачи. Данная модель имеет следующее графическое представление (рисунок 1.1):

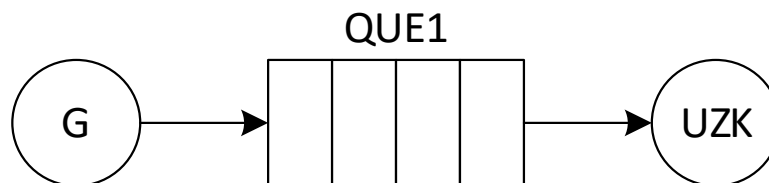


Рисунок 1.1 – Графическое представление рассматриваемой модели СМО

В соответствии с вариантом задания среднее время прохождения узкого участка в нормальном режиме $T_y = 400$. Время прохождения узкого участка распределено равномерно в диапазоне $T_y \pm 0.8T_y$.

Средний интервал времени между транспортными средствами на трассе $T_{\text{и}} = 1.11T_y$. Интервалы между транспортными средствами на трассе распределены по экспоненциальному закону.

Разработаем имитационную GPSS-модель рассматриваемой СМО. Листинг полученной программы представлен ниже:

```

EXPON FUNCTION RN1,C24
    0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.335/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
    .8,1.6/.84,1.85/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
    .97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

LQUE0 EQU 250          ; Начальная длина очереди

; Первый сегмент программы - задание начальной длины очереди перед сужением
GENERATE 1,0,,LQUE0 ; Начальная длина очереди в 4-ом параметре транзакта
QUEUE QUE1,1
SEIZE UZK
DEPART QUE1,1
ADVANCE 100,60
RELEASE UZK
  
```

TERMINATE

; Второй сегмент программы

GENERATE 111, FN\$EXPON

(Ti=1.11*Ty)

QUEUE QUE1,1

сужением

SEIZE UZK

DEPART QUE1,1

; Приход транспортного средства

; Присоединение к очереди перед

; Переход в узкое место

; Уход из очереди

; Число транспортных средств, вошедших в сужение с учетом начальной длины очереди

