**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

Кафедра систем управления

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

По дисциплине МвПСС

Выполнил: Проверила:

Студент гр. 422403 Снисаренко С. В.

Филиппович Е.В.

**Минск 2017**

**Лабораторная работа №1**

***Создание моделей систем с одноканальными и многоканальными устройствами***

**Цель работы** *– ознакомление со средой имитационного моделирования GPSS World, изучение базовых операторов языка, сбор и анализ статистики, оценка производительности одноканальных и многоканальных устройств.*

**Задание 1.**Изготовление заданного количества деталей, моделирование таймера, использование очередей, списки событий, статистика.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* |
| 9 | 200 | 5±2 | 4±1 |

Базовые операторы*: generate, terminate, advance, seize, release, start, queue, depart*.

На прессе гибкого производственного модуля нужно изготовить ***a=200*** деталей. Заготовки к нему поступают через ***b=5***±***2*** минут. На изготовление одной детали уходит ***c=4***±***1***минут. Определить время, за которое будет изготовлено ***a=200*, *2a=400*** деталей. Сделать вывод о загрузке пресса. Предложить варианты оптимизации работы. Время поступления заготовок может изменяться не более чем на 50 % от номинального, а разброс – на 1 мин. Время обработки детали неизменно. Показать статистику повышения производительности.

1. **Изготовление 200 деталей**

*Программа:*

GENERATE 5,2

QUEUE QMASTER

SEIZE MASTER

DEPART QMASTER

ADVANCE 4,1

RELEASE MASTER

TERMINATE 1

START **200**

*Выходная статистика:*

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 1009.366 7 1 0

NAME VALUE

MASTER 10001.000

QMASTER 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 200 0 0

2 QUEUE 200 0 0

3 SEIZE 200 0 0

4 DEPART 200 0 0

5 ADVANCE 200 0 0

6 RELEASE 200 0 0

7 TERMINATE 200 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY

MASTER 200 0.792 3.996 1 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0)

QMASTER 1 0 200 141 0.055 0.276 0.937

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

201 0 1010.399 201 0 1

|  |  |
| --- | --- |
| время изготовления 200 деталей | **1009.366** минут |
| загрузка составила | **79.2%** |
| среднее время изготовления одной детали | **3.996 минут** |
| средняя длина очереди | **0.055 деталей** |
| среднее время ожидания заготовки в очереди | **0.276 минуты** |
| максимальная длина очереди | **1** деталь |
| заготовок сразу попали к рабочему (нулевое вхождение в очередь); | **141** заготовок |
| без учёта этих заготовок среднее время нахождения детали в очереди составило | **0.937** минуты |

1. **Изготовление 400 деталей**

*Программа:*

GENERATE 5,2

QUEUE QMASTER

SEIZE MASTER

DEPART QMASTER

ADVANCE 4,1

RELEASE MASTER

TERMINATE 1

START **400**

*Выходная статистика:*

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 2008.065 7 1 0

NAME VALUE

MASTER 10001.000

QMASTER 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 401 0 0

2 QUEUE 401 0 0

3 SEIZE 401 1 0

4 DEPART 400 0 0

5 ADVANCE 400 0 0

6 RELEASE 400 0 0

7 TERMINATE 400 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY

MASTER 401 0.795 3.980 1 401 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0)

QMASTER 1 1 401 289 0.053 0.266 0.954

CEC XN PRI M1 ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

401 0 2006.969 401 3 4

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

402 0 2010.845 402 0 1

|  |  |
| --- | --- |
| время изготовления 400 деталей | **2008.065** мин |
| загрузка составила | **79,5%** |
| среднее время изготовления одной детали | **3.980 минут** |
| средняя длина очереди | **0.053 деталей** |
| среднее время ожидания заготовки в очереди | **0.266 минуты** |
| максимальная длина очереди | **1** деталь |
| заготовок сразу попали к рабочему (нулевое вхождение в очередь); | **289** заготовок |
| без учёта этих заготовок среднее время нахождения детали в очереди составило | **0.954** минуты |

1. **Проведем** о**птимизацию работы, уменьшив время поступления заготовок b=4±2**

*Программа:*

GENERATE 4,2

QUEUE QMASTER

SEIZE MASTER

DEPART QMASTER

ADVANCE 4,1

RELEASE MASTER

TERMINATE 1

START **200**

*Выходная статистика:*

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 812.750 7 1 0

NAME VALUE

MASTER 10001.000

QMASTER 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 201 0 0

2 QUEUE 201 0 0

3 SEIZE 201 1 0

4 DEPART 200 0 0

5 ADVANCE 200 0 0

6 RELEASE 200 0 0

7 TERMINATE 200 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY

MASTER 201 0.983 3.976 1 201 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0)

QMASTER 4 1 201 10 1.565 6.329 6.660

CEC XN PRI M1 ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

201 0 809.297 201 3 4

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

202 0 814.117 202 0 1

|  |  |
| --- | --- |
| время изготовления 80 деталей | **812.750** минут |
| загрузка составила | **98,3 %** |
| среднее время изготовления одной детали | **3.976** минут |
| средняя длина очереди | **1.565** деталей |
| среднее время ожидания заготовки в очереди | **6.329** минуты |
| максимальная длина очереди | **4** детали |
| заготовок сразу попали к рабочему (нулевое вхождение в очередь); | **10** заготовки |
| без учёта этих заготовок среднее время нахождения детали в очереди составило | **6.660** минуты |

1. **Организуем работу пресса в течение одной смены (8 часов – 480 мин)**

*Программа:*

GENERATE 5,2

QUEUE QMASTER

SEIZE MASTER

DEPART QMASTER

ADVANCE 4,1

RELEASE MASTER

TERMINATE

GENERATE 480

TERMINATE 1

START **1**

*Выходная статистика:*

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 1 0

NAME VALUE

MASTER 10001.000

QMASTER 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 93 0 0

2 QUEUE 93 0 0

3 SEIZE 93 0 0

4 DEPART 93 0 0

5 ADVANCE 93 0 0

6 RELEASE 93 0 0

7 TERMINATE 93 0 0

8 GENERATE 1 0 0

9 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY

MASTER 93 0.776 4.005 1 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0)

QMASTER 1 0 93 66 0.055 0.285 0.983

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

95 0 480.457 95 0 1

96 0 960.000 96 0 8

|  |  |
| --- | --- |
| За смену изготавливается | **93** детали |
| загрузка составила | **77,6%** |
| среднее время изготовления одной детали | **4.005 минут** |
| средняя длина очереди | **0.055 деталей** |
| среднее время ожидания заготовки в очереди | **0.285** минут |
| максимальная длина очереди | **1** деталь |
| заготовок сразу попали к рабочему (нулевое вхождение в очередь); | **66** заготовок |
| без учёта этих заготовок среднее время нахождения детали в очереди составило | **0.983** минут |

1. **Пресс работает в течение 2-х смен (16 часов = 960 мин)**

*Программа:*

GENERATE 5,2

QUEUE QMASTER

SEIZE MASTER

DEPART QMASTER

ADVANCE 4,1

RELEASE MASTER

TERMINATE

GENERATE 960

TERMINATE 1

START 1

*Выходная статистика:*

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 960.000 9 1 0

NAME VALUE

MASTER 10001.000

QMASTER 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 191 0 0

2 QUEUE 191 0 0

3 SEIZE 191 0 0

4 DEPART 191 0 0

5 ADVANCE 191 1 0

6 RELEASE 190 0 0

7 TERMINATE 190 0 0

8 GENERATE 1 0 0

9 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY

MASTER 191 0.792 3.979 1 192 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0)

QMASTER 1 0 191 136 0.051 0.257 0.891

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

193 0 961.495 193 0 1

192 0 962.430 192 5 6

194 0 1920.000 194 0 8

|  |  |
| --- | --- |
| За смену изготавливается | **191** деталей |
| загрузка составила | **79,2%** |
| среднее время изготовления одной детали | **3.979 минут** |
| средняя длина очереди | **0.051 деталей** |
| среднее время ожидания заготовки в очереди | **0.257** минут |
| максимальная длина очереди | **1** деталь |
| заготовок сразу попали к рабочему (нулевое вхождение в очередь); | **136** заготовок |
| без учёта этих заготовок среднее время нахождения детали в очереди составило | **0.891** минут |

1. **Проведем** о**птимизацию работы за две смены, уменьшив время поступления заготовок b=4±2**

*Программа:*

GENERATE 4,2

QUEUE QMASTER

SEIZE MASTER

DEPART QMASTER

ADVANCE 4,1

RELEASE MASTER

TERMINATE

GENERATE 960

TERMINATE 1

START **1**

*Выходная статистика:*

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 960.000 9 1 0

NAME VALUE

MASTER 10001.000

QMASTER 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 237 0 0

2 QUEUE 237 0 0

3 SEIZE 237 0 0

4 DEPART 237 0 0

5 ADVANCE 237 1 0

6 RELEASE 236 0 0

7 TERMINATE 236 0 0

8 GENERATE 1 0 0

9 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY

MASTER 237 0.985 3.989 1 238 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0)

QMASTER 4 0 237 12 1.461 5.917 6.232

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

239 0 960.419 239 0 1

238 0 962.716 238 5 6

240 0 1920.000 240 0 8

|  |  |
| --- | --- |
| За смену изготавливается | **237** деталей |
| загрузка составила | **98,5%,** |
| среднее время изготовления одной детали | **3.989 минут** |
| средняя длина очереди | **1.461 деталей** |
| среднее время ожидания заготовки в очереди | **5.917** минут |
| максимальная длина очереди | **4** детали |
| заготовок сразу попали к рабочему (нулевое вхождение в очередь); | **12** заготовок |
| без учёта этих заготовок среднее время нахождения детали в очереди составило | **6,232** минут |

**Задание 2.**Моделирование одноканальных и многоканальных устройств

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *d* |
| 9 | 3±1 | 12±3 | 7±1 | 4±2 |

Базовые операторы*: seize, release, storage, enter, leave.*

В цех поступают заготовки через ***a=*3±1** мин. Вначале деталь обрабатывается на токарном станке в течение ***b=*12±3** мин. Далее деталь обрабатывается на фрезерном станке ***c=*7±1** мин. и на шлифовальном станке ***d=*4±2** мин. Время перемещения между операциями составляет (1 ± 0,2) мин. Определить оптимальное количество токарных, фрезерных и шлифовальных станков. Частота подачи заготовок может варьироваться в пределах 10% от исходного значения. Провести моделирование в течение суток. Выполнить анализ выходной статистики.

