**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.

1. **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.