NTr5 EQU LQUE0+5

NTr10 EQU LQUE0+10

NTr15 EQU LQUE0+15

NTr20 EQU LQUE0+20

NTr25 EQU LQUE0+25

NTr50 EQU LQUE0+50

NTr75 EQU LQUE0+75

NTr100 EQU LQUE0+100

NTr200 EQU LQUE0+200

NTr500 EQU LQUE0+500

NTr1000 EQU LQUE0+1000

NTr2000 EQU LQUE0+2000

NTr5000 EQU LQUE0+5000

NTr10000 EQU LQUE0+10000

NTr20000 EQU LQUE0+20000

TEST E XN1, NTr5, MET1

фиксируется средняя длина очереди QUE1

SAVEVALUE SAV5, QA\$QUE1

; SAVEVALUE TIME5, C1

транспортных средств

; В сохраняемых величинах SAVi

; После прохождения i транспортных

; Можно фиксировать время вхождения i

MET1 TEST E XN1, NTr10, MET2
 SAVEVALUE SAV10, QA\$QUE1

MET2 TEST E XN1, NTr15, MET3
 SAVEVALUE SAV15, QA\$QUE1

MET3 TEST E XN1, NTr20, MET4
 SAVEVALUE SAV20, QA\$QUE1

MET4 TEST E XN1, NTr25, MET5
 SAVEVALUE SAV25, QA\$QUE1

MET5 TEST E XN1, NTr50, MET6
 SAVEVALUE SAV50, QA\$QUE1

MET6 TEST E XN1, NTr75, MET7
 SAVEVALUE SAV75, QA\$QUE1

MET7 TEST E XN1, NTr100, MET8
 SAVEVALUE SAV100, QA\$QUE1

MET8 TEST E XN1, NTr200, MET9
 SAVEVALUE SAV200, QA\$QUE1

MET9 TEST E XN1, NTr500, MET10
 SAVEVALUE SAV500, QA\$QUE1

```

MET10      TEST E XN1,NTr1000,MET11
           SAVEVALUE SAV1000,QA$QUE1

MET11      TEST E XN1,NTr2000,MET12
           SAVEVALUE SAV2000,QA$QUE1

MET12      TEST E XN1,NTr5000,MET13
           SAVEVALUE SAV5000,QA$QUE1

MET13      TEST E XN1,NTr10000,MET14
           SAVEVALUE SAV10000,QA$QUE1

MET14      TEST E XN1,NTr20000,MET15
           SAVEVALUE SAV20000,QA$QUE1

MET15      ADVANCE 100,60                ; Проход узкого места (Ty+-0.8Ty)
           RELEASE UZK                  ; Конец узкого места

           TERMINATE                    ; Уход из модели

; Третий сегмент программы
GENERATE 1000000      ; Время моделирования
TERMINATE 1           ; Завершение моделирования

START 1

```

2. Изучение нормального режима работы

Зададим нормальный режим работы трассы в районе сужения, при котором среднее время прохождения узкого участка равняется T_y при отсутствии на нем дополнительных заторов, коэффициент загрузки узкого участка $\rho < 1$ ($\rho = T_y/T_{и} = 0.9$), начальная длина очереди равна 0. Листинг полученной программы представлен ниже:

```

EXPON FUNCTION RN1,C24
      0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.335/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
      .8,1.6/.84,1.85/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
      .97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

LQUE0 EQU 0      ; Начальная длина очереди

; Первый сегмент программы - задание начальной длины очереди перед сужением
GENERATE 1,0,,LQUE0 ; Начальная длина очереди в 4-ом параметре транзакта
QUEUE QUE1,1
SEIZE UZK
DEPART QUE1,1
ADVANCE 400,320
RELEASE UZK
TERMINATE

; Второй сегмент программы
GENERATE 444,FN$EXPON      ; Приход транспортного средства
(Tи=1.11*Ty)
QUEUE QUE1,1              ; Присоединение к очереди перед
сужением

```

```

SEIZE UZK ; Переход в узкое место
DEPART QUE1,1 ; Уход из очереди

; Число транспортных средств, вошедших в сужение с учетом начальной длины
очереди
NTr5 EQU LQUE0+5
NTr10 EQU LQUE0+10
NTr15 EQU LQUE0+15
NTr20 EQU LQUE0+20
NTr25 EQU LQUE0+25
NTr50 EQU LQUE0+50
NTr75 EQU LQUE0+75
NTr100 EQU LQUE0+100
NTr200 EQU LQUE0+200
NTr500 EQU LQUE0+500
NTr1000 EQU LQUE0+1000
NTr2000 EQU LQUE0+2000
NTr5000 EQU LQUE0+5000
NTr10000 EQU LQUE0+10000
NTr20000 EQU LQUE0+20000

TEST E XN1,NTr5,MET1 ; В сохраняемых величинах SAVi
фиксируется средняя длина очереди QUE1
SAVEVALUE SAV5,QA$QUE1 ; После прохождения i транспортных
средств
;SAVEVALUE TIME5,C1 ; Можно фиксировать время вхождения i
транспортных средств

MET1 TEST E XN1,NTr10,MET2
SAVEVALUE SAV10,QA$QUE1

MET2 TEST E XN1,NTr15,MET3
SAVEVALUE SAV15,QA$QUE1

MET3 TEST E XN1,NTr20,MET4
SAVEVALUE SAV20,QA$QUE1

MET4 TEST E XN1,NTr25,MET5
SAVEVALUE SAV25,QA$QUE1

MET5 TEST E XN1,NTr50,MET6
SAVEVALUE SAV50,QA$QUE1

MET6 TEST E XN1,NTr75,MET7
SAVEVALUE SAV75,QA$QUE1

MET7 TEST E XN1,NTr100,MET8
SAVEVALUE SAV100,QA$QUE1

MET8 TEST E XN1,NTr200,MET9
SAVEVALUE SAV200,QA$QUE1

MET9 TEST E XN1,NTr500,MET10
SAVEVALUE SAV500,QA$QUE1

MET10 TEST E XN1,NTr1000,MET11
SAVEVALUE SAV1000,QA$QUE1

MET11 TEST E XN1,NTr2000,MET12
SAVEVALUE SAV2000,QA$QUE1

MET12 TEST E XN1,NTr5000,MET13
SAVEVALUE SAV5000,QA$QUE1