* **Работа выполняется в течение суток = 24 ч = 1440 мин**

*Программа:*

FIR Storage 1

Generate 3,1

Queue FIRQ

Enter FIR

Depart FIRQ

Advance 12,3

Leave FIR

Advance 1,0.2

SEC Storage 1

Queue SECQ

Enter SEC

Depart SECQ

Advance 7,1

Leave SEC

Advance 1,0.2

THI Storage 1

Queue THIQ

Enter THI

Depart THIQ

Advance 4,2

Leave THI

Terminate

Generate 1440

Terminate 1

Start 1

*Выходная статистика:*

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 1440.000 21 0 3

NAME VALUE

FIR 10000.000

FIRQ 10003.000

SEC 10001.000

SECQ 10004.000

THI 10002.000

THIQ 10005.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 480 0 0

2 QUEUE 480 359 0

3 ENTER 121 0 0

4 DEPART 121 0 0

5 ADVANCE 121 1 0

6 LEAVE 120 0 0

7 ADVANCE 120 0 0

8 QUEUE 120 0 0

9 ENTER 120 0 0

10 DEPART 120 0 0

11 ADVANCE 120 0 0

12 LEAVE 120 0 0

13 ADVANCE 120 0 0

14 QUEUE 120 0 0

15 ENTER 120 0 0

16 DEPART 120 0 0

17 ADVANCE 120 1 0

18 LEAVE 119 0 0

19 TERMINATE 119 0 0

20 GENERATE 1 0 0

21 TERMINATE 1 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) FIRQ 359 359 480 1 179.502 538.507 539.632

SECQ 1 0 120 120 0.000 0.000 0.000

THIQ 1 0 120 120 0.000 0.000 0.000

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY

FIR 1 0 0 1 121 1 0.997 0.997 0

SEC 1 1 0 1 120 1 0.580 0.580 0

THI 1 0 0 1 120 1 0.320 0.320 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

122 0 1441.258 122 5 6

482 0 1441.742 482 0 1

121 0 1442.409 121 17 18

483 0 2880.000 483 0 20

|  |  |
| --- | --- |
| цех изготовил за смену | **119** деталей |
| загрузка токарного станка | **99,7%** |
| загрузка фрезерного станка | **58,0%** |
| загрузка шлифовального станка | **32,0%** |

Среднее время ожидания токарного станка 538 минут, средняя очередь 180 деталей. На фрезерный и шлифовальный станок очереди отсутствуют. Максимальная длина очереди на токарный станок – 359 деталей, на шлифовальный и фрезерный – 1 деталь.

Оптимальное количество станков:

Токарный – 4

Фрезерный ­­– 3

Шлифовальный – 2

Тогда:

*Программа:*

FIR Storage 4

Generate 3,1

Queue FIRQ

Enter FIR

Depart FIRQ

Advance 12,3

Leave FIR

Advance 1,0.2

SEC Storage 3

Queue SECQ

Enter SEC

Depart SECQ

Advance 7,1

Leave SEC

Advance 1,0.2

THI Storage 2

Queue THIQ

Enter THI

Depart THIQ

Advance 4,2

Leave THI

Terminate

Generate 1440

Terminate 1

Start 1

*Выходная статистика:*

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 1440.000 21 0 3

NAME VALUE

FIR 10000.000

FIRQ 10003.000

SEC 10001.000

SECQ 10004.000

THI 10002.000

THIQ 10005.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 480 0 0

2 QUEUE 480 5 0

3 ENTER 475 0 0

4 DEPART 475 0 0

5 ADVANCE 475 4 0

6 LEAVE 471 0 0

7 ADVANCE 471 0 0

8 QUEUE 471 0 0

9 ENTER 471 0 0

10 DEPART 471 0 0

11 ADVANCE 471 3 0

12 LEAVE 468 0 0

13 ADVANCE 468 1 0

14 QUEUE 467 0 0

15 ENTER 467 0 0

16 DEPART 467 0 0

17 ADVANCE 467 0 0

18 LEAVE 467 0 0

19 TERMINATE 467 0 0

20 GENERATE 1 0 0

21 TERMINATE 1 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0

FIRQ 6 5 480 42 1.785 5.354 5.868 0

SECQ 2 0 471 369 0.118 0.362 1.670 0

THIQ 2 0 467 382 0.064 0.198 1.087 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY

FIR 4 0 0 4 475 1 3.939 0.985 0 5

SEC 3 0 0 3 471 1 2.282 0.761 0 0

THI 2 2 0 2 467 1 1.264 0.632 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

471 0 1440.630 471 13 14

469 0 1440.923 469 11 12

470 0 1441.804 470 11 12

482 0 1443.147 482 0 1

473 0 1445.026 473 5 6

474 0 1445.581 474 5 6

472 0 1445.814 472 11 12

475 0 1448.492 475 5 6

476 0 1449.822 476 5 6

483 0 2880.000 483 0 20

Загрузка токарного станка ­– 98.5%, фрезерного – 76.1%, шлифовального – 63.2%. Среднее время ожидания токарных станков 5.354 минуты, на фрезерных – 0.188 минута, шлифовальный станок – 0.064 минуты. Максимальная длина очереди на токарный станок – 6 деталей, на шлифовальный – 2 и фрезерный – 2 деталей.

**Лабораторная работа №2**

***Имитационное моделирование с использованием***

***вычислительных объектов***

**Цель работы** *– использование функций и различных законов распределения, моделирование последовательной работы оборудования.*

**2.1 Практические задания**

**Задание 1.***Использование различных законов распределения.*

Базовые операторы*: exponential, normal, uniform, duniform, triangular,   
binominal, poisson.*

            На станции техобслуживания работает *a* мастеров. Каждые *b* мин. приезжает клиент. Время обслуживания одного клиента составляет *c* мин. Промоделировать работу станции техобслуживания в течение рабочей смены. Рассмотреть варианты с 2–3 комбинациями законов распределения. Сделать вывод о лучшем и худшем сочетаниях законов распределения. Неизвестные параметры законов распределения выбрать по своему усмотрению. Рассмотреть один закон распределения с различными параметрами. Рассмотреть заданные законы распределения с различными отклонениями, промоделировать работу для 1, 3 и 10 рабочих смен. Задания выполняются согласно  индивидуальным вариантам (таблица 2.1).

 Таблица 2.1 – Варианты индивидуальных заданий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | a | b | с | |
| 9 | 5 | Распределение Пуассона со средним значением 12 | Гауссовское распределение с матожиданием 10 и СКО 2 | |
|  |  |  |  |  |

* Первоначальное условие

Generate (poisson(1,12))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

Friday, October 20, 2017 14:59:21

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 41 0 0

2 ENTER 41 0 0

3 QUEUE 41 0 0

4 DEPART 41 0 0

5 ADVANCE 41 2 0

6 LEAVE 39 0 0

7 TERMINATE 39 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

QMASTER 1 0 41 41 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 3 0 2 41 1 0.856 0.171 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

41 0 483.170 41 5 6

43 0 485.000 43 0 1

42 0 485.885 42 5 6

44 0 960.000 44 0 8

Анализ: Прошла 41 машина за смену. Работало 2 мастера, на конец моделирования не работало 3 мастера.

* Комбинация закон распределения: Нормальный с параметрами МО=4,СКО=1 и Экспоненциальный со средним значением 3.

Generate (NORMAL(1,4,1))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (EXPONENTIAL(1,0,3))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.1.1

Friday, October 20, 2017 15:12:11

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 120 0 0

2 ENTER 120 0 0

3 QUEUE 120 0 0

4 DEPART 120 0 0

5 ADVANCE 120 3 0

6 LEAVE 117 0 0

7 TERMINATE 117 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

QMASTER 1 0 120 120 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 2 0 3 120 1 0.820 0.164 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

118 0 480.172 118 5 6

120 0 481.984 120 5 6

121 0 482.249 121 5 6

122 0 483.735 122 0 1

123 0 960.000 123 0 8

Анализ: загружены были 3 мастера, за смену прошло 120 машин. На конец моделирования были свободны 2 мастера.

* Комбинация законов распределения: Равномерное в диапозоне 2–4 и Нормальный с параметрами МО=5,СКО=1.

Generate (DUNIFORM(1,2,4))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (NORMAL(1,5,1))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.1.1

Friday, October 20, 2017 15:15:48

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 163 0 0

2 ENTER 163 0 0

3 QUEUE 163 0 0

4 DEPART 163 0 0

5 ADVANCE 163 1 0

6 LEAVE 162 0 0

7 TERMINATE 162 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

QMASTER 1 0 163 163 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 4 0 4 163 1 1.672 0.334 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

165 0 481.000 165 0 1

164 0 481.050 164 5 6

166 0 960.000 166 0 8

Анализ: загружены были 4 мастера, за смену прошло 163 машин. На конец моделирования были свободны 4 мастера.

* Рассмотрим закон распределения Пуассона с уменьшением среднего значения до 10.

Generate (poisson(1,10))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.1.1

Friday, October 20, 2017 15:19:28

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 48 0 0

2 ENTER 48 0 0

3 QUEUE 48 0 0

4 DEPART 48 0 0

5 ADVANCE 48 0 0

6 LEAVE 48 0 0

7 TERMINATE 48 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

QMASTER 1 0 48 48 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 5 0 2 48 1 0.942 0.188 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

50 0 482.000 50 0 1

51 0 960.000 51 0 8

Анализ: загружены были 2, за смену прошло 48 машины. На конец моделирования были свободны 5 мастера.

* Рассмотрим закон распределения Пуассона с уменьшением среднего значения до 8, за 1 смену

Generate (poisson(1,8))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.2.1

Friday, October 20, 2017 15:21:00

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 62 0 0

2 ENTER 62 0 0

3 QUEUE 62 0 0

4 DEPART 62 0 0

5 ADVANCE 62 1 0

6 LEAVE 61 0 0

7 TERMINATE 61 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

QMASTER 1 0 62 62 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 4 0 3 62 1 1.284 0.257 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

64 0 483.000 64 0 1

63 0 485.869 63 5 6

65 0 960.000 65 0 8

Анализ: загружены были 3, за смену прошло 62 машины. На конец моделирования были свободен 4 мастер.

* Рассмотрим закон распределения Пуассона с уменьшением среднего значения до 6, за 10 смен

Generate (poisson(1,6))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 4800

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.4.1

Friday, October 20, 2017 15:24:28

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 4800.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 809 0 0

2 ENTER 809 0 0

3 QUEUE 809 0 0

4 DEPART 809 0 0

5 ADVANCE 809 1 0

6 LEAVE 808 0 0

7 TERMINATE 808 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

QMASTER 1 0 809 809 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 4 0 5 809 1 1.686 0.337 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

811 0 4807.000 811 0 1

810 0 4807.478 810 5 6

812 0 9600.000 812 0 8

Анализ: загружены были 5, за 10 смен прошло 809 машины. На конец моделирования было свободно 4 мастера.

* Рассмотрим закон распределения Пуассона с уменьшением среднего значения до 6, за 3 смены

Generate (poisson(1,6))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 1440

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.5.1

Friday, October 20, 2017 15:26:36

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 1440.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 234 0 0

2 ENTER 234 0 0

3 QUEUE 234 0 0

4 DEPART 234 0 0

5 ADVANCE 234 1 0

6 LEAVE 233 0 0

7 TERMINATE 233 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

QMASTER 1 0 234 234 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 4 0 5 234 1 1.614 0.323 0 0

CEC XN PRI M1 ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

236 0 1440.000 236 0 1

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

235 0 1448.071 235 5 6

237 0 2880.000 237 0 8

Анализ: загружены были 5, за 3 смен прошло 234 машины. На конец моделирования были свободны 4 мастера.

**Задание 2.** *Организация циклов, применение стандартных числовых атрибутов.*

Базовые операторы*:* *assign*, *loop*, *test.*

На склад прибывают грузовые автомобили с контейнерами (от 4 до 10 шт.). В среднем на склад прибывает *a* автомобилей в час (интервалы между моментами их прибытия – экспоненциальные случайные величины). Одновременно на складе могут разгружаться не более чем 3 автомобиля. Выгрузка одного контейнера занимает от 4 до 12 минут. Склад вмещает *b* контейнеров. При заполнении склада разгрузка приостанавливается.

Примерно *c*% грузов доставляются заказчикам автомобилями, принадлежащими складу. Склад имеет *e*автомобилей. Доставка груза заказчику занимает от 1 до 5 ч. Остальные  грузы вывозятся автомобилями заказчиков. Интервал от поступления груза до прибытия за ним автомобилей заказчика составляет от 5 до 20 ч.

