

Задания для самостоятельной работы. GPSS

Отчёт по лабораторной работе №17

Ибатулина Дарья Эдуардовна

Содержание

1	Цель работы	4
2	Задание	5
3	Теоретическое введение	6
4	Выполнение лабораторной работы	8
4.1	Модель работы вычислительного центра	8
4.2	Модель работы аэропорта	10
4.3	Модель работы морского порта	14
5	Выводы	20
	Список литературы	21

Список иллюстраций

4.1	Модель работы вычислительного центра	9
4.2	Отчёт по модели работы вычислительного центра	10
4.3	Модель работы аэропорта	12
4.4	Отчёт по модели работы аэропорта	13
4.5	Модель работы морского порта (1 вариант)	15
4.6	Отчёт по модели работы морского порта (1 вариант)	16
4.7	Оптимизированная модель работы морского порта (1 вариант) и отчёт	17
4.8	Модель работы морского порта (2 вариант)	18
4.9	Отчёт по модели работы морского порта (2 вариант)	18
4.10	Оптимизированная модель работы морского порта (2 вариант) и отчёт	19

1 Цель работы

Реализовать с помощью gps задания для самостоятельной работы.

2 Задание

Реализовать с помощью gpss:

- модель работы вычислительного центра;
- модель работы аэропорта;
- модель работы морского порта.

3 Теоретическое введение

GPSS (General Purpose Simulation System) — это один из первых специализированных языков программирования для имитационного моделирования, созданный в 1961 году американским инженером Джеффри Гордоном в корпорации IBM. Первоначально язык разрабатывался для нужд моделирования сложных логистических и производственных процессов в промышленных и военных системах, где требовался учёт случайных событий и взаимодействия большого количества объектов во времени.

GPSS стал знаковым инструментом в истории моделирования: он заложил основы событийного подхода и ввёл понятие транзакта как активного объекта, перемещающегося по блокам логики системы. Эти концепции впоследствии легли в основу многих других языков и программных сред моделирования. Благодаря модульной структуре и простой записи моделей, GPSS получил широкое распространение в университетах и научных учреждениях как средство обучения и анализа дискретных систем.

Практическое применение GPSS охватывает широкий спектр задач:

- Организация работы производственных цехов: моделирование потока деталей между станками, учёт времени обработки, простоев и загрузки оборудования;
- Системы массового обслуживания: моделирование очередей в банках, поликлиниках, аэропортах с целью оценки времени ожидания и необходимости в дополнительном персонале;

- Логистика и склады: моделирование перемещения товаров между зонами хранения, погрузки и разгрузки, анализ загрузки транспортных средств;
- Транспорт: моделирование движения автобусов, поездов, планирование расписаний с учётом времени на посадку и высадку пассажиров;
- Военные приложения: планирование операций снабжения, имитация действий в сложных логистических цепочках.

Одним из достоинств GPSS является то, что язык допускает использование случайных величин (например, времени обслуживания или интервалов между заявками), что позволяет создавать реалистичные модели, приближенные к поведению реальных систем. Также GPSS даёт возможность легко собирать статистику по ключевым метрикам: времени пребывания объектов в системе, загрузке ресурсов, количеству отказов и пр.

Несмотря на то, что с момента своего создания прошло более шестидесяти лет, GPSS продолжает использоваться как в учебных целях, так и в инженерной практике благодаря своей простоте, наглядности и эффективности в решении прикладных задач, связанных с анализом и оптимизацией дискретных процессов.

При выполнении работы были использованы источники [1,2].

4 Выполнение лабораторной работы

4.1 Модель работы вычислительного центра

На вычислительном центре в обработку принимаются три класса заданий А, В и С. Исходя из наличия оперативной памяти ЭВМ задания классов А и В могут решаться одновременно, а задания класса С монополизируют ЭВМ.

Задания класса А поступают через 20 ± 5 мин, класса В — через 20 ± 10 мин, класса С — через 28 ± 5 мин.

Требуют для выполнения: класс А — 20 ± 5 мин, класс В — 21 ± 3 мин, класс С — 28 ± 5 мин.