```

```

MET13      TEST E XN1,NTr10000,MET14
           SAVEVALUE SAV10000,QA$QUE1

MET14      TEST E XN1,NTr20000,MET15
           SAVEVALUE SAV20000,QA$QUE1

MET15      ADVANCE 400,320                ; Проход узкого места (Ty+-0.8Ty)
           RELEASE UZK                    ; Конец узкого места

           TERMINATE                      ; Уход из модели

; Третий сегмент программы
GENERATE 10000000      ; Время моделирования
TERMINATE 1            ; Завершение моделирования

START 1

```

В результате выполнения программы получим отчет, представленный на рисунке 2.1.

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
UZK	22546	0.900	399.180	1	22547	0	0	0	4

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QUE1	44	4	22550	2283	5.109	2265.771	2521.001	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
SAV5	0	0
SAV10	0	0.343
SAV15	0	0.605
SAV20	0	0.553
SAV25	0	0.672
SAV50	0	1.850
SAV75	0	1.920
SAV100	0	1.695
SAV200	0	2.172
SAV500	0	2.589
SAV1000	0	4.500
SAV2000	0	3.148
SAV5000	0	3.798
SAV10000	0	4.623
SAV20000	0	5.204

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
22547	0	10000288.133	22547	42	43		
22552	0	10000386.510	22552	0	8		
22553	0	20000000.000	22553	0	45		

Рисунок 2.1 – Отчет о выполнении программы модели в нормальном режиме

Измерим среднюю длину очереди перед сужением трассы:

$$l_{cp1} = 5.109$$

Определим время установления средней длины очереди l_{cp1} . Для этого изменим описание GPSS-модели следующим образом:

```

EXPON FUNCTION RN1,C24
      0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.335/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
      .8,1.6/.84,1.85/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
      .97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

```

```

LQUE0 EQU 0          ; Начальная длина очереди

; Первый сегмент программы - задание начальной длины очереди перед сужением
GENERATE 1,0,,LQUE0 ; Начальная длина очереди в 4-ом параметре транзакта
QUEUE QUE1,1
SEIZE UZK
DEPART QUE1,1
ADVANCE 400,320
RELEASE UZK
TERMINATE

; Второй сегмент программы
GENERATE 444,FN$EXPON          ; Приход транспортного средства
(Тн=1.11*Ту)
QUEUE QUE1,1          ; Присоединение к очереди перед
сужением
SEIZE UZK          ; Переход в узкое место
DEPART QUE1,1          ; Уход из очереди

; Число транспортных средств, вошедших в сужение с учетом начальной длины
очереди
NTr5 EQU LQUE0+5
NTr10 EQU LQUE0+10
NTr15 EQU LQUE0+15
NTr20 EQU LQUE0+20
NTr25 EQU LQUE0+25
NTr50 EQU LQUE0+50
NTr75 EQU LQUE0+75
NTr100 EQU LQUE0+100
NTr200 EQU LQUE0+200
NTr500 EQU LQUE0+500
NTr1000 EQU LQUE0+1000
NTr2000 EQU LQUE0+2000
NTr5000 EQU LQUE0+5000
NTr10000 EQU LQUE0+10000
NTr20000 EQU LQUE0+20000

TEST E XN1,NTr5,MET1          ; В сохраняемых величинах SAVi
фиксируется средняя длина очереди QUE1
SAVEVALUE SAV5,QA$QUE1          ; После прохождения i транспортных
средств
SAVEVALUE TIME5,C1          ; Можно фиксировать время вхождения i
транспортных средств

MET1      TEST E XN1,NTr10,MET2
          SAVEVALUE SAV10,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME10,C1

MET2      TEST E XN1,NTr15,MET3
          SAVEVALUE SAV15,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME15,C1

MET3      TEST E XN1,NTr20,MET4
          SAVEVALUE SAV20,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME20,C1

MET4      TEST E XN1,NTr25,MET5
          SAVEVALUE SAV25,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME25,C1