Одновременно на складе могут загружаться не более пяти автомобилей. Затраты времени на погрузку примерно такие же, как и на выгрузку.

Разработать имитационную программу для анализа работы склада в течение календарного года. Определить количество контейнеров, которое проходит через склад. Определить оптимальный объём склада. Определить минимальное и максимальное время доставки груза заказчику с момента прихода машины с грузом на склад своими силами и машинами заказчика. Предложить варианты повышения эффективности работы склада. Задания выполняются согласно  индивидуальным вариантам (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Варианты индивидуальных заданий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *e* |  |
| 9 | 10 | 180 | 50 | 8 |  |

sklad STORAGE 180

pogr STORAGE 5

razg STORAGE 3

car STORAGE 8

GENERATE (exponential(1,0,6)) // set 10 instead of 6

ASSIGN cont1,(duniform(2,4,10))

ASSIGN cont2,p$cont1

ASSIGN cont3,p$cont1

ASSIGN unloadtime,(duniform(3,4,12))

ASSIGN loadtime,p$unloadtime

ASSIGN owncartime,(duniform(4,60,300))

ASSIGN othercartime,(duniform(5,300,1200))

ENTER razg

unload ADVANCE p$unloadtime

ENTER sklad

LOOP cont1,unload

LEAVE razg

TRANSFER .50,owncars,othercars

owncars ENTER car

ENTER pogr

ownloop ADVANCE p$loadtime

LEAVE sklad

LOOP cont2,ownloop

LEAVE pogr

ADVANCE p$owncartime

LEAVE car

TERMINATE

othercars ADVANCE p$othercartime

ENTER pogr

otherloop ADVANCE p$loadtime

LEAVE sklad

LOOP cont3,otherloop

LEAVE pogr

TERMINATE

GENERATE (60#24#365)

TERMINATE 1

START 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 5.7.1

Friday, October 20, 2017 17:46:11

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 525600.000 32 0 4

NAME VALUE

CAR 10003.000

CONT1 10004.000

CONT2 10005.000

CONT3 10006.000

LOADTIME 10008.000

OTHERCARS 24.000

OTHERCARTIME 10010.000

OTHERLOOP 26.000

OWNCARS 15.000

OWNCARTIME 10009.000

OWNLOOP 17.000

POGR 10001.000

RAZG 10002.000

SKLAD 10000.000

UNLOAD 10.000

UNLOADTIME 10007.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 52699 0 0

2 ASSIGN 52699 0 0

3 ASSIGN 52699 0 0

4 ASSIGN 52699 0 0

5 ASSIGN 52699 0 0

6 ASSIGN 52699 0 0

7 ASSIGN 52699 0 0

8 ASSIGN 52699 26088 0

9 ENTER 26611 0 0

UNLOAD 10 ADVANCE 185885 3 0

11 ENTER 185882 0 0

12 LOOP 185882 0 0

13 LEAVE 26608 0 0

14 TRANSFER 26608 0 0

OWNCARS 15 ENTER 13329 0 0

16 ENTER 13329 0 0

OWNLOOP 17 ADVANCE 93295 0 0

18 LEAVE 93295 0 0

19 LOOP 93295 0 0

20 LEAVE 13329 0 0

21 ADVANCE 13329 4 0

22 LEAVE 13325 0 0

23 TERMINATE 13325 0 0

OTHERCARS 24 ADVANCE 13279 22 0

25 ENTER 13257 0 0

OTHERLOOP 26 ADVANCE 92408 1 0

27 LEAVE 92407 0 0

28 LOOP 92407 0 0

29 LEAVE 13256 0 0

30 TERMINATE 13256 0 0

31 GENERATE 1 0 0

32 TERMINATE 1 0 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

SKLAD 180 0 0 180 185882 1 157.960 0.878 0 2

POGR 5 4 0 5 26586 1 2.821 0.564 0 0

RAZG 3 0 0 3 26611 1 3.000 1.000 0 26088

CAR 8 4 0 8 13329 1 6.028 0.754 0 0

На складе на момент окончания моделирования не было свободных мест. За время моделирования на склад пришло 185882 контейнеров.

Оптимизируем модель: уменьшим время разгрузки контейнера, уменьшим время доставки груза, время самовывоза груза, увеличим ёмкость склада, количество машин доставки.

sklad STORAGE 200

pogr STORAGE 5

razg STORAGE 3

car STORAGE 13

GENERATE (exponential(1,0,10))

ASSIGN cont1,(duniform(2,4,10))

ASSIGN cont2,p$cont1

ASSIGN cont3,p$cont1

ASSIGN unloadtime,(duniform(3,1,3))

ASSIGN loadtime,p$unloadtime

ASSIGN owncartime,(duniform(4,30,140))

ASSIGN othercartime,(duniform(5,140,600))

ENTER razg

unload ADVANCE p$unloadtime

ENTER sklad

LOOP cont1,unload

LEAVE razg

TRANSFER .50,owncars,othercars

owncars ENTER car

ENTER pogr

ownloop ADVANCE p$loadtime

LEAVE sklad

LOOP cont2,ownloop

LEAVE pogr

ADVANCE p$owncartime

LEAVE car

TERMINATE

othercars ADVANCE p$othercartime

ENTER pogr

otherloop ADVANCE p$loadtime

LEAVE sklad

LOOP cont3,otherloop

LEAVE pogr

TERMINATE

GENERATE (60#24#365)

TERMINATE 1

START 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 5.15.1

Friday, October 20, 2017 18:00:24

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 525600.000 32 0 4

NAME VALUE

CAR 10003.000

CONT1 10004.000

CONT2 10005.000

CONT3 10006.000

LOADTIME 10008.000

OTHERCARS 24.000

OTHERCARTIME 10010.000

OTHERLOOP 26.000

OWNCARS 15.000

OWNCARTIME 10009.000

OWNLOOP 17.000

POGR 10001.000

RAZG 10002.000

SKLAD 10000.000

UNLOAD 10.000

UNLOADTIME 10007.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 52652 0 0

2 ASSIGN 52652 0 0

3 ASSIGN 52652 0 0

4 ASSIGN 52652 0 0

5 ASSIGN 52652 0 0

6 ASSIGN 52652 0 0

7 ASSIGN 52652 0 0

8 ASSIGN 52652 0 0

9 ENTER 52652 0 0

UNLOAD 10 ADVANCE 367977 2 0

11 ENTER 367975 0 0

12 LOOP 367975 0 0

13 LEAVE 52650 0 0

14 TRANSFER 52650 0 0

OWNCARS 15 ENTER 26216 0 0

16 ENTER 26216 0 0

OWNLOOP 17 ADVANCE 183290 0 0

18 LEAVE 183290 0 0

19 LOOP 183290 0 0

20 LEAVE 26216 0 0

21 ADVANCE 26216 7 0

22 LEAVE 26209 0 0

23 TERMINATE 26209 0 0

OTHERCARS 24 ADVANCE 26434 16 0

25 ENTER 26418 0 0

OTHERLOOP 26 ADVANCE 184551 2 0

27 LEAVE 184549 0 0

28 LOOP 184549 0 0

29 LEAVE 26416 0 0

30 TERMINATE 26416 0 0

31 GENERATE 1 0 0

32 TERMINATE 1 0 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

SKLAD 200 64 0 200 367975 1 140.569 0.703 0 0

POGR 5 3 0 5 52634 1 1.398 0.280 0 0

RAZG 3 1 0 3 52652 1 1.477 0.492 0 0

CAR 13 6 0 13 26216 1 4.936 0.380 0 0

**Лабораторная работа №2**

***Имитационное моделирование с использованием***

***вычислительных объектов***

**Цель работы** *– использование функций и различных законов распределения, моделирование последовательной работы оборудования.*

**2.1 Практические задания**

**Задание 1.***Использование различных законов распределения.*

Базовые операторы*: exponential, normal, uniform, duniform, triangular,   
binominal, poisson.*

            На станции техобслуживания работает *a* мастеров. Каждые *b* мин. приезжает клиент. Время обслуживания одного клиента составляет *c* мин. Промоделировать работу станции техобслуживания в течение рабочей смены. Рассмотреть варианты с 2–3 комбинациями законов распределения. Сделать вывод о лучшем и худшем сочетаниях законов распределения. Неизвестные параметры законов распределения выбрать по своему усмотрению. Рассмотреть один закон распределения с различными параметрами. Рассмотреть заданные законы распределения с различными отклонениями, промоделировать работу для 1, 3 и 10 рабочих смен. Задания выполняются согласно  индивидуальным вариантам (таблица 2.1).

 Таблица 2.1 – Варианты индивидуальных заданий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | a | b | с | |
| 9 | 5 | Распределение Пуассона со средним значением 12 | Гауссовское распределение с матожиданием 10 и СКО 2 | |
|  |  |  |  |  |

* Первоначальное условие

Generate (poisson(1,12))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 1.1.1

Friday, October 20, 2017 14:59:21

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 41 0 0

2 ENTER 41 0 0

3 QUEUE 41 0 0

4 DEPART 41 0 0

5 ADVANCE 41 2 0

6 LEAVE 39 0 0

7 TERMINATE 39 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

QMASTER 1 0 41 41 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 3 0 2 41 1 0.856 0.171 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

41 0 483.170 41 5 6

43 0 485.000 43 0 1

42 0 485.885 42 5 6

44 0 960.000 44 0 8

Анализ: Прошла 41 машина за смену. Работало 2 мастера, на конец моделирования не работало 3 мастера.

* Комбинация закон распределения: Нормальный с параметрами МО=4,СКО=1 и Экспоненциальный со средним значением 3.

Generate (NORMAL(1,4,1))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (EXPONENTIAL(1,0,3))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 2.1.1

Friday, October 20, 2017 15:12:11

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 120 0 0

2 ENTER 120 0 0

3 QUEUE 120 0 0

4 DEPART 120 0 0

5 ADVANCE 120 3 0

6 LEAVE 117 0 0

7 TERMINATE 117 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

QMASTER 1 0 120 120 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 2 0 3 120 1 0.820 0.164 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

118 0 480.172 118 5 6

120 0 481.984 120 5 6

121 0 482.249 121 5 6

122 0 483.735 122 0 1

123 0 960.000 123 0 8

Анализ: загружены были 3 мастера, за смену прошло 120 машин. На конец моделирования были свободны 2 мастера.

* Комбинация законов распределения: Равномерное в диапозоне 2–4 и Нормальный с параметрами МО=5,СКО=1.

Generate (DUNIFORM(1,2,4))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (NORMAL(1,5,1))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 3.1.1

Friday, October 20, 2017 15:15:48

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 163 0 0

2 ENTER 163 0 0

3 QUEUE 163 0 0

4 DEPART 163 0 0

5 ADVANCE 163 1 0

6 LEAVE 162 0 0

7 TERMINATE 162 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

QMASTER 1 0 163 163 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 4 0 4 163 1 1.672 0.334 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

165 0 481.000 165 0 1

164 0 481.050 164 5 6

166 0 960.000 166 0 8

Анализ: загружены были 4 мастера, за смену прошло 163 машин. На конец моделирования были свободны 4 мастера.

* Рассмотрим закон распределения Пуассона с уменьшением среднего значения до 10.

Generate (poisson(1,10))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.1.1

Friday, October 20, 2017 15:19:28

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 48 0 0

2 ENTER 48 0 0

3 QUEUE 48 0 0

4 DEPART 48 0 0

5 ADVANCE 48 0 0

6 LEAVE 48 0 0

7 TERMINATE 48 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

QMASTER 1 0 48 48 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 5 0 2 48 1 0.942 0.188 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

50 0 482.000 50 0 1

51 0 960.000 51 0 8

Анализ: загружены были 2, за смену прошло 48 машины. На конец моделирования были свободны 5 мастера.