Задачи класса С загружаются в ЭВМ, если она полностью свободна. Задачи классов А и В могут дозагружаться к решающей задаче. Необходимо смоделировать работу ЭВМ за 80 ч. Определить её загрузку.

Я использовала при моделировании многоканальное устройство gam на две заявки. Классы А, В занимают по одному месту (поскольку могут выполняться одновременно), а класс С занимает сразу два места. Таймер выставила на 4800 минут ($80 \cdot 60$). В итоге я получила следующую модель (рис. 4.1).


```
lab17_1.gps
ram STORAGE 2
; моделирование заданий класса A
GENERATE 20,5
QUEUE class_A
ENTER ram,1
DEPART class_A
ADVANCE 20,5
LEAVE ram,1
TERMINATE 0
; моделирование заданий класса B
GENERATE 20,10
QUEUE class_B
ENTER ram,1
DEPART class_B
ADVANCE 21,3
LEAVE ram,1
TERMINATE 0
; моделирование заданий класса C
GENERATE 28,5
QUEUE class_C
ENTER ram,2
DEPART class_C
ADVANCE 28,5
LEAVE ram,2
TERMINATE 0
; таймер
GENERATE 4800
TERMINATE 1
START 1
```

Рис. 4.1: Модель работы вычислительного центра

После запуска симуляции я получила отчёт (рис. 4.2).

START TIME		END TIME		BLOCKS	FACILITIES	STORAGES				
0.000		4800.000		23	0	1				
NAME				VALUE						
CLASS_A				10001.000						
CLASS_B				10002.000						
CLASS_C				10003.000						
RAM				10000.000						
LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY	COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY			
	1	GENERATE	240			0	0			
	2	QUEUE	240			4	0			
	3	ENTER	236			0	0			
	4	DEPART	236			0	0			
	5	ADVANCE	236			1	0			
	6	LEAVE	235			0	0			
	7	TERMINATE	235			0	0			
	8	GENERATE	236			0	0			
	9	QUEUE	236			5	0			
	10	ENTER	231			0	0			
	11	DEPART	231			0	0			
	12	ADVANCE	231			1	0			
	13	LEAVE	230			0	0			
	14	TERMINATE	230			0	0			
	15	GENERATE	172			0	0			
	16	QUEUE	172			172	0			
	17	ENTER	0			0	0			
	18	DEPART	0			0	0			
	19	ADVANCE	0			0	0			
	20	LEAVE	0			0	0			
	21	TERMINATE	0			0	0			
	22	GENERATE	1			0	0			
	23	TERMINATE	1			0	0			
QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0) RETRY			
CLASS_A	7	4	240	3	3.288	65.765	66.597 0			
CLASS_B	7	5	236	1	3.280	66.703	66.987 0			
CLASS_C	172	172	172	0	85.786	2394.038	2394.038 0			
STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
RAM	2	0	0	2	467	1	1.988	0.994	0	181
FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE			
650	0	4803.512	650	0	1					
636	0	4805.704	636	5	6					
651	0	4807.869	651	0	15					
637	0	4810.369	637	12	13					
652	0	4813.506	652	0	8					
653	0	9600.000	653	0	22					

Рис. 4.2: Отчёт по модели работы вычислительного центра

В задании требовалось определить загрузку ЭВМ - она равна 0.994.

4.2 Модель работы аэропорта

Самолёты прибывают для посадки в район аэропорта каждые 10 ± 5 мин. Если взлетно-посадочная полоса свободна, прибывший самолёт получает разрешение на посадку. Если полоса занята, самолет выполняет полет по кругу и возвращается в аэропорт каждые 5 мин. Если после пятого круга самолет не получает разрешения на посадку, он отправляется на запасной аэродром.

В аэропорту через каждые 10 ± 2 мин к взлетно -посадочной полосе выруливают готовые к взлёту самолёты и получают разрешение на взлёт, если полоса свободна. Для взлета и посадки самолёты занимают полосу ровно на 2 мин. Если при свободной полосе одновременно один самолёт прибывает для посадки, а другой - для взлёта, то полоса предоставляется взлетающей машине.