```

```

MET5      TEST E XN1,NTr50,MET6
          SAVEVALUE SAV50,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME50,C1

MET6      TEST E XN1,NTr75,MET7
          SAVEVALUE SAV75,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME75,C1

MET7      TEST E XN1,NTr100,MET8
          SAVEVALUE SAV100,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME100,C1

MET8      TEST E XN1,NTr200,MET9
          SAVEVALUE SAV200,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME200,C1

MET9      TEST E XN1,NTr500,MET10
          SAVEVALUE SAV500,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME500,C1

MET10     TEST E XN1,NTr1000,MET11
          SAVEVALUE SAV1000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME1000,C1

MET11     TEST E XN1,NTr2000,MET12
          SAVEVALUE SAV2000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME2000,C1

MET12     TEST E XN1,NTr5000,MET13
          SAVEVALUE SAV5000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME5000,C1

MET13     TEST E XN1,NTr10000,MET14
          SAVEVALUE SAV10000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME10000,C1

MET14     TEST E XN1,NTr20000,MET15
          SAVEVALUE SAV20000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME20000,C1

MET15     ADVANCE 400,320                ; Проход узкого места (Ty+-0.8Ty)
          RELEASE UZK                    ; Конец узкого места

          TERMINATE                      ; Уход из модели

; Третий сегмент программы
GENERATE 10000000      ; Время моделирования
TERMINATE 1            ; Завершение моделирования

START 1

```

В результате выполнения программы получим отчет, представленный на рисунке 2.2.

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
UZK	22546	0.900	399.180	1	22547	0	0	0	4

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
QUE1	44	4	22550	2283	5.109	2265.771	2521.001	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
SAV5	0	0
TIME5	0	3270.253
SAV10	0	0.343
TIME10	0	5863.267
SAV15	0	0.605
TIME15	0	8404.372
SAV20	0	0.553
TIME20	0	10815.196
SAV25	0	0.672
TIME25	0	13889.552
SAV50	0	1.850
TIME50	0	23895.569
SAV75	0	1.920
TIME75	0	33073.450
SAV100	0	1.695
TIME100	0	47207.371
SAV200	0	2.172
TIME200	0	90787.928
SAV500	0	2.589
TIME500	0	220939.425
SAV1000	0	4.500
TIME1000	0	438147.466
SAV2000	0	3.148
TIME2000	0	910557.449
SAV5000	0	3.798
TIME5000	0	2229265.258
SAV10000	0	4.623
TIME10000	0	4413738.480
SAV20000	0	5.204
TIME20000	0	8880165.002

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
22547	0	10000288.133	22547	57	58		
22552	0	10000386.510	22552	0	8		
22553	0	20000000.000	22553	0	60		

Рисунок 2.2 – Отчет о выполнении программы модели в нормальном режиме с фиксацией времени вхождения транспортных средств

Таким образом, наиболее близкое к $l_{cp1} = 5.109$ значение длины очереди устанавливается после прохождения 20000 транспортных средств. Это значение равно 8880165.002 единиц модельного времени.