* Рассмотрим закон распределения Пуассона с уменьшением среднего значения до 8, за 1 смену

Generate (poisson(1,8))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 480

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.2.1

Friday, October 20, 2017 15:21:00

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 62 0 0

2 ENTER 62 0 0

3 QUEUE 62 0 0

4 DEPART 62 0 0

5 ADVANCE 62 1 0

6 LEAVE 61 0 0

7 TERMINATE 61 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

QMASTER 1 0 62 62 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 4 0 3 62 1 1.284 0.257 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

64 0 483.000 64 0 1

63 0 485.869 63 5 6

65 0 960.000 65 0 8

Анализ: загружены были 3, за смену прошло 62 машины. На конец моделирования были свободен 4 мастер.

* Рассмотрим закон распределения Пуассона с уменьшением среднего значения до 6, за 10 смен

Generate (poisson(1,6))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 4800

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.4.1

Friday, October 20, 2017 15:24:28

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 4800.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 809 0 0

2 ENTER 809 0 0

3 QUEUE 809 0 0

4 DEPART 809 0 0

5 ADVANCE 809 1 0

6 LEAVE 808 0 0

7 TERMINATE 808 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

QMASTER 1 0 809 809 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 4 0 5 809 1 1.686 0.337 0 0

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

811 0 4807.000 811 0 1

810 0 4807.478 810 5 6

812 0 9600.000 812 0 8

Анализ: загружены были 5, за 10 смен прошло 809 машины. На конец моделирования было свободно 4 мастера.

* Рассмотрим закон распределения Пуассона с уменьшением среднего значения до 6, за 3 смены

Generate (poisson(1,6))

Master STORAGE 5

enter Master

queue qmaster

depart qmaster

advance (normal(1,10,2))

leave Master

terminate

Generate 1440

Terminate 1

Start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.5.1

Friday, October 20, 2017 15:26:36

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 1440.000 9 0 1

NAME VALUE

MASTER 10000.000

QMASTER 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 234 0 0

2 ENTER 234 0 0

3 QUEUE 234 0 0

4 DEPART 234 0 0

5 ADVANCE 234 1 0

6 LEAVE 233 0 0

7 TERMINATE 233 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

QMASTER 1 0 234 234 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MASTER 5 4 0 5 234 1 1.614 0.323 0 0

CEC XN PRI M1 ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

236 0 1440.000 236 0 1

FEC XN PRI BDT ASSEM CURRENT NEXT PARAMETER VALUE

235 0 1448.071 235 5 6

237 0 2880.000 237 0 8

Анализ: загружены были 5, за 3 смен прошло 234 машины. На конец моделирования были свободны 4 мастера.

**Задание 2.** *Организация циклов, применение стандартных числовых атрибутов.*

Базовые операторы*:* *assign*, *loop*, *test.*

На склад прибывают грузовые автомобили с контейнерами (от 4 до 10 шт.). В среднем на склад прибывает *a* автомобилей в час (интервалы между моментами их прибытия – экспоненциальные случайные величины). Одновременно на складе могут разгружаться не более чем 3 автомобиля. Выгрузка одного контейнера занимает от 4 до 12 минут. Склад вмещает *b* контейнеров. При заполнении склада разгрузка приостанавливается.

Примерно *c*% грузов доставляются заказчикам автомобилями, принадлежащими складу. Склад имеет *e*автомобилей. Доставка груза заказчику занимает от 1 до 5 ч. Остальные  грузы вывозятся автомобилями заказчиков. Интервал от поступления груза до прибытия за ним автомобилей заказчика составляет от 5 до 20 ч.

Одновременно на складе могут загружаться не более пяти автомобилей. Затраты времени на погрузку примерно такие же, как и на выгрузку.

Разработать имитационную программу для анализа работы склада в течение календарного года. Определить количество контейнеров, которое проходит через склад. Определить оптимальный объём склада. Определить минимальное и максимальное время доставки груза заказчику с момента прихода машины с грузом на склад своими силами и машинами заказчика. Предложить варианты повышения эффективности работы склада. Задания выполняются согласно  индивидуальным вариантам (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Варианты индивидуальных заданий

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *e* |  |
| 9 | 10 | 180 | 50 | 8 |  |

sklad STORAGE 180

pogr STORAGE 5

razg STORAGE 3

car STORAGE 8

GENERATE (exponential(1,0,6)) // set 10 instead of 6

ASSIGN cont1,(duniform(2,4,10))

ASSIGN cont2,p$cont1

ASSIGN cont3,p$cont1

ASSIGN unloadtime,(duniform(3,4,12))

ASSIGN loadtime,p$unloadtime

ASSIGN owncartime,(duniform(4,60,300))

ASSIGN othercartime,(duniform(5,300,1200))

ENTER razg

unload ADVANCE p$unloadtime

ENTER sklad

LOOP cont1,unload

LEAVE razg

TRANSFER .50,owncars,othercars

owncars ENTER car

ENTER pogr

ownloop ADVANCE p$loadtime

LEAVE sklad

LOOP cont2,ownloop

LEAVE pogr

ADVANCE p$owncartime

LEAVE car

TERMINATE

othercars ADVANCE p$othercartime

ENTER pogr

otherloop ADVANCE p$loadtime

LEAVE sklad

LOOP cont3,otherloop

LEAVE pogr

TERMINATE

GENERATE (60#24#365)

TERMINATE 1

START 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 5.7.1

Friday, October 20, 2017 17:46:11

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 525600.000 32 0 4

NAME VALUE

CAR 10003.000

CONT1 10004.000

CONT2 10005.000

CONT3 10006.000

LOADTIME 10008.000

OTHERCARS 24.000

OTHERCARTIME 10010.000

OTHERLOOP 26.000

OWNCARS 15.000

OWNCARTIME 10009.000

OWNLOOP 17.000

POGR 10001.000

RAZG 10002.000

SKLAD 10000.000

UNLOAD 10.000

UNLOADTIME 10007.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 52699 0 0

2 ASSIGN 52699 0 0

3 ASSIGN 52699 0 0

4 ASSIGN 52699 0 0

5 ASSIGN 52699 0 0

6 ASSIGN 52699 0 0

7 ASSIGN 52699 0 0

8 ASSIGN 52699 26088 0

9 ENTER 26611 0 0

UNLOAD 10 ADVANCE 185885 3 0

11 ENTER 185882 0 0

12 LOOP 185882 0 0

13 LEAVE 26608 0 0

14 TRANSFER 26608 0 0

OWNCARS 15 ENTER 13329 0 0

16 ENTER 13329 0 0

OWNLOOP 17 ADVANCE 93295 0 0

18 LEAVE 93295 0 0

19 LOOP 93295 0 0

20 LEAVE 13329 0 0

21 ADVANCE 13329 4 0

22 LEAVE 13325 0 0

23 TERMINATE 13325 0 0

OTHERCARS 24 ADVANCE 13279 22 0

25 ENTER 13257 0 0

OTHERLOOP 26 ADVANCE 92408 1 0

27 LEAVE 92407 0 0

28 LOOP 92407 0 0

29 LEAVE 13256 0 0

30 TERMINATE 13256 0 0

31 GENERATE 1 0 0

32 TERMINATE 1 0 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

SKLAD 180 0 0 180 185882 1 157.960 0.878 0 2

POGR 5 4 0 5 26586 1 2.821 0.564 0 0

RAZG 3 0 0 3 26611 1 3.000 1.000 0 26088

CAR 8 4 0 8 13329 1 6.028 0.754 0 0

На складе на момент окончания моделирования не было свободных мест. За время моделирования на склад пришло 185882 контейнеров.

Оптимизируем модель: уменьшим время разгрузки контейнера, уменьшим время доставки груза, время самовывоза груза, увеличим ёмкость склада, количество машин доставки.

sklad STORAGE 200

pogr STORAGE 5

razg STORAGE 3

car STORAGE 13

GENERATE (exponential(1,0,10))

ASSIGN cont1,(duniform(2,4,10))

ASSIGN cont2,p$cont1

ASSIGN cont3,p$cont1

ASSIGN unloadtime,(duniform(3,1,3))

ASSIGN loadtime,p$unloadtime

ASSIGN owncartime,(duniform(4,30,140))

ASSIGN othercartime,(duniform(5,140,600))

ENTER razg

unload ADVANCE p$unloadtime

ENTER sklad

LOOP cont1,unload

LEAVE razg

TRANSFER .50,owncars,othercars

owncars ENTER car

ENTER pogr

ownloop ADVANCE p$loadtime

LEAVE sklad

LOOP cont2,ownloop

LEAVE pogr

ADVANCE p$owncartime

LEAVE car

TERMINATE

othercars ADVANCE p$othercartime

ENTER pogr

otherloop ADVANCE p$loadtime

LEAVE sklad

LOOP cont3,otherloop

LEAVE pogr

TERMINATE

GENERATE (60#24#365)

TERMINATE 1

START 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 5.15.1

Friday, October 20, 2017 18:00:24

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 525600.000 32 0 4

NAME VALUE

CAR 10003.000

CONT1 10004.000

CONT2 10005.000

CONT3 10006.000

LOADTIME 10008.000

OTHERCARS 24.000

OTHERCARTIME 10010.000

OTHERLOOP 26.000

OWNCARS 15.000

OWNCARTIME 10009.000

OWNLOOP 17.000

POGR 10001.000

RAZG 10002.000

SKLAD 10000.000

UNLOAD 10.000

UNLOADTIME 10007.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 52652 0 0

2 ASSIGN 52652 0 0

3 ASSIGN 52652 0 0

4 ASSIGN 52652 0 0

5 ASSIGN 52652 0 0

6 ASSIGN 52652 0 0

7 ASSIGN 52652 0 0

8 ASSIGN 52652 0 0

9 ENTER 52652 0 0

UNLOAD 10 ADVANCE 367977 2 0

11 ENTER 367975 0 0

12 LOOP 367975 0 0

13 LEAVE 52650 0 0

14 TRANSFER 52650 0 0

OWNCARS 15 ENTER 26216 0 0

16 ENTER 26216 0 0

OWNLOOP 17 ADVANCE 183290 0 0

18 LEAVE 183290 0 0

19 LOOP 183290 0 0

20 LEAVE 26216 0 0

21 ADVANCE 26216 7 0

22 LEAVE 26209 0 0

23 TERMINATE 26209 0 0

OTHERCARS 24 ADVANCE 26434 16 0

25 ENTER 26418 0 0

OTHERLOOP 26 ADVANCE 184551 2 0

27 LEAVE 184549 0 0

28 LOOP 184549 0 0

29 LEAVE 26416 0 0

30 TERMINATE 26416 0 0

31 GENERATE 1 0 0

32 TERMINATE 1 0 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

SKLAD 200 64 0 200 367975 1 140.569 0.703 0 0

POGR 5 3 0 5 52634 1 1.398 0.280 0 0

RAZG 3 1 0 3 52652 1 1.477 0.492 0 0

CAR 13 6 0 13 26216 1 4.936 0.380 0 0

**Цель работы -** *организация синхронной работы подразделении, применение табличных величин для сбора статистики и ввода исходных данных.*

**Практические задания**

**Задание 1.** *Разработка имитационной программы для анализа работы участка технологического процесса производства.*

*Базовые операторы: split, assemble, gather.*

На участке цеха по выпуску напитков выполняются следующие операции: заполнение бутылок напитком и закупоривание, наклейка этикеток, установка бутылок в ящики.