Требуется:

- выполнить моделирование работы аэропорта в течение суток;
- подсчитать количество самолётов, которые взлетели, сели и были направлены на запасной аэродром;
- определить коэффициент загрузки взлетно-посадочной полосы.

Модель получилась следующая (рис. 4.3):

```

lab17_2.gps
; прилёт
GENERATE 10,5,,,1
ASSIGN laps,0
QUEUE arrival
landing GATE NU runway,wait
SEIZE runway
DEPART arrival
ADVANCE 2
RELEASE runway
TERMINATE 0

; ожидание
wait TEST L p$laps,5,goaway
ADVANCE 5
ASSIGN laps+,1 ; если значение атрибута меньше 5,
; то счетчик прибавляет 1(круг) и идет попытка приземления
TRANSFER 0,landing
goaway SEIZE reserve
DEPART arrival
RELEASE reserve
TERMINATE 0

; взлёт
GENERATE 10,2,,,2
QUEUE takeoff
SEIZE runway
DEPART takeoff
ADVANCE 2
RELEASE runway
TERMINATE 0

; таймер
GENERATE 1440
TERMINATE 1
START 1

```

Рис. 4.3: Модель работы аэропорта

После запуска симуляции я получила отчёт (рис. 4.4).

```

GPSS World Simulation Report - lab17_2.1.1
cy66ota, max 24, 2025 19:43:50
START TIME      END TIME  BLOCKS  FACILITIES  STORAGES
0.000           1440.000    26         1         0

NAME            VALUE
ARRIVAL         10003.000
GOAWAY          14.000
LANDING         4.000
LAPS            10002.000
RESERVE         UNSPECIFIED
RUNWAY          10001.000
TAKEOFF         10000.000
WAIT            10.000

LABEL    LOC  BLOCK TYPE  ENTRY COUNT  CURRENT COUNT  RETRY
1         1   GENERATE    146          0          0
2         2   ASSIGN     146          0          0
3         3   QUEUE      146          0          0
LANDING   4     GATE     184          0          0
5         5   SEIZE     146          0          0
6         6   DEPART    146          0          0
7         7   ADVANCE   146          0          0
8         8   RELEASE   146          0          0
9         9   TERMINATE 146          0          0
WAIT      10    TEST      38          0          0
11        11  ADVANCE    38          0          0
12        12  ASSIGN     38          0          0
13        13  TRANSFER   38          0          0
GOAWAY    14    SEIZE      0          0          0
15        15  DEPART      0          0          0
16        16  RELEASE      0          0          0
17        17  TERMINATE  0          0          0
18        18  GENERATE   142          0          0
19        19  QUEUE     142          0          0
20        20  SEIZE     142          0          0
21        21  DEPART    142          0          0
22        22  ADVANCE   142          0          0
23        23  RELEASE   142          0          0
24        24  TERMINATE 142          0          0
25        25  GENERATE    1          0          0
26        26  TERMINATE  1          0          0

FACILITY  ENTRIES  UTIL.  AVE. TIME AVAIL.  OWNER PEND INTER RETRY DELAY
RUNWAY    288      0.400    2.000    1          0  0  0  0  0
QUEUE     MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY
TAKEOFF   1  0    142    114    0.017    0.173    0.880  0
ARRIVAL   2  0    146    114    0.132    1.301    5.937  0
FEC MN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
290     2    1440.749  290     0      18
291     1    1445.367  291     0       1
292     0    2880.000  292     0     25

```

Рис. 4.4: Отчёт по модели работы аэропорта

Прибытие самолётов задаётся командой GENERATE 10,5,,1. Для каждого нового самолёта устанавливается счётчик кругов: ASSIGN laps,0 - установка атрибута laps (счётчик кругов) в 0 для нового самолёта.

Далее самолёт пытается занять посадочную полосу. Если полоса занята, самолёт переходит к ожиданию (метка wait). Здесь проверяется, сколько кругов уже сделал самолёт: TEST L p\$laps,5,goaway - если значение атрибута p\$laps < 5, переход к goaway. Если кругов меньше пяти, самолёт ждёт 5 минут, делая круг над аэродромом: ADVANCE 5 и увеличивает свой счётчик: ASSIGN laps+1,1. После этого самолёт снова пытается занять полосу.