3. Изучение аварийного режима работы

Зададим аварийный режим работы трассы в районе сужения, при котором среднее время прохождения узкого участка удваивается и равняется $2T_y = 2 * 400 = 800$, коэффициент загрузки узкого участка в таком случае $\rho > 1$ ($\rho = 2T_y/T_{и} = 1.8$), начальная длина очереди равна 0. Листинг полученной программы представлен ниже:

```

EXPON FUNCTION RN1,C24
      0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.335/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
      .8,1.6/.84,1.85/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
      .97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

LQUE0 EQU 0          ; Начальная длина очереди

; Первый сегмент программы - задание начальной длины очереди перед сужением
GENERATE 1,0,,LQUE0 ; Начальная длина очереди в 4-ом параметре транзакта
QUEUE QUE1,1
SEIZE UZK
DEPART QUE1,1
ADVANCE 800,640
RELEASE UZK
TERMINATE

; Второй сегмент программы
GENERATE 444,FN$EXPON          ; Приход транспортного средства
(Тн=1.11*Ту)
QUEUE QUE1,1                  ; Присоединение к очереди перед
сужением
SEIZE UZK                     ; Переход в узкое место
DEPART QUE1,1                 ; Уход из очереди

; Число транспортных средств, вошедших в сужение с учетом начальной длины
очереди
NTr5 EQU LQUE0+5
NTr10 EQU LQUE0+10
NTr15 EQU LQUE0+15
NTr20 EQU LQUE0+20
NTr25 EQU LQUE0+25
NTr50 EQU LQUE0+50
NTr75 EQU LQUE0+75
NTr100 EQU LQUE0+100
NTr200 EQU LQUE0+200
NTr500 EQU LQUE0+500
NTr1000 EQU LQUE0+1000
NTr2000 EQU LQUE0+2000
NTr5000 EQU LQUE0+5000
NTr10000 EQU LQUE0+10000
NTr20000 EQU LQUE0+20000

TEST E XN1,NTr5,MET1          ; В сохраняемых величинах SAVi
фиксируется средняя длина очереди QUE1
SAVEVALUE SAV5,QA$QUE1        ; После прохождения i транспортных
средств
SAVEVALUE TIME5,C1            ; Можно фиксировать время вхождения i
транспортных средств

MET1      TEST E XN1,NTr10,MET2
          SAVEVALUE SAV10,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME10,C1

MET2      TEST E XN1,NTr15,MET3
          SAVEVALUE SAV15,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME15,C1

MET3      TEST E XN1,NTr20,MET4
          SAVEVALUE SAV20,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME20,C1

```

```

MET4      TEST E XN1,NTr25,MET5
          SAVEVALUE SAV25,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME25,C1

MET5      TEST E XN1,NTr50,MET6
          SAVEVALUE SAV50,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME50,C1

MET6      TEST E XN1,NTr75,MET7
          SAVEVALUE SAV75,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME75,C1

MET7      TEST E XN1,NTr100,MET8
          SAVEVALUE SAV100,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME100,C1

MET8      TEST E XN1,NTr200,MET9
          SAVEVALUE SAV200,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME200,C1

MET9      TEST E XN1,NTr500,MET10
          SAVEVALUE SAV500,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME500,C1

MET10     TEST E XN1,NTr1000,MET11
          SAVEVALUE SAV1000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME1000,C1

MET11     TEST E XN1,NTr2000,MET12
          SAVEVALUE SAV2000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME2000,C1

MET12     TEST E XN1,NTr5000,MET13
          SAVEVALUE SAV5000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME5000,C1

MET13     TEST E XN1,NTr10000,MET14
          SAVEVALUE SAV10000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME10000,C1

MET14     TEST E XN1,NTr20000,MET15
          SAVEVALUE SAV20000,QA$QUE1
          SAVEVALUE TIME20000,C1

MET15     ADVANCE 800,640                ; Проход узкого места (Ty+-0.8Ty)
          RELEASE UZK                    ; Конец узкого места

          TERMINATE                      ; Уход из модели

; Третий сегмент программы
GENERATE 20000000      ; Время моделирования
TERMINATE 1            ; Завершение моделирования

START 1

```

В результате выполнения программы получим отчет, представленный на рисунке 3.1.

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
UZK	25023	1.000	799.197	1	25024	0	0	0	19641

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QUE1	19641	19641	44664	3	9742.223	4362449.762	4362742.799	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
SAV5	0	0.025
TIME5	0	3270.253
SAV10	0	2.898
TIME10	0	7750.597
SAV15	0	4.425
TIME15	0	11409.755
SAV20	0	6.715
TIME20	0	16484.959
SAV25	0	8.273
TIME25	0	20550.939
SAV50	0	14.055
TIME50	0	38243.384
SAV75	0	22.264
TIME75	0	58779.862
SAV100	0	34.889
TIME100	0	80634.816
SAV200	0	72.518
TIME200	0	159836.394
SAV500	0	173.754
TIME500	0	396800.786
SAV1000	0	340.531
TIME1000	0	788349.781
SAV2000	0	695.563
TIME2000	0	1585088.942
SAV5000	0	1819.014
TIME5000	0	3969082.156
SAV10000	0	3768.104
TIME10000	0	7931731.903
SAV20000	0	7741.229
TIME20000	0	15954875.379