Пустые бутылки по одной поступают в цех в среднем через каждые *a* с (экспоненциальная случайная величина). По мере поступления бутылки устанавливаются в поддон, вмещающий 25 бутылок. Поддон с бутылками поступает к машине, выполняющей заполнение и закупоривание. Эти операции выполняются для всех бутылок в поддоне одновременно и занимают *b* с на поддон (обе операции вместе). На закупоренные и заклеенные бутылки наклеиваются этикетки; эта операция занимает *c* с на бутылку (включая извлечение ее из поддона, наклеивание этикетки и установку обратно в поддон). По окончании всей обработки бутылки из поддона перегружаются в ящики, вмещающие по 6 бутылок.

Всего на участке используется *d* поддонов. Перемещение поддона от места подачи пустых бутылок к машине для заполнения и закупоривания, от нее - к месту наклейки этикеток, и оттуда - к месту перегрузки бутылок в ящики занимает по *e* с; возвращение пустого поддона к месту подачи пустых бутылок занимает 20 с.

Разработать имитационную программу для анализа процесса работы участка в течение недели (5 дней по 3 смены). Предложить возможные методы повышения выпуска продукции при минимальных изменениях технологического процесса производства.

**Вариант задачи:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **a** | **b** | **c** | **d** | **e** |
| 9 | 5 | 366 | Uniform(7,10) | 7 | 14 |

poddon storage 7

generate ,,,1

aaa advance (exponential(1,0,5))

split 1,aaa

gather 25

assemble 25

queue och

enter poddon

depart och

advance 36,6

split 24

advance (uniform(3,7,10))

gather 25

assemble 25

advance 14

advance 20

leave poddon

split 24

gather 6

assemble 6

terminate

generate (1440#5#60)

terminate 1

start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.3.1

Sunday, October 22, 2017 23:17:59

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 432000.000 22 0 1

NAME VALUE

AAA 2.000

OCH 10001.000

PODDON 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 1 0 0

AAA 2 ADVANCE 86627 1 0

3 SPLIT 86626 0 0

4 GATHER 86626 1 0

5 ASSEMBLE 86625 0 0

6 QUEUE 3465 0 0

7 ENTER 3465 0 0

8 DEPART 3465 0 0

9 ADVANCE 3465 1 0

10 SPLIT 3464 0 0

11 ADVANCE 86600 0 0

12 GATHER 86600 0 0

13 ASSEMBLE 86600 0 0

14 ADVANCE 3464 0 0

15 ADVANCE 3464 0 0

16 LEAVE 3464 0 0

17 SPLIT 3464 0 0

18 GATHER 86600 2 0

19 ASSEMBLE 86598 0 0

20 TERMINATE 14433 0 0

21 GENERATE 1 0 0

22 TERMINATE 1 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

OCH 1 0 3465 3465 0.000 0.000 0.000 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

PODDON 7 6 0 2 3465 1 0.641 0.092 0 0

За время моделирования будет произведено 3465 ящиков.

Загруженность поддонов 9.2%

Для увеличения производительности уменьшим количество поддонов до одного, тогда выходная характеристика будет иметь следующий вид:

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.4.1

Sunday, October 22, 2017 23:21:14

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 432000.000 22 0 1

NAME VALUE

AAA 2.000

OCH 10001.000

PODDON 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 1 0 0

AAA 2 ADVANCE 86635 1 0

3 SPLIT 86634 0 0

4 GATHER 86634 9 0

5 ASSEMBLE 86625 0 0

6 QUEUE 3465 0 0

7 ENTER 3465 0 0

8 DEPART 3465 0 0

9 ADVANCE 3465 0 0

10 SPLIT 3465 0 0

11 ADVANCE 86625 0 0

12 GATHER 86625 0 0

13 ASSEMBLE 86625 0 0

14 ADVANCE 3465 1 0

15 ADVANCE 3464 0 0

16 LEAVE 3464 0 0

17 SPLIT 3464 0 0

18 GATHER 86600 2 0

19 ASSEMBLE 86598 0 0

20 TERMINATE 14433 0 0

21 GENERATE 1 0 0

22 TERMINATE 1 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

OCH 1 0 3465 3368 0.002 0.202 7.199 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

PODDON 1 0 0 1 3465 1 0.642 0.642 0 0

Загруженность поддона оптимальна, очереди отсутствуют.

**Задание 2.** *Разработка имитационной программы для процесса работы мастерской.*

*Базовые операторы: split, assemble, gather.*

Мастерская по наладке устройств, получает задания каждые *a* мин. Устройство состоит из 3 частей. Бригада ремонтников (3 чел) после получения устройства в течение (5  2) мин разбирает его на части и каждый из рабочих занимается своей частью в течение *b* мин. Затем части отправляются на тестирование, а бригада берется за новое устройство, но только после отправки всех 3 частей. Тестирование занимает по *c* минут на часть, после чего устройство собирают в течение (6  3) мин и отправляют на склад.

Разработать имитационную программу для анализа процесса работы мастерской в течение дня (2 смены). Предложить способы повышения эффективности работы ремонтников.

**Вариант задачи:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Вариант** | **a** | **b** | **c** |
| 9 | 36±6 | 12±3, 16±2, 14±2 | 6±2, 5±3, 2±1 |

GENERATE 36,6

QUEUE podach

ADVANCE 5,2

DEPART podach

SPLIT 2

TRANSFER ALL,rem\_fir,rem\_thi,5

rem\_fir SEIZE rm1

ADVANCE 12,3

RELEASE rm1

ADVANCE 6,2

TRANSFER ,sborka

rem\_sec SEIZE rm2

ADVANCE 16,2

RELEASE rm2

ADVANCE 5,3

TRANSFER ,sborka

rem\_thi SEIZE rm3

ADVANCE 14,2

RELEASE rm3

ADVANCE 2,1

TRANSFER ,sborka

sborka GATHER 3

ASSEMBLE 3

ADVANCE 6,3

TERMINATE

generate 960

terminate 1

start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.5.1

Sunday, October 22, 2017 23:54:18

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 960.000 27 3 0

NAME VALUE

PODACH 10000.000

REM\_FIR 7.000

REM\_SEC 12.000

REM\_THI 17.000

RM1 10001.000

RM2 10002.000

RM3 10003.000

SBORKA 22.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 26 0 0

2 QUEUE 26 0 0

3 ADVANCE 26 1 0

4 DEPART 25 0 0

5 SPLIT 25 0 0

6 TRANSFER 75 0 0

REM\_FIR 7 SEIZE 25 0 0

8 ADVANCE 25 0 0

9 RELEASE 25 0 0

10 ADVANCE 25 0 0

11 TRANSFER 25 0 0

REM\_SEC 12 SEIZE 25 0 0

13 ADVANCE 25 0 0

14 RELEASE 25 0 0

15 ADVANCE 25 0 0

16 TRANSFER 25 0 0

REM\_THI 17 SEIZE 25 0 0

18 ADVANCE 25 0 0

19 RELEASE 25 0 0

20 ADVANCE 25 0 0

21 TRANSFER 25 0 0

SBORKA 22 GATHER 75 0 0

23 ASSEMBLE 75 0 0

24 ADVANCE 25 0 0

25 TERMINATE 25 0 0

26 GENERATE 1 0 0

27 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

RM1 25 0.316 12.153 1 0 0 0 0 0

RM2 25 0.416 15.979 1 0 0 0 0 0

RM3 25 0.368 14.124 1 0 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

PODACH 1 1 26 0 0.139 5.147 5.147 0

За время моделирования было починено 25 устройства.

Очереди отсутствуют, загрузка работников маленькая.

Для увеличения производительности, уменьшим время поступления приборов. (generate 15, 1)

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 4.12.1

Monday, October 23, 2017 00:00:06

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 960.000 27 3 0

NAME VALUE

PODACH 10000.000

REM\_FIR 7.000

REM\_SEC 12.000

REM\_THI 17.000

RM1 10001.000

RM2 10002.000

RM3 10003.000

SBORKA 22.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 63 0 0

2 QUEUE 63 0 0

3 ADVANCE 63 0 0

4 DEPART 63 0 0

5 SPLIT 63 0 0

6 TRANSFER 189 0 0

REM\_FIR 7 SEIZE 65 0 0

8 ADVANCE 65 0 0

9 RELEASE 65 0 0

10 ADVANCE 65 1 0

11 TRANSFER 64 0 0

REM\_SEC 12 SEIZE 60 0 0

13 ADVANCE 60 1 0

14 RELEASE 59 0 0

15 ADVANCE 59 1 0

16 TRANSFER 58 0 0

REM\_THI 17 SEIZE 64 0 0

18 ADVANCE 64 1 0

19 RELEASE 63 0 0

20 ADVANCE 63 0 0

21 TRANSFER 63 0 0

SBORKA 22 GATHER 185 2 0

23 ASSEMBLE 183 0 0

24 ADVANCE 61 0 0

25 TERMINATE 61 0 0

26 GENERATE 1 0 0

27 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

RM1 65 0.822 12.140 1 0 0 0 0 0

RM2 60 0.965 15.434 1 191 0 0 0 0

RM3 64 0.929 13.934 1 190 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

PODACH 1 0 63 0 0.320 4.873 4.873 0

**Задание 3.** *Синхронизация работы, формирование таблиц.*

*Базовые операторы: match, adopt.*

В цех поступают заготовки двух типов. Заготовки первого типа поступают через *a* минут и обрабатываются на станке в течении *b* минут. Брак на операции составляет *c* %. Заготовки второго типа поступают на другой станок с интервалом *d* минут, обрабатываются *e* минут. Брак составляет *f* %. После этого обе детали попадают одновременно на третий станок, где собираются в одну деталь в течение *g* минут.

Определить минимальное и максимальное время сборки одной детали – от поступления заготовки до собранной детали. Занести время обработки деталей в таблицу с интервалом 1 минута.

**Вариант задачи:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* |
| 9 | 8-11 | Poisson(7) | 1 | Exponential(7) | Poisson(7) | 4 | 8-12 |

initial X$counter,1

generate (duniform(1,8,11))

assign 1,1

transfer ,check

generate (exponential (1,0,7))

assign 1,2

check test E p1,1,stanok2

seize stan1

advance (poisson(1,7))

release stan1

transfer .01,,term

adopt counter

a match b

transfer ,stanok3

stanok2 seize stan2

advance (poisson (1,7))

release stan2

transfer .04,,term

adopt counter

b match a

stanok3 assemble 2

savevalue counter+,1

queue sborka

advance (duniform(1,8,12));

depart sborka

term terminate

generate 480

terminate 1

start 1

GPSS World Simulation Report - Untitled Model 5.1.1

Monday, October 23, 2017 00:39:10

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 27 2 0

NAME VALUE

A 12.000

B 19.000

CHECK 6.000

COUNTER 10000.000

SBORKA 10003.000

STAN1 10002.000

STAN2 10001.000

STANOK2 14.000

STANOK3 20.000

TERM 25.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 50 0 0

2 ASSIGN 50 0 0

3 TRANSFER 50 0 0

4 GENERATE 64 0 0

5 ASSIGN 64 0 0

CHECK 6 TEST 114 1 0

7 SEIZE 50 0 0

8 ADVANCE 50 1 0

9 RELEASE 49 0 0

10 TRANSFER 49 0 0

11 ADOPT 49 0 0

A 12 MATCH 49 0 0

13 TRANSFER 49 0 0

STANOK2 14 SEIZE 63 0 0

15 ADVANCE 63 1 0

16 RELEASE 62 0 0

17 TRANSFER 62 0 0

18 ADOPT 60 0 0

B 19 MATCH 60 11 0

STANOK3 20 ASSEMBLE 98 0 0

21 SAVEVALUE 49 0 0

22 QUEUE 49 0 0

23 ADVANCE 49 0 0

24 DEPART 49 0 0

TERM 25 TERMINATE 51 0 0

26 GENERATE 1 0 0

27 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

STAN2 63 0.895 6.818 1 113 0 0 0 1

STAN1 50 0.727 6.980 1 114 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

SBORKA 2 0 49 0 1.054 10.327 10.327 0

SAVEVALUE RETRY VALUE

COUNTER 0 50.000

За одну рабочую смену будет собрано 49 деталей.

