Разработка имитационной модели ГПС на языке GPSS

1. **Цель**

* Освоить систему моделирования GPSS
* Провести серию независимых прогонов
* Обработать результаты моделирования

1. **Структура ГПС**

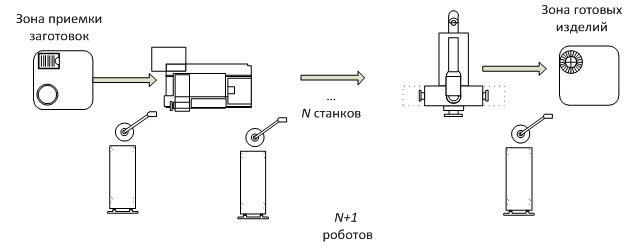


Рис.1 Структура ГПС

1. **Постановка задачи**

ГПС имеет в своем составе *N* станков с ЧПУ и *N+1* роботов, зону приемки заготовок и зону готовых изделий. Заготовки прибывают каждые *τ1* секунд по экспоненциальному закону, и последовательно обрабатываются на двух станках. Роботам требуется *τ2*±1 секунд чтобы захватить или отпустить компоненты. Времена обработки на станках распределены согласно таблице 1. На перемещение детали между станками и конечными точками роботу требуется 8 секунд.

1. **Требуется**

* Разработать имитационную модель ГПС на языке GPSS
* Смоделировать обработку 75 готовых изделий
* Собрать статистику по загрузке станков и робота
* Рассчитать доверительные интервалы
* Оформить отчет

**Варианты**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Количество станков | Интервал между прибытием заготовок, закон экс., *τ1, сек.* | Время обработки на первом станке *t1, сек.* | Время обработки на втором станке *t2, сек.* | Время обработки на третьем станке *t3, сек.* | Время захвата роботом заготовки *τ2, сек.* |
| 1 | 3 | 120 | Н (10, 1) | Э (20) | Э (10) | 12 |
| 2 | 2 | 90 | Р (7, 12) | Н (11, 1) | - | 10 |
| 3 | 3 | 156 | Э (12) | Р (13, 17) | Р (7, 11) | 13 |
| 4 | 3 | 145 | Н (7, 2) | Р (8, 16) | Р (15, 25) | 7 |
| 5 | 3 | 200 | Р (20, 25) | Э (13) | Н (15, 4) | 9 |
| 6 | 2 | 150 | Э (20) | Н (9, 1) | - | 14 |
| 7 | 2 | 45 | Р (17, 20) | Э (12) | - | 8 |
| 8 | 2 | 90 | Р (12, 17) | Н (12, 1) | - | 4 |
| 9 | 2 | 80 | Р (14, 20) | Н (7, 4) | - | 8 |
| 10 | 3 | 65 | Н (12, 3) | Р (8, 14) | Э (20) | 6 |
| 11 | 3 | 115 | Р (5, 10) | Э (11) | Э (13) | 9 |
| 12 | 3 | 135 | Э (12) | Н (15, 2) | Р (10, 14) | 10 |
| 13 | 2 | 180 | Н (9, 2) | Р (10,15 ) | - | 8 |
| 14 | 3 | 155 | Р (8, 12) | Э (7) | Р (17, 23) | 9 |
| 15 | 2 | 130 | Н (11, 3) | Р (13, 19) | - | 6 |

Таблица 1 – Варианты

Примечания к таблице

* Н – нормальный закон
* Э – экспоненциальный
* Р – равномерный

В скобках указаны параметры

* Для нормального – среднее значение и среднее квадратичное отклонение
* Для экспоненциального – среднее значение распределения
* Для равномерного – границы интервала распределения

1. **Разработка модели**

За основу модели ГПС может быть взята модель парикмахерской из лекций:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **GENERATE**  **QUEUE**  **SEIZE**  **DEPART**  **ADVANCE**  **RELEASE**  **TERMINATE**  **GENERATE**  **TERMINATE** | **18,6**  **QUEUE1**  **BARBER**  **QUEUE1**  **15,5**  **BARBER**  **480**  **1** | ; Приход **Клиента**  ; Появление в очереди  ; Переход к **Парикмахеру**  ; Уход из очереди  ; Обслуживание  ; Освобождение **Парикмахера**  ; Уход **Клиента**  ; Конец смены  ; Окончание моделирования |

Несколько основных команд при работе с GPSS:

* Запустить систему имитационного моделирования GPPS можно через меню Пуск/Все программы/GPSS World Student Version
* Создать модель File/New/Model
* Скомпилировать Command/Create Simulation
* Перекомпилировать Command/Retranslate
* Запустить Command/Start <начальное значение терминального счетчика>

Использование датчиков псевдослучайных чисел:

|  |  |
| --- | --- |
| **RMULT**  **GENERATE** | **123456789,87654321,756534234,9472523**  **(NORMAL(2,300,10))** |

, где команда RMULT задаёт четыре базы (максимум 7) для генераторов псевдослучайных чисел, а команда GENERATE создает транзакты по нормальному закону с математическим ожиданием 300 и средним квадратичным отклонением 10, при этом, нормальный закон связан с базой 2. Первая база используется командами GENERATE и ADVANCE по умолчанию. Пусть она останется за GPSS. Подробнее см. Edit/Settings/Random Number. Для генераторов, используемых в модели ГПС, необходимо указать различные друг от друга базы.

1. **Проведение экспериментов**

Для расчета доверительных интервалов требуется провести 20 независимых прогонов модели (N=20). Их независимость достигается за счет баз генераторов, которые в каждом прогоне должны быть различны. После каждого прогона информация о загрузке станка заносится в таблицу 1. По результатам 20-ти прогонов рассчитываются доверительные интервалы с точностями 90% и 95%. Для оценки зависимости значения доверительного интервала от количества прогонов, требуется отобрать первые 5 значений из таблицы 1 и повторить расчеты. Сравнить результаты при 20 и 5 прогонах.

1. **Заполнить таблицу результатами прогонов**

**Таблица 1. Результаты моделирования**

|  |  |
| --- | --- |
| Номер прогона | Загрузка k-го станка |
| 1 | 0.860058 |
| 2 | 0.849679 |
| 3 | 0.841986 |
| 4 | 0.816433 |
| 5 | 0.817706 |
| … | … |
| 20 | 0.837543 |

1. **Рассчитать оценки**
   1. **Расчет оценки математического ожидания для N=20 и N=5**

, где

- загрузка k-го станка в i-ом прогоне

* 1. **Расчет оценки дисперсии для N=20 и N=5**

1. **Заполнить таблицу данными**

**Таблица 2. Оценки мат. ожидания и дисперсии**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Станок k | Оценка мат. ожидания | Оценка дисперсии |
| N = 5 |  |  |
| N = 20 |  |  |

1. **Построить доверительные интервалы для загрузки станков для N=20 и N=5**

Доверительный интервал для k-го станка равен:

Для расчета доверительного интервала необходимо задать его точность. Она определяется через выбор α:

- точность доверительного интервала.

Соответственно при α = 0.1 мы получим 90% доверительный интервал.

Помимо α, необходимо определить степень свободы ν. Она зависит от количества средних значений:

ν = N-1

По этим двум переменным мы можем выбрать значение t, которые непосредственно используется при расчете доверительного интервала. Выбор производится по таблице 3. Значение определяется как:

t = tv, α/2

Обратите внимание, необходимо выбирать α/2.