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
25024	0	20000253.932	25024	57	58		
44666	0	20000631.474	44666	0	8		
44667	0	40000000.000	44667	0	60		

Рисунок 3.1 – Отчет о выполнении программы модели в аварийном режиме

Определим время увеличения средней длины очереди в 10 и 100 раз по сравнению с $l_{cp1} = 5.109$ в нормальном режиме:

- увеличение в 10 раз при приблизительном модельном времени 116067.100
- увеличение в 100 раз при приблизительном модельном времени 932795.438

Учитывая дискретность шкалы отсчета, проведем линейную интерполяцию величин $SAVi$ (рисунок 3.2).

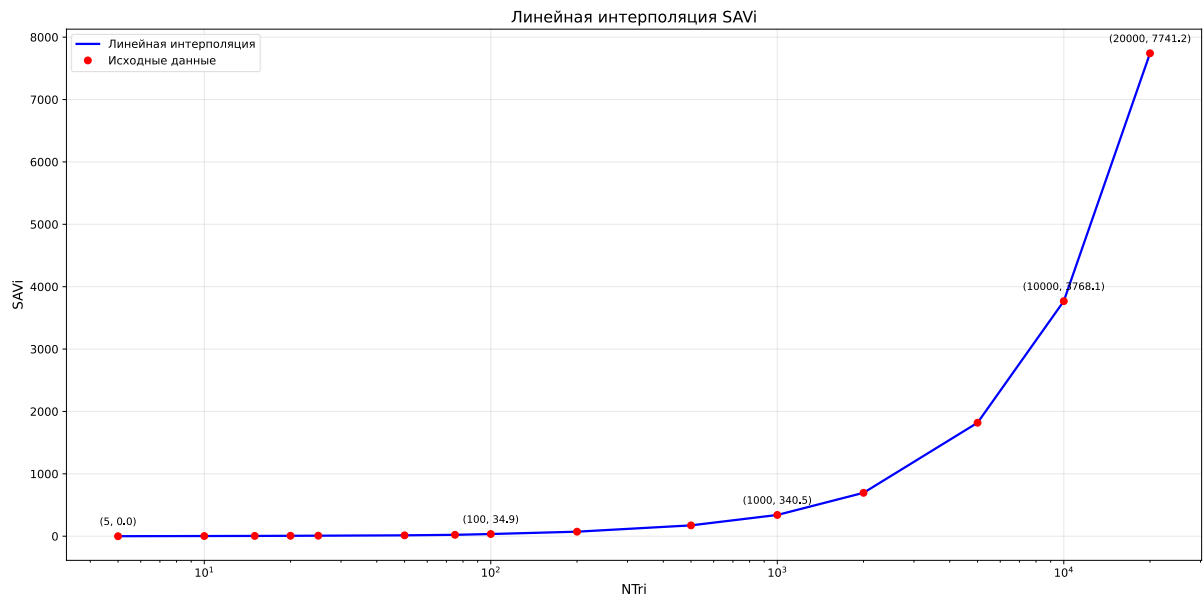


Рисунок 3.2 – Линейная интерполяция величин SAVi

4. Изучение нормального режима работы с начальными условиями по длине очереди

Зададим нормальный режим работы трассы в районе сужения, при котором среднее время прохождения узкого участка равняется T_y при отсутствии на нем дополнительных заторов, коэффициент загрузки узкого участка $\rho < 1$ ($\rho = T_y/T_{\text{и}} = 0.9$), начальная длина очереди $100 * l_{\text{ср1}} = 100 * 3.098 \approx 310$. Листинг полученной программы представлен ниже:

```
EXPON FUNCTION RN1,C24
    0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.335/.4,.509/.5,.69/.6,.915/.7,1.2/.75,1.38
    .8,1.6/.84,1.85/.88,2.12/.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2
    .97,3.5/.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

LQUE0 EQU 310          ; Начальная длина очереди

; Первый сегмент программы - задание начальной длины очереди перед сужением
GENERATE 1,0,,LQUE0 ; Начальная длина очереди в 4-ом параметре транзакта
QUEUE QUE1,1
SEIZE UZK
DEPART QUE1,1
ADVANCE 400,320
RELEASE UZK
TERMINATE

; Второй сегмент программы
GENERATE 444,FN$EXPON          ; Приход транспортного средства
(Tи=1.11*Ty)
QUEUE QUE1,1                  ; Присоединение к очереди перед
сужением
SEIZE UZK                     ; Переход в узкое место
DEPART QUE1,1                 ; Уход из очереди
```

```

; Число транспортных средств, вошедших в сужение с учетом начальной длины
очереди
NTr5 EQU LQUE0+5
NTr10 EQU LQUE0+10
NTr15 EQU LQUE0+15
NTr20 EQU LQUE0+20
NTr25 EQU LQUE0+25
NTr50 EQU LQUE0+50
NTr75 EQU LQUE0+75
NTr100 EQU LQUE0+100
NTr200 EQU LQUE0+200
NTr500 EQU LQUE0+500