Загрузка станков оптимальна, очереди отсутствуют.

Среднее время обработки деталей на первом станке ­- 6.818 минут, на втором – 6.98 минут.

Для повышения производительности можно уменьшить время подачи деталей обоих типов.

**Лабораторная работа №5**

**Обработка внештатных ситуаций при имитационном моделировании**

**Цель работы –** *организация прерываний программы, работы одноканальных и многоканальных устройств, использование приоритетов.*

**Задание 1.** *Моделирование профилактических работ на производственном участке*

Базовые операторы*: savail, sunavail.*

В цехе установлено устройство обработки деталей, которое может обрабатывать по *a* деталей одновременно.  Детали на обработку поступают каждые *b* мин. Однако устройство необходимо останавливать для профилактического обслуживания каждые *c* минут, перерыв в работе длится *d* мин.

Необходимо скорректировать интервал поступления деталей так, чтобы детали, накапливающиеся за время перерыва, успевали обработаться до следующего перерыва. Построить график изменения количества деталей в очереди на обработку. Задания выполняются согласно индивидуальным вариантам (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Варианты индивидуальных заданий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *d* |
| 9 | 3 | 7±2 | 3 | 7 |

ustr storage 3

TBL QTABLE LIN,1,1,30

generate 7,2

queue LIN

enter ustr

advance 3

depart LIN

leave ustr

terminate

generate 3

queue pereriv

sunavail ustr

depart pereriv

advance 7

savail ustr

terminate

generate 480

terminate 1

start 1

Tuesday, October 24, 2017 20:59:39

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 480.000 16 0 1

NAME VALUE

LIN 10002.000

PERERIV 10003.000

TBL 10001.000

USTR 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 66 0 0

2 QUEUE 66 0 0

3 ENTER 66 0 0

4 DEPART 66 0 0

5 ADVANCE 66 1 0

6 LEAVE 65 0 0

7 TERMINATE 65 0 0

8 GENERATE 160 0 0

9 QUEUE 160 0 0

10 SUNAVAIL 160 0 0

11 DEPART 160 0 0

12 ADVANCE 160 3 0

13 SAVAIL 157 0 0

14 TERMINATE 157 0 0

15 GENERATE 1 0 0

16 TERMINATE 1 0 0

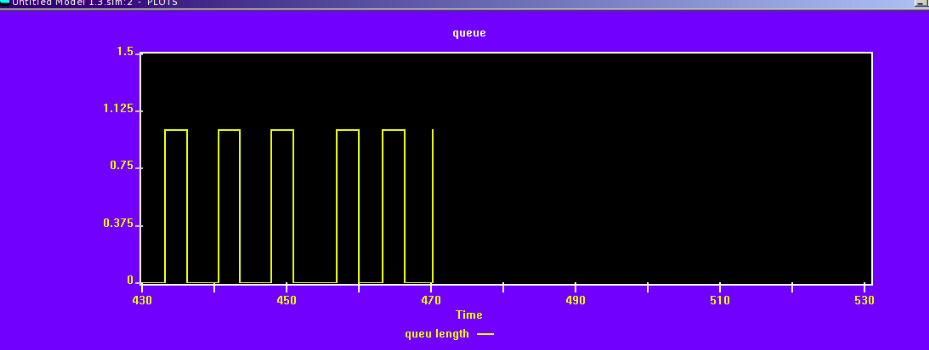
QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

LIN 1 0 66 47 0.026 0.191 0.665 0

PERERIV 1 0 160 160 0.000 0.000 0.000 0

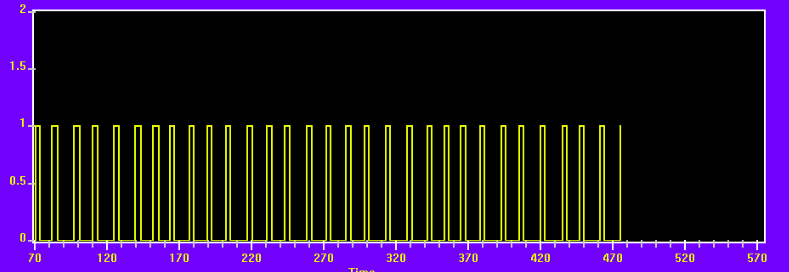
STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

USTR 3 2 0 1 66 0 0.408 0.136 0 0



Увеличим время поступления деталей

**GENERATE 13,2**

****

Как видим очередь уменьшилась и пропала очередь на последующих интервалах времени.

**Задание 2.***Моделирование прерываний работы устройств.*

Базовые операторы*:**preempt, return, priority.*

        В цехе установлен станок по обработке деталей. Обработка длится *a* минут. Заказы на детали бывают трех видов: обычные, срочные и сверхсрочные, они приходят каждые *b, c, d* мин соответственно. Более срочный заказ прерывает выполнение менее срочного

        Промоделировать работу станка в течение недели (5 дн., 2 смены). Показать графически (plot) как происходят прерывания выполнения заказов. Задание выполняется согласно индивидуальному варианту (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Варианты индивидуальных заданий

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *d* |
| 9 | 20 | 40 | 130 | 200 |

generate 40

queue och

seize stanok

depart och

advance 20

release stanok

terminate

generate 130

queue och2

priority 2

preempt stanok

advance 20

return stanok

terminate

generate 200

queue och3

priority 3

preempt stanok

advance 20

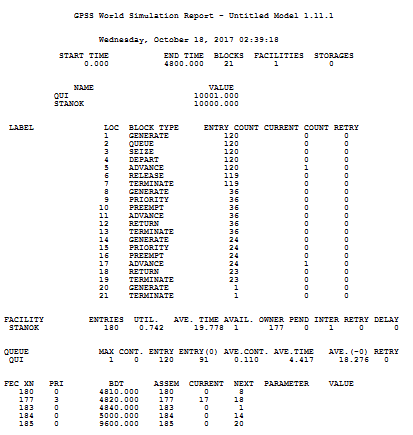
return stanok

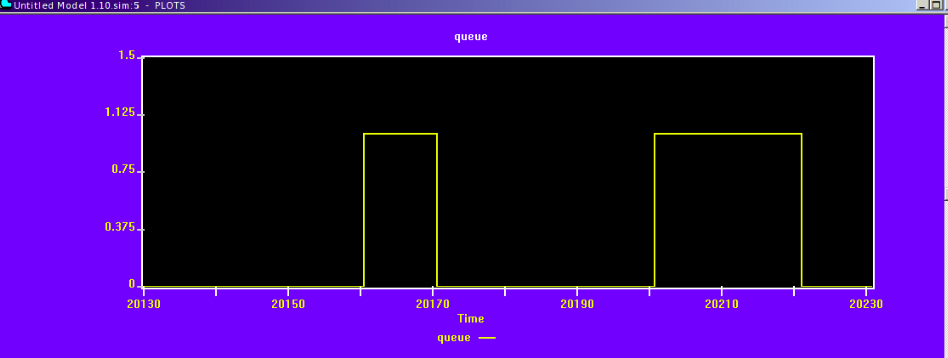
terminate

generate (60#16#5)

terminate 1

start 1





**Задание 3.** Обработка внештатных ситуаций и их профилактика.

В цехе установлен станок для обработки деталей. Детали поступают каждые *a*мин., обработка длится *b* мин. Каждые *c* мин. станок останавливают и в течении *d*мин. осматривают на наличие неисправностей. Кроме того, станок выходит из строя (обнаруживается поломка при осмотре) каждые *e*мин. На ремонт тратится *f*мин. После ремонта обрабатывавшуюся в момент поломки деталь необходимо подвергнуть действию *g*(забраковать, обработать заново, продолжить обработку), а осмотр станка – действию *h*(не прекращается во время ремонта, продолжается после, проходит заново).

Промоделировать работу станка в течение трех часов и показать графически порядок обработки деталей, осмотров и ремонтов(plot).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* | *g* | *h* |
| 9 | 3 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | Продолжить | Заново |

generate 3

queue Q\_obrabotka

seize stanok

depart Q\_obrabotka

advance 4

release stanok

terminate

generate 1

queue Q\_osmotr

preempt stanok

depart Q\_osmotr

osmotr advance 3

return stanok

terminate

generate 4

queue Q\_polomka

funavail stanok,RE,osmotr,,CO

depart Q\_polomka

advance 1

favail stanok

terminate

generate (180)

terminate 1

start 1

Tuesday, October 24, 2017 22:47:34

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 180.000 23 1 0

NAME VALUE

OSMOTR 12.000

Q\_OBRABOTKA 10002.000

Q\_OSMOTR 10000.000

Q\_POLOMKA 10003.000

STANOK 10001.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 60 0 0

2 QUEUE 60 60 0

3 SEIZE 0 0 0

4 DEPART 0 0 0

5 ADVANCE 0 0 0

6 RELEASE 0 0 0

7 TERMINATE 0 0 0

8 GENERATE 179 0 0

9 QUEUE 179 106 0

10 PREEMPT 73 27 0

11 DEPART 46 0 0

OSMOTR 12 ADVANCE 46 19 0

13 RETURN 27 0 0

14 TERMINATE 27 0 0

15 GENERATE 44 0 0

16 QUEUE 44 0 0

17 FUNAVAIL 44 0 0

18 DEPART 44 0 0

19 ADVANCE 44 0 0

20 FAVAIL 44 0 0

21 TERMINATE 44 0 0

22 GENERATE 1 0 0

23 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

STANOK 73 0.750 1.849 1 117 106 45 0 60

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

Q\_OSMOTR 133 133 179 2 65.761 66.128 66.876 0

Q\_OBRABOTKA 60 60 60 0 29.500 88.500 88.500 0

Q\_POLOMKA 1 0 44 44 0.000 0.000 0.000 0

**Лабораторная работа №6**

**Задание 1**.*Выбор направления движения.*

*Базовый оператор: select.*

В цеху имеется *a* станков. Заготовки поступают каждые *b* мин и направляются на станок, имеющий минимальную очередь, причем время движения заготовки от места поступления до станка равно *5n* (*n* – номер станка). Реализовать время перехода через обращение к матрице. Время обработки на станке зависит от длины очереди и определяется функцией *обработка = c – d\*очередь* (при этом максимальное повышение производительности равно 10*d*). Промоделировать работу участка в течение месяца. Предположить варианты повышения эффективности. Задание выполняется согласно индивидуальному варианту (таблица 6.1).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *d* |
| 9 | 5 | Poisson(10) | 62–66 | 0,8 |

stanok storage 5

matr matrix ,1,1

generate (poisson(1,10))

select e 1,1,5,0,q,no\_fst

msavevalue matr,1,1,p1

obr queue p1

enter stanok

advance (MX$matr(1,1)#5)

depart p1

assign 2,(duniform(1,62,64))

advance (p2-0.8#Q\*1)

leave stanok

terminate

no\_fst select min 1,1,5,,q

transfer ,obr

generate (1440#30)

terminate 1

start 1

Thursday, October 26, 2017 15:46:18

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 43200.000 15 0 1

NAME VALUE

MATR 10001.000

NO\_FST 12.000

OBR 4.000

STANOK 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 4313 0 0

2 SELECT 4313 0 0

3 MSAVEVALUE 16 0 0

OBR 4 QUEUE 4313 210 0

5 ENTER 4103 0 0

6 ADVANCE 4103 1 0

7 DEPART 4102 0 0

8 ASSIGN 4102 0 0

9 ADVANCE 4102 4 0

10 LEAVE 4098 0 0

11 TERMINATE 4098 0 0

NO\_FST 12 SELECT 4297 0 0

13 TRANSFER 4297 0 0

14 GENERATE 1 0 0

15 TERMINATE 1 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

1 44 43 876 0 38.477 1897.505 1897.505 0

2 44 43 867 0 38.315 1909.119 1909.119 0

3 43 42 863 0 38.076 1906.003 1906.003 0

4 43 42 858 0 37.871 1906.779 1906.779 0

5 43 41 849 0 37.692 1917.899 1917.899 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

STANOK 5 0 0 5 4103 1 4.996 0.999 0 210

Загруженность станка – 99.9%. За месяц будет обработано 4103 заготовок. Очереди минимальны. Для повышения эффективности можно увеличить количество станков.