Если же самолёт сделал уже 5 кругов, он уходит на запасную полосу (метка

other): SEIZE reserve.

Также в коде реализован процесс взлёта: GENERATE 10, 2, , 2 создаёт поток самолётов на взлёт, которые занимают полосу (SEIZE runway), взлетают (ADVANCE 2) и освобождают её (RELEASE runway).

В конце моделирования используется таймер: GENERATE 1440 и TERMINATE 1, что завершает моделирование через 1440 минут (сутки).

Взлетело 142 самолета, село 146, а в запасной аэропорт отправилось 0. В запасной аэропорт не отправились самолеты, поскольку процессы обработки длятся всего 2 минуты, что намного быстрее, чем генерации новых самолетов (время между пребыванием новых самолётов в аэропорт может быть равно от 5 до 15 минут, а между взлётами самолётов - от 8 до 12 минут). Коэффициент загрузки полосы равняется 0.400, что означает, что полоса большую часть времени не используется.

4.3 Модель работы морского порта

Морские суда прибывают в порт каждые $[\alpha \pm \delta]$ часов. В порту имеется N причалов. Каждый корабль по длине занимает M причалов и находится в порту $[b \pm \varepsilon]$ часов. Требуется построить GPSS-модель для анализа работы морского порта в течение полугода, определить оптимальное количество причалов для эффективной работы порта.

Рассмотрим два варианта исходных данных:

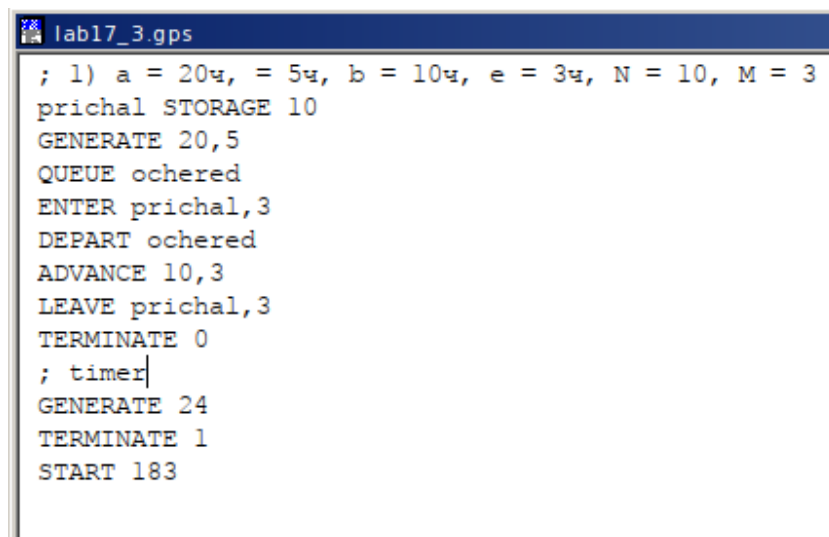
- 1) $a = 20$ ч, $\delta = 5$ ч, $b = 10$ ч, $\varepsilon = 3$ ч, $N = 10$, $M = 3$;
- 2) $a = 30$ ч, $\delta = 10$ ч, $b = 8$ ч, $\varepsilon = 4$ ч, $N = 6$, $M = 2$.

Первый вариант модели

В этой модели я снова использовала многоканальное устройство и через него задавала количество причалов. После этого всё шло по стандартной схеме - “генерировалось” судно, оно вставало в очередь, после - получало место у причалов,

занимая три причала. Заняв место, судно покидало очередь, проводило необходимое время у причала. Потом освобождаются занятые места (3 причала), так как судно отчаливает.