NTr1000 EQU LQUE0+1000
NTr2000 EQU LQUE0+2000
NTr5000 EQU LQUE0+5000
NTr10000 EQU LQUE0+10000
NTr20000 EQU LQUE0+20000

TEST E XN1,NTr5,MET1 ; В сохраняемых величинах SAVi
фиксируется средняя длина очереди QUE1
SAVEVALUE SAV5,QA$QUE1 ; После прохождения i транспортных
средств
SAVEVALUE TIME5,C1 ; Можно фиксировать время вхождения i
транспортных средств

MET1 TEST E XN1,NTr10,MET2
SAVEVALUE SAV10,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME10,C1

MET2 TEST E XN1,NTr15,MET3
SAVEVALUE SAV15,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME15,C1

MET3 TEST E XN1,NTr20,MET4
SAVEVALUE SAV20,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME20,C1

MET4 TEST E XN1,NTr25,MET5
SAVEVALUE SAV25,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME25,C1

MET5 TEST E XN1,NTr50,MET6
SAVEVALUE SAV50,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME50,C1

MET6 TEST E XN1,NTr75,MET7
SAVEVALUE SAV75,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME75,C1

MET7 TEST E XN1,NTr100,MET8
SAVEVALUE SAV100,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME100,C1

MET8 TEST E XN1,NTr200,MET9
SAVEVALUE SAV200,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME200,C1

MET9 TEST E XN1,NTr500,MET10
SAVEVALUE SAV500,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME500,C1

MET10 TEST E XN1,NTr1000,MET11

```

```

SAVEVALUE SAV1000,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME1000,C1

MET11    TEST E XN1,NTr2000,MET12
SAVEVALUE SAV2000,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME2000,C1

MET12    TEST E XN1,NTr5000,MET13
SAVEVALUE SAV5000,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME5000,C1

MET13    TEST E XN1,NTr10000,MET14
SAVEVALUE SAV10000,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME10000,C1

MET14    TEST E XN1,NTr20000,MET15
SAVEVALUE SAV20000,QA$QUE1
SAVEVALUE TIME20000,C1

MET15    ADVANCE 400,320          ; Проход узкого места (Ty+-0.8Ty)
RELEASE  UZK                     ; Конец узкого места

        TERMINATE                ; Уход из модели

; Третий сегмент программы
GENERATE 10000000      ; Время моделирования
TERMINATE 1            ; Завершение моделирования

START 1

```

В результате выполнения программы получим отчет, представленный на рисунке 4.1.