**Задание 2.**  *Подсчёт устройств, удовлетворяющих критерию.*

Базовые операторы: select, count.

На заводе проходит испытание новое устройство покраски деталей. Устройство состоит из трех красящих и одного вспомогательного манипуляторов. Процесс организован так: вспомогательный манипулятор устанавливает деталь в одну из трёх рабочих позиций (*1* мин), затем красящий манипулятор наносит краску (*10*мин), вспомогательный убирает готовую деталь (*3* мин). Детали поступают каждые 8–10 мин и попадают на устройство с наименьшим числом обрабатываемых в данный момент деталей. Кроме того, каждый час происходит контроль одного из параметров (число занятых красящих манипуляторов с загрузкой больше 60%). Результаты проверок заносятся в таблицу. Промоделировать работу цеха в течении дня (2 смены).

initial    x$parm\_e,0

pokraska storage 3

tablica table parm\_e,1,60,10

generate(duniform(1,1,1))

          select E 1,1,3,0,F,min\_och

next seize p1

          advance 1

          release p1

queue p1

          enter pokraska

          depart p1

advance 10

                leave pokraska

          seize manipulator

          advance 3

          release manipulator

          transfer ,term

min\_och select min 1,1,3,,Q,next

transfer ,next

term terminate

generate 60

count L 2,1,3,0.06,FR;

savevalue parm\_e,p2

tabulate tablica

terminate

generate (960)

terminate 1

start 1

Thursday, October 26, 2017 20:16:32

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 960.000 24 4 1

NAME VALUE

MANIPULATOR 10003.000

MIN\_OCH 15.000

NEXT 3.000

PARM\_E 10000.000

POKRASKA 10001.000

TABLICA 10002.000

TERM 17.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 959 0 0

2 SELECT 959 0 0

NEXT 3 SEIZE 959 0 0

4 ADVANCE 959 1 0

5 RELEASE 958 0 0

6 QUEUE 958 670 0

7 ENTER 288 0 0

8 DEPART 288 0 0

9 ADVANCE 288 3 0

10 LEAVE 285 0 0

11 SEIZE 285 0 0

12 ADVANCE 285 1 0

13 RELEASE 284 0 0

14 TRANSFER 284 0 0

MIN\_OCH 15 SELECT 0 0 0

16 TRANSFER 0 0 0

TERM 17 TERMINATE 284 0 0

18 GENERATE 15 0 0

19 COUNT 15 0 0

20 SAVEVALUE 15 0 0

21 TABULATE 15 0 0

22 TERMINATE 15 0 0

23 GENERATE 1 0 0

24 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

1 652 0.679 1.000 1 0 0 0 0 0

2 307 0.320 1.000 1 976 0 0 0 0

3 0 0.000 0.000 1 0 0 0 0 0

MANIPULATOR 285 0.890 2.996 1 291 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

1 457 457 652 3 225.549 332.097 333.632 0

2 214 213 306 0 108.352 339.928 339.928 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

POKRASKA 3 0 0 3 288 1 2.991 0.997 0 670

TABLE MEAN STD.DEV. RANGE RETRY FREQUENCY CUM.%

TABLICA 10000.000 0.000 0

481.000 - \_ 15 100.00

SAVEVALUE RETRY VALUE

PARM\_E 0 1.000

**Лабораторная работа №7**

**Задание 1.***Уменьшение числа объектов в модели методом косвенной адресации.*

Базовые операторы*: function, variable, table, qtable, priority.*

На вход многоканальной системы с тремя каналами обслуживания поступает экспоненциальный поток заявок со средним интервалом поступления *a* единиц модельного времени. Каждая заявка с равной вероятностью 0,2 относится к одному из пяти видов: 1,  2, 3, 4 или 5. Среднее время обслуживания заявок каждого типа составляет соответственно *b*, *c*, *d*, *e*, *f* единиц модельного времени. Чем меньше среднее время обслуживания заявки, тем выше ее приоритет. Необходимо построить модель, позволяющую оценить средние значения времени ожидания заявок каждого вида, а также распределения общего времени ожидания в очереди и общего времени пребывания в системе.

Часть 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *c* | *d* | *e* | *f* |
| 9 | 140 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |

tract storage 3

runtime function p1,d5

1,90 /2,100 /3,110 /4,120 /5,130

setpri function p1,d5

1,5 /2,4 /3,3 /4,2 /5,1

generate (exponential(1,0,140))

assign 1,(duniform(2,1,5))

priority fn$setpri

queue fulltime

queue p1

enter tract

depart p1

advance fn$runtime

leave tract

depart fulltime

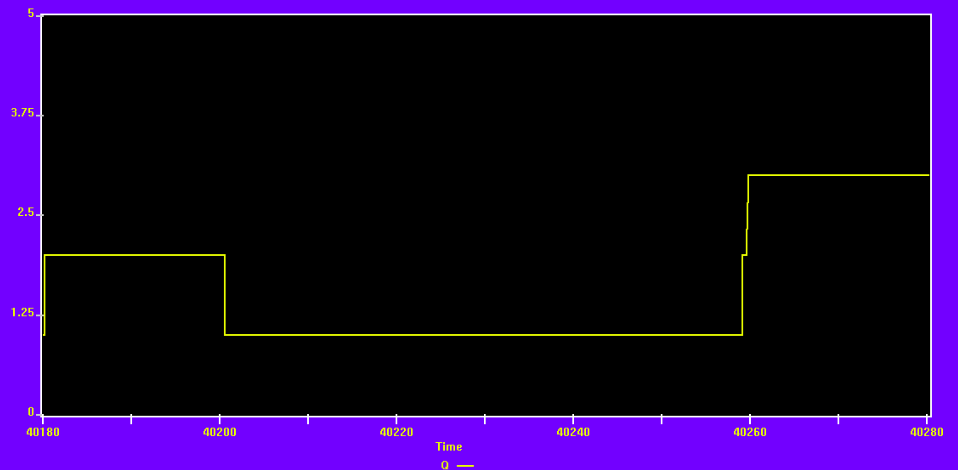
fulltime qtable fulltime,0,10,30

terminate

generate (30#24#60)

terminate 1

start 1



Saturday, October 28, 2017 13:16:37

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 43200.000 13 0 1

NAME VALUE

FULLTIME 10003.000

RUNTIME 10001.000

SETPRI 10002.000

TRACT 10000.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 297 0 0

2 ASSIGN 297 0 0

3 PRIORITY 297 0 0

4 QUEUE 297 0 0

5 QUEUE 297 0 0

6 ENTER 297 0 0

7 DEPART 297 0 0

8 ADVANCE 297 1 0

9 LEAVE 296 0 0

10 DEPART 296 0 0

11 TERMINATE 296 0 0

12 GENERATE 1 0 0

13 TERMINATE 1 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

1 1 0 66 63 0.001 0.531 11.679 0

2 2 0 57 53 0.005 3.965 56.502 0

3 1 0 60 56 0.002 1.194 17.908 0

4 1 0 54 50 0.002 1.788 24.133 0

5 2 0 60 55 0.008 5.801 69.607 0

FULLTIME 5 1 297 0 0.770 111.987 111.987 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

TRACT 3 2 0 3 297 1 0.752 0.251 0 0

TABLE MEAN STD.DEV. RANGE RETRY FREQUENCY CUM.%

FULLTIME 112.119 20.500 0

80.000 - 90.000 63 21.28

90.000 - 100.000 54 39.53

100.000 - 110.000 57 58.78

110.000 - 120.000 52 76.35

120.000 - 130.000 58 95.95

130.000 - 140.000 1 96.28

140.000 - 150.000 2 96.96

150.000 - 160.000 1 97.30

160.000 - 170.000 0 97.30

170.000 - 180.000 2 97.97

180.000 - 190.000 3 98.99

190.000 - 200.000 0 98.99

200.000 - 210.000 2 99.66

210.000 - 220.000 0 99.66

220.000 - 230.000 0 99.66

230.000 - 240.000 0 99.66

240.000 - 250.000 1 100.0

**Задание 2.***Обработка временных узлов для моделей со списками пользователя.*

Базовые операторы*: variable, transfer, assign, priority,  preempt, gate, test, link, unlink.*

На вычислительный комплекс коммутации сообщений поступают сообщения от трех абонентов и далее передаются по двум каналам передачи данных со скоростью 1кб/с. Длительности интервалов между сообщениями от каждого абонента распределены по экспоненциальному закону с интенсивностью λ 1/c. Сообщения равновероятно могут принадлежать одной из двух категорий: команды или иная информация. Команды обладают абсолютным приоритетом. Длины сообщений – команд равномерно распределены в интервале  1400–6000 байт. Длины  остальных сообщений (иная информация) распределены по нормальному закону с параметрами *m* и *n* байт. Для хранения сообщений, ожидающих обработки в комплексе, предусмотрен накопитель емкостью 1 Мб.

Разработать имитационную модель с целью исследования в течение 1 ч. функционирования вычислительного комплекса зависимости емкости накопителя от интенсивности поступления сообщений, обеспечивающей вероятность передачи сообщений-команд не менее *a*, а иной информации – не менее *b*.