Модель получилась следующая (рис. 4.5):



```
lab17_3.gps
; 1) a = 20ч, = 5ч, b = 10ч, e = 3ч, N = 10, M = 3
prichal STORAGE 10
GENERATE 20,5
QUEUE ochered
ENTER prichal,3
DEPART ochered
ADVANCE 10,3
LEAVE prichal,3
TERMINATE 0
; timer|
GENERATE 24
TERMINATE 1
START 183
```

Рис. 4.5: Модель работы морского порта (1 вариант)

После запуска симуляции я получила отчёт (рис. 4.6).

lab17_3.1.1 - REPORT

GPSS World Simulation Report - lab17_3.1.1

суббота, мая 24, 2025 20:00:53

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	4392.000	9	0	1

NAME	VALUE
OCHERED	10001.000
PRICHAL	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	219	0	0	
	2	QUEUE	219	0	0	
	3	ENTER	219	0	0	
	4	DEPART	219	0	0	
	5	ADVANCE	219	1	0	
	6	LEAVE	218	0	0	
	7	TERMINATE	218	0	0	
	8	GENERATE	183	0	0	
	9	TERMINATE	183	0	0	

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
OCHERED	1	0	219	219	0.000	0.000	0.000 0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
PRICHAL	10	7	0	3	657	1	1.483	0.148	0	0

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
402	0	4402.517	402	5	6		
403	0	4415.495	403	0	1		
404	0	4416.000	404	0	8		

Рис. 4.6: Отчёт по модели работы морского порта (1 вариант)

Судна обрабатываются быстрее, чем успевают приходить новые, так как очередь не набирается. По отчёту видно, что коэффициент загрузки довольно мал - всего 0.148. Это указывает на то, что подбирая оптимальное количество причалов, их можно уменьшить. Наименьшее возможное число причалов равно 3, так как каждый корабль в длину занимает именно 3 причала. Я заменила строчку prichal STORAGE 10 на prichal STORAGE 3 и получила следующее (рис. 4.7):

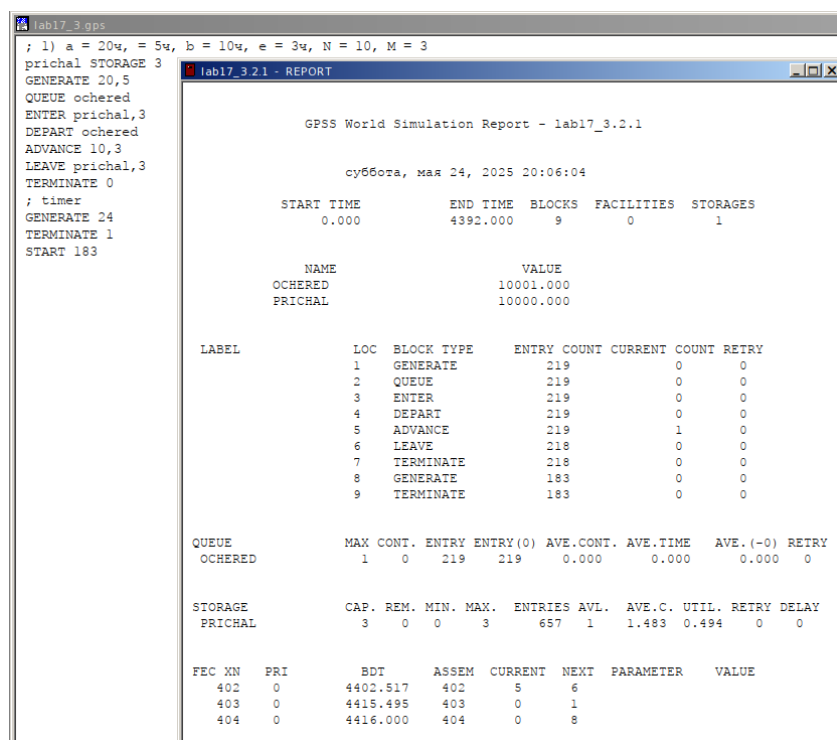


Рис. 4.7: Оптимизированная модель работы морского порта (1 вариант) и отчёт

Здесь уже коэффициент загрузки равен 0.495, что является более эффективным.