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
UZK	22819	0.910	398.955	1	22820	0	0	0	1

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
QUE1	320	1	22820	2031	20.745	9090.562	9978.673	0

SAVEVALUE	RETRY	VALUE
SAV5	0	305.913
TIME5	0	124208.732
SAV10	0	305.533
TIME10	0	126650.076
SAV15	0	305.166
TIME15	0	128915.102
SAV20	0	304.728
TIME20	0	131420.942
SAV25	0	304.319
TIME25	0	133943.189
SAV50	0	302.727
TIME50	0	143621.998
SAV75	0	300.917
TIME75	0	153780.517
SAV100	0	298.700
TIME100	0	164348.855
SAV200	0	292.206
TIME200	0	205265.240
SAV500	0	279.227
TIME500	0	325418.709
SAV1000	0	251.494
TIME1000	0	521295.797
SAV2000	0	171.884
TIME2000	0	926484.394
SAV5000	0	73.649
TIME5000	0	2239617.917
SAV10000	0	39.881
TIME10000	0	4431793.091
SAV20000	0	22.803
TIME20000	0	8890272.463

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
22822	0	10000107.141	22822	0	8		
22820	0	10000261.748	22820	57	58		
22823	0	20000000.000	22823	0	60		

Рисунок 4.1 – Отчет о выполнении программы модели в нормальном режиме с начальными условиями по длине очереди

Определим время уменьшения средней длины очереди в 2 и 10 раз по сравнению с начальным значением после аварийного режима:

- уменьшение в 2 раза при приблизительном модельном времени 1207870.149
- уменьшение в 10 раз при приблизительном модельном времени 6529901.031

Учитывая дискретность шкалы отсчета, проведем линейную интерполяцию величин SAVi (рисунок 4.2).

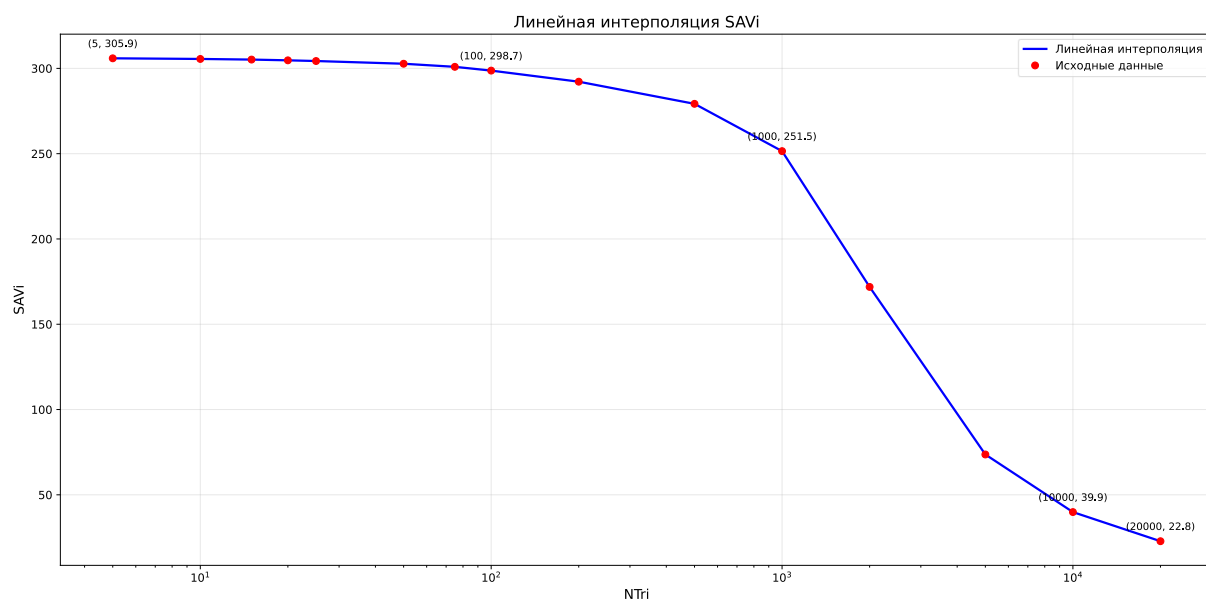


Рисунок 4.2 – Линейная интерполяция величин SAVi

Вывод

Была произведена оценка времени переходного процесса (времени установления средней длины очереди) при стационарном режиме работы СМО; была произведена оценка скорости нарастания очереди при отсутствии стационарного режима работы СМО (перегрузка СМО), а также оценка скорости «рассасывания» очереди при восстановлении стационарного режима работы СМО.