Часть 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *a* | *b* | *m(\*103)* | *n(\*102)* |
| 9 | 0,9 | 0,7 | 2 | 3 |

memory storage 1000000

channels storage 2

initial x$sentinfo

initial x$sentcommand

initial x$gotinfo

initial x$gotcommand

initial x$allinfo

initial x$allcommand

getlength function p1,e2

1,(normal(2,2000,300)) /2,(duniform(3,1400,6000))

generate (exponential(1,0,30))

transfer ,send

generate (exponential(2,0,30))

transfer ,send

generate (exponential(3,0,30))

transfer ,send

send assign 1,(duniform(1,1,2))

assign 2,fn$getlength

priority p1

test e p1,1,iscommand

savevalue sentinfo+,1

transfer ,forward

iscommand savevalue sentcommand+,1

transfer ,forward

forward test g r$memory,p2,overflow

enter memory,p2

link sp,pr,send2

send2 enter channels

advance (p2/1024)

leave channels

test e p1,1,icommand2

savevalue gotinfo+,1

transfer ,forward2

icommand2 savevalue gotcommand+,1

transfer ,forward2

forward2 unlink sp,send2,r$channels

terminate

overflow terminate

generate 3600

savevalue allinfo,(x$gotinfo/x$sentinfo)

savevalue allcommand,(x$gotcommand/x$sentcommand)

terminate 1

start 1

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 3600.000 32 0 2

NAME VALUE

ALLCOMMAND 10007.000

ALLINFO 10006.000

CHANNELS 10001.000

FORWARD 15.000

FORWARD2 26.000

GETLENGTH 10008.000

GOTCOMMAND 10005.000

GOTINFO 10004.000

ICOMMAND2 24.000

ISCOMMAND 13.000

MEMORY 10000.000

OVERFLOW 28.000

SEND 7.000

SEND2 18.000

SENTCOMMAND 10003.000

SENTINFO 10002.000

SP 10009.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 131 0 0

2 TRANSFER 131 0 0

3 GENERATE 107 0 0

4 TRANSFER 107 0 0

5 GENERATE 110 0 0

6 TRANSFER 110 0 0

SEND 7 ASSIGN 348 0 0

8 ASSIGN 348 0 0

9 PRIORITY 348 0 0

10 TEST 348 0 0

11 SAVEVALUE 181 0 0

12 TRANSFER 181 0 0

ISCOMMAND 13 SAVEVALUE 167 0 0

14 TRANSFER 167 0 0

FORWARD 15 TEST 348 0 0

16 ENTER 346 0 0

17 LINK 346 0 0

SEND2 18 ENTER 346 0 0

19 ADVANCE 346 0 0

20 LEAVE 346 0 0

21 TEST 346 0 0

22 SAVEVALUE 180 0 0

23 TRANSFER 180 0 0

ICOMMAND2 24 SAVEVALUE 166 0 0

25 TRANSFER 166 0 0

FORWARD2 26 UNLINK 346 0 0

27 TERMINATE 346 0 0

OVERFLOW 28 TERMINATE 2 0 0

29 GENERATE 1 0 0

30 SAVEVALUE 1 0 0

31 SAVEVALUE 1 0 0

32 TERMINATE 1 0 0

STORAGE CAP. REM. MIN. MAX. ENTRIES AVL. AVE.C. UTIL. RETRY DELAY

MEMORY 1000000 556 0 999444 999444 1 476820.112 0.477 0 0

CHANNELS 2 2 0 2 346 1 0.271 0.136 0 0

USER CHAIN SIZE RETRY AVE.CONT ENTRIES MAX AVE.TIME

SP 0 0 0.048 80 3 2.169

SAVEVALUE RETRY VALUE

SENTINFO 0 182.000

SENTCOMMAND 0 168.000

GOTINFO 0 181.000

GOTCOMMAND 0 167.000

ALLINFO 0 0.995

ALLCOMMAND 0 0.994

**Лабораторная работа №8**

**Цель работы** *– исследование гибких участков штамповки, разработка алгоритмов  функционирования участков и оптимизация их работы посредством моделирования и анализа.*

**Задание.***Моделирование гибких участков штамповки.*

Проанализировать работу  участков штамповки деталей из штучных заготовок, компоновочные схемы которых представлены на рисунке 8.1 (однопрессовые)  и на рисунке 8.2  (двухпрессовые).

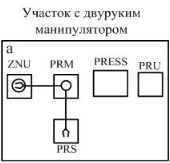


Рисунок 8.1 *–*Компоновочные схемы однопрессовых участков

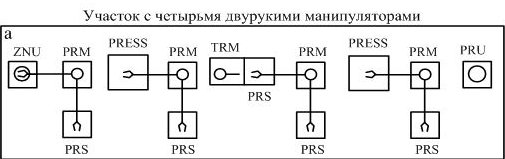


Рисунок 8.2 – Компоновочные схемы двухпрессовых участков деталей.

Продолжительность поворота загрузочного устройства на 90° – *m*с., перегрузка приемного устройства после его заполнения – *n* с., рабочего цикла прессования детали – *q* с.

**Экспериментальная часть**

Однопрессовый участок содержит пресс *PRESS*, четырехпозиционное поворотное загрузочное устройство *ZNU*(одно – в компоновках *а*, *б*; два – в компоновках *в, г, д, е*), приемное устройство *PRU* (в компоновках *а, б*), промежуточный приемный стол *PRS* (один – в компоновках *а, г*; два – в компоновке *в*), один или два манипулятора *PRM*.

В двухпрессовых участках между прессами находится транспортный манипулятор *TRM*.

Движение заготовок, полуфабрикатов и деталей осуществляется слева направо. Продолжительность цикла работы манипулятора (опустить руку, взять заготовку, поднять руку, повернуться на 90°, опустить руку, положить заготовку, поднять руку, возвратиться в исходное положение) составляет *k* с. Кассета вмещает *l*шт.заготовок, тара под отштампованные детали – *7l* шт.

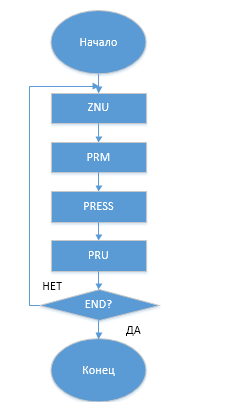
**Практические задания**

Составить алгоритм моделирования работы участка согласно варианту (таблица 8.1), по нему реализовать программу имитационной модели, учитывая, что работа участка  составила *p* смен при коэффициенте использования рабочего времени, равном 0,9. Оценить производительность участков и загрузку оборудования, а именно: количество отштампованных деталей, среднее время изготовления одной детали, коэффициенты загрузки основного и вспомогательного оборудования. Предложить варианты повышения производительности участков.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | *k* | *l* | *m* | *n* | *P* | *q* | *рис.* |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 7 | 3 | 300 | 10 | 150 | 1 | 1 | Б |

**Однопрессовый участок**



initial X$tara,0

generate 10

queue qznu

seize znu

depart qznu

advance 10

seize prm

release znu

advance 3

release prm

seize press

advance 1

release press

seize pru

release pru

savevalue tara+,1

test e x$tara,2100,term

advance 150

savevalue tara,0

terminate

term terminate

generate (1#8#60#60#0.9)

terminate 1

start 1

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 25920.000 21 4 0

NAME VALUE

PRESS 10004.000

PRM 10003.000

PRU 10005.000

QZNU 10001.000

TARA 10000.000

TERM 19.000

ZNU 10002.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 2591 0 0

2 QUEUE 2591 0 0

3 SEIZE 2591 0 0

4 DEPART 2591 0 0

5 ADVANCE 2591 1 0

6 SEIZE 2590 0 0

7 RELEASE 2590 0 0

8 ADVANCE 2590 0 0

9 RELEASE 2590 0 0

10 SEIZE 2590 0 0

11 ADVANCE 2590 0 0

12 RELEASE 2590 0 0

13 SEIZE 2590 0 0

14 RELEASE 2590 0 0

15 SAVEVALUE 2590 0 0

16 TEST 2590 0 0

17 ADVANCE 1 0 0

18 TERMINATE 1 0 0

TERM 19 TERMINATE 2589 0 0

20 GENERATE 1 0 0

21 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

ZNU 2591 1.000 10.000 1 2592 0 0 0 0

PRM 2590 0.300 3.000 1 0 0 0 0 0

PRESS 2590 0.100 1.000 1 0 0 0 0 0

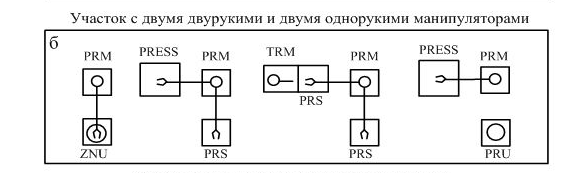
PRU 2590 0.000 0.000 1 0 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

QZNU 1 0 2591 2591 0.000 0.000 0.000 0

SAVEVALUE RETRY VALUE

TARA 0 2590.000



initial X$tara,0

generate 10

queue qznu

seize znu

depart qznu

advance 10

seize prm1\_1

release znu

advance 3

release prm1\_1

seize press\_1

advance 1

seize prm1\_2

release press\_1

advance 3

release prm1\_2

seize trm

advance 1

seize prm1\_3

release trm

advance 3

release prm1\_3

seize press\_2

advance 1.2

release press\_2

seize prm1\_4

advance 3

release prm1\_4

seize pru

release pru

savevalue tara+,1

test e x$tara,2100,term

advance 150

savevalue tara,0

terminate

term terminate

generate (1#8#60#60#0.9)

terminate 1

start 1

START TIME END TIME BLOCKS FACILITIES STORAGES

0.000 25920.000 37 9 0

NAME VALUE

PRESS\_1 10004.000

PRESS\_2 10008.000

PRM1\_1 10003.000

PRM1\_2 10005.000

PRM1\_3 10007.000

PRM1\_4 10009.000

PRU 10010.000

QZNU 10001.000

TARA 10000.000

TERM 35.000

TRM 10006.000

ZNU 10002.000

LABEL LOC BLOCK TYPE ENTRY COUNT CURRENT COUNT RETRY

1 GENERATE 2591 0 0

2 QUEUE 2591 0 0

3 SEIZE 2591 0 0

4 DEPART 2591 0 0

5 ADVANCE 2591 1 0

6 SEIZE 2590 0 0

7 RELEASE 2590 0 0

8 ADVANCE 2590 0 0

9 RELEASE 2590 0 0

10 SEIZE 2590 0 0

11 ADVANCE 2590 0 0

12 SEIZE 2590 0 0

13 RELEASE 2590 0 0

14 ADVANCE 2590 0 0

15 RELEASE 2590 0 0

16 SEIZE 2590 0 0

17 ADVANCE 2590 0 0

18 SEIZE 2590 0 0

19 RELEASE 2590 0 0

20 ADVANCE 2590 1 0

21 RELEASE 2589 0 0

22 SEIZE 2589 0 0

23 ADVANCE 2589 0 0

24 RELEASE 2589 0 0

25 SEIZE 2589 0 0

26 ADVANCE 2589 0 0

27 RELEASE 2589 0 0

28 SEIZE 2589 0 0

29 RELEASE 2589 0 0

30 SAVEVALUE 2589 0 0

31 TEST 2589 0 0

32 ADVANCE 1 0 0

33 SAVEVALUE 1 0 0

34 TERMINATE 1 0 0

TERM 35 TERMINATE 2588 0 0

36 GENERATE 1 0 0

37 TERMINATE 1 0 0

FACILITY ENTRIES UTIL. AVE. TIME AVAIL. OWNER PEND INTER RETRY DELAY

ZNU 2591 1.000 10.000 1 2592 0 0 0 0

PRM1\_1 2590 0.300 3.000 1 0 0 0 0 0

PRESS\_1 2590 0.100 1.000 1 0 0 0 0 0

PRM1\_2 2590 0.300 3.000 1 0 0 0 0 0

TRM 2590 0.100 1.000 1 0 0 0 0 0

PRM1\_3 2590 0.300 3.000 1 2591 0 0 0 0

PRESS\_2 2589 0.120 1.200 1 0 0 0 0 0

PRM1\_4 2589 0.300 3.000 1 0 0 0 0 0

PRU 2589 0.000 0.000 1 0 0 0 0 0

QUEUE MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME AVE.(-0) RETRY

QZNU 1 0 2591 2591 0.000 0.000 0.000 0

SAVEVALUE RETRY VALUE

TARA 0 474.000