**Таблица 3. t-распределение**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ν/(α/2) | 0.40 | 0.25 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.0005 |
| 1 | 0.324920 | 1.000000 | 3.077684 | 6.313752 | 12.70620 | 31.82052 | 63.65674 | 636.6192 |
| 2 | 0.288675 | 0.816497 | 1.885618 | 2.919986 | 4.30265 | 6.96456 | 9.92484 | 31.5991 |
| 3 | 0.276671 | 0.764892 | 1.637744 | 2.353363 | 3.18245 | 4.54070 | 5.84091 | 12.9240 |
| 4 | 0.270722 | 0.740697 | 1.533206 | 2.131847 | 2.77645 | 3.74695 | 4.60409 | 8.6103 |
| 5 | 0.267181 | 0.726687 | 1.475884 | 2.015048 | 2.57058 | 3.36493 | 4.03214 | 6.8688 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | 0.264835 | 0.717558 | 1.439756 | 1.943180 | 2.44691 | 3.14267 | 3.70743 | 5.9588 |
| 7 | 0.263167 | 0.711142 | 1.414924 | 1.894579 | 2.36462 | 2.99795 | 3.49948 | 5.4079 |
| 8 | 0.261921 | 0.706387 | 1.396815 | 1.859548 | 2.30600 | 2.89646 | 3.35539 | 5.0413 |
| 9 | 0.260955 | 0.702722 | 1.383029 | 1.833113 | 2.26216 | 2.82144 | 3.24984 | 4.7809 |
| 10 | 0.260185 | 0.699812 | 1.372184 | 1.812461 | 2.22814 | 2.76377 | 3.16927 | 4.5869 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | 0.259556 | 0.697445 | 1.363430 | 1.795885 | 2.20099 | 2.71808 | 3.10581 | 4.4370 |
| 12 | 0.259033 | 0.695483 | 1.356217 | 1.782288 | 2.17881 | 2.68100 | 3.05454 | 4.3178 |
| 13 | 0.258591 | 0.693829 | 1.350171 | 1.770933 | 2.16037 | 2.65031 | 3.01228 | 4.2208 |
| 14 | 0.258213 | 0.692417 | 1.345030 | 1.761310 | 2.14479 | 2.62449 | 2.97684 | 4.1405 |
| 15 | 0.257885 | 0.691197 | 1.340606 | 1.753050 | 2.13145 | 2.60248 | 2.94671 | 4.0728 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16 | 0.257599 | 0.690132 | 1.336757 | 1.745884 | 2.11991 | 2.58349 | 2.92078 | 4.0150 |
| 17 | 0.257347 | 0.689195 | 1.333379 | 1.739607 | 2.10982 | 2.56693 | 2.89823 | 3.9651 |
| 18 | 0.257123 | 0.688364 | 1.330391 | 1.734064 | 2.10092 | 2.55238 | 2.87844 | 3.9216 |
| 19 | 0.256923 | 0.687621 | 1.327728 | 1.729133 | 2.09302 | 2.53948 | 2.86093 | 3.8834 |
| 20 | 0.256743 | 0.686954 | 1.325341 | 1.724718 | 2.08596 | 2.52798 | 2.84534 | 3.8495 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21 | 0.256580 | 0.686352 | 1.323188 | 1.720743 | 2.07961 | 2.51765 | 2.83136 | 3.8193 |
| 22 | 0.256432 | 0.685805 | 1.321237 | 1.717144 | 2.07387 | 2.50832 | 2.81876 | 3.7921 |
| 23 | 0.256297 | 0.685306 | 1.319460 | 1.713872 | 2.06866 | 2.49987 | 2.80734 | 3.7676 |
| 24 | 0.256173 | 0.684850 | 1.317836 | 1.710882 | 2.06390 | 2.49216 | 2.79694 | 3.7454 |
| 25 | 0.256060 | 0.684430 | 1.316345 | 1.708141 | 2.05954 | 2.48511 | 2.78744 | 3.7251 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 26 | 0.255955 | 0.684043 | 1.314972 | 1.705618 | 2.05553 | 2.47863 | 2.77871 | 3.7066 |
| 27 | 0.255858 | 0.683685 | 1.313703 | 1.703288 | 2.05183 | 2.47266 | 2.77068 | 3.6896 |
| 28 | 0.255768 | 0.683353 | 1.312527 | 1.701131 | 2.04841 | 2.46714 | 2.76326 | 3.6739 |
| 29 | 0.255684 | 0.683044 | 1.311434 | 1.699127 | 2.04523 | 2.46202 | 2.75639 | 3.6594 |
| 30 | 0.255605 | 0.682756 | 1.310415 | 1.697261 | 2.04227 | 2.45726 | 2.75000 | 3.6460 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| inf | 0.253347 | 0.674490 | 1.281552 | 1.644854 | 1.95996 | 2.32635 | 2.57583 | 3.2905 |

1. **Заполнить таблицу значениями доверительных интервалов для 90% и 95%**

**Таблица 4. Доверительные интервалы**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Станок k | N=5 | N=20 |
|  | 0.837 ± 0.021 | ... |
|  | 0.837 ± 0.027 | ... |

1. **Сделать выводы на основе сравнения значений доверительных интервалов**
2. **Подготовить отчет**

Отчет должен содержать:

* Титульный лист с указанием фамилии и группы студента, названием работы
* Текст модели ГПС на языке GPSS
* Результаты 20-ти прогонов с информацией:
  + Значения баз генераторов
  + Длительность прогона
  + Загрузка всех устройств
  + Статистика по очередям
* Расчет доверительных интервалов для одного станка
* Выводы