Второй вариант модели

Во втором варианте модели у нас изменились лишь параметры, поэтому модель выглядит идентично (рис. 4.8, 4.9):

```

lab17_3.gps
; 2) a = 30ч, = 10ч, b = 8ч, e = 4ч, N = 6, M = 2
prichal STORAGE 6
GENERATE 30,10
QUEUE ochered
ENTER prichal,2
DEPART ochered
ADVANCE 8,4
LEAVE prichal,2
TERMINATE 0
; timer
GENERATE 24
TERMINATE 1
START 183

```

Рис. 4.8: Модель работы морского порта (2 вариант)

lab17_3.3.1 - REPORT

GPSS World Simulation Report - lab17_3.3.1

суббота, мая 24, 2025 20:09:08

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	4392.000	9	0	1

NAME	VALUE
OCHERED	10001.000
PRICHAL	10000.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	145		0	0
	2	QUEUE	145		0	0
	3	ENTER	145		0	0
	4	DEPART	145		0	0
	5	ADVANCE	145		0	0
	6	LEAVE	145		0	0
	7	TERMINATE	145		0	0
	8	GENERATE	183		0	0
	9	TERMINATE	183		0	0

QUEUE	MAX CONT.	ENTRY	ENTRY(0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE.(-0)	RETRY
OCHERED	1	0	145	145	0.000	0.000	0.000 0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
PRICHAL	6	6	0	2	290 1	0.524	0.087	0	0

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
329	0	4398.661	329	0	1		
330	0	4416.000	330	0	8		

Рис. 4.9: Отчёт по модели работы морского порта (2 вариант)

В задании также сказано оптимизировать модель, потому что на данном этапе коэффициент загрузки крайне мал - всего 0.087. Так что, как и в прошлый раз, я сократила количество причалов до минимально возможного - 2 в данном случае (рис. 4.10).

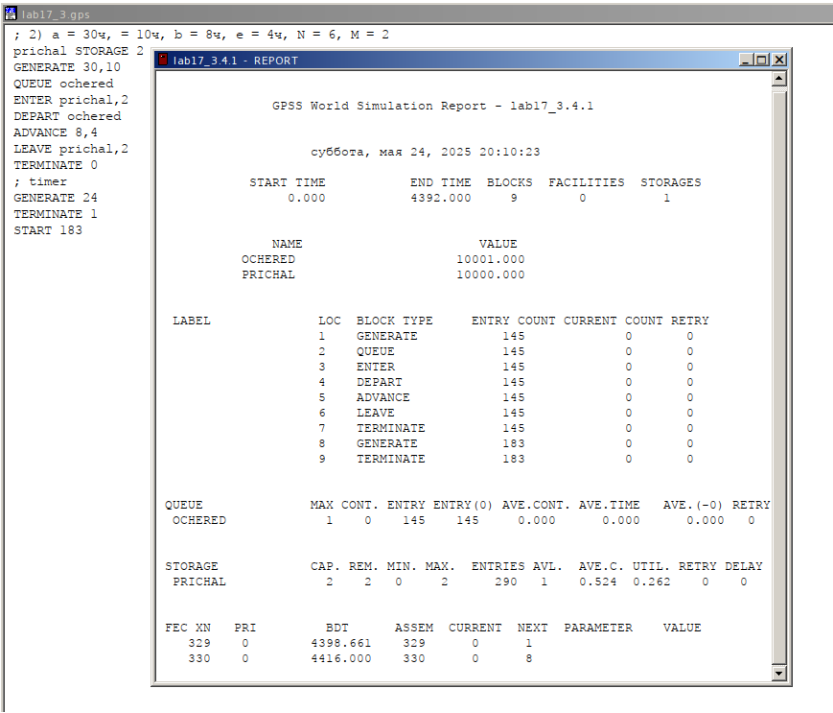


Рис. 4.10: Оптимизированная модель работы морского порта (2 вариант) и отчёт

Видно, что коэффициент загрузки стал равен 0.262, что уже выше, чем в прошлый раз.

5 Выводы

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

- модель работы вычислительного центра;
- модель работы аэропорта;
- модель работы морского порта.

Список литературы

1. GPSS-WORLD, основы имитационного моделирования на живых примерах [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/192044/>.
2. М. К.Е. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. Москва: ДМК Пресс, 2004. 318 с.