Лабораторная работа №2

студента группы ИТ – 42 Курбатовой Софьи Андреевны

| Выполнение: | Защита | |
|-------------|--------|--|
| | | |

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛУЧАЙНЫХ НЕЗАВИСИМЫХ ВЕЛИЧИН

Цель работы: уточнение имитационной модели СМО посредством моделирования случайных величин, характеризующих параметры заявок и режимы функционирования устройств их обработки в реальной сложной системе.

Содержание работы

Система обработки информации содержит мультиплексный канал и N ЭВМ. Сигналы поступают на вход канала через t1(мкс).

В канале они предварительно обрабатываются в течение t2 (мкс). Затем они поступают на обработку в ту ЭВМ, где наименьшая очередь. Емкости входных накопителей в каждой ЭВМ - Е. Время обработки сигнала в каждой из ЭВМ - t3 (мкс).

Смоделировать процесс обработки 1000 сигналов.

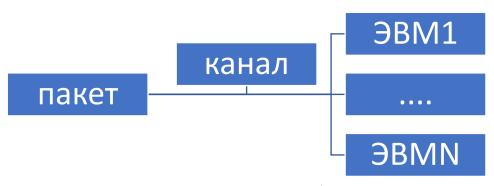
Данные для детерминированной модели CMO: N=3, t1=10, t2=10, t3=33, E=4.

Данные для стохастической модели СМО: интервал t1 распределен по показательному закону с параметром $\lambda 1$ =0,1, интервалы t2, t3 распределены нормально с параметрами m2=10, m3=33, $\sigma 2$ =1,5, $\sigma 3$ =3; вследствие возмущающих воздействий емкости входных накопителей каждой из ЭВМ непрерывно меняются, поэтому величина Е является стационарным случайным процессом с нормальным законом распределения и интервалом разброса [2... 6] (сигналы, находившиеся в накопителе до изменения его емкости и не вмещающиеся в него после изменения его емкости, уничтожаются).

Варьируемые параметры: N.

Показатели работы: производительность системы, стоимость обработки, вероятность переполнения накопителей.

Ход работы



Условные обозначения: Aij – активность, $\Phi Дi$ – функциональное действие, Y3ij – условие запуска.

В системе наблюдаются следующие функциональные действия (ФД):

ФД1 – приход сигнала с интервалом t1

ФД2 – обработка сигнала внутри канала

ФДЗ – поступление на обработку в ЭВМ с наименьшей очередью

Предполагается наличие следующих активностей:

А10 – Поступление сигнала в канал

А21 – Обработка сигнала внутри канала

А22 – Конец обработки и переход к следующему

А31 – Определение ЭВМ с меньшей очередью (где емкость больше)

А32 — Выполнение обработки сигнала в ЭВМ Кобрбсигн — количество обработанных сигналов. Квх — количество принятых (входных) сигналов Кпотерсигнал — количество сигналов, которые были потеряны

В задании одна случайная величина T1 распределяется по показательному закону распределения $\lambda 1$ =0,1 и две случайные величины (T2, T3) распределены по показательному закону распределения: m2=10, m3=33, a $\sigma 2$ =1,5, $\sigma 3$ =3.

$$T_1(t) = 0.1e^{-0.1t}$$

$$T_2(t) = \frac{1}{1.5\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(t-10)^2}{4.5}}$$

$$T_3(t) = \frac{1}{3\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(t-14)^2}{18}}$$

Далее был разработан программный модуль для генерации случайных чисел в соответствии с законами, описанными выше. Код для представлен на листинге 1.

Листинг 1

На рисунке ниже представлены результаты генерации чисел:

| 1 | Показательная величина | Нормальная величина 1 | Нормальная величина 2 |
|----|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| 2 | 7,335539802 | 8,839217068 | 33,74843671 |
| 3 | 3,041088123 | 8,681210142 | 33,71219306 |
| 4 | 2,488495351 | 11,75309731 | 28,85789497 |
| 5 | 9,042545037 | 10,51605867 | 37,61208981 |
| 6 | 8,522707849 | 12,19490501 | 30,56404817 |
| 7 | 4,823946016 | 12,80729281 | 34,41752865 |
| 8 | 2,330164874 | 11,89862106 | 28,84177724 |
| 9 | 4,114683183 | 9,164978466 | 36,25207597 |
| 10 | 1,251988417 | 10,76713883 | 33,80571016 |
| 11 | 12,50998866 | 10,82787412 | 37,80779225 |
| 12 | 8,504672531 | 10,54916483 | 32,46304338 |
| 13 | 11,84004488 | 7,578769245 | 29,10089423 |
| 14 | 43,86276994 | 10,05196071 | 36,27096062 |
| 15 | 0,595449073 | 12,28597981 | 34,12825617 |
| 16 | 23,96518059 | 11,66765691 | 27,27171262 |
| 17 | 16,71510111 | 11,22061909 | 31,06830131 |

Рис. 2.1. Сгенерированные числа

- 2. Далее было произведено тестирование по гистограмме. Полученные последовательности необходимо проверить на соответствие теоретическому закону распределения. Для этого:
 - 1. выбрала из полученных последовательностей минимальное и максимальное значение.
 - 2. интервал разбиения последовательности m=20, $N>=10^2 m => N=2000$.
 - 3. в каждый интервал попадает Nj чисел с вероятностью $P_j^{cm} = \frac{N_j}{N}$, где $N = \sum_{j=l}^m N_j$,
 - 4.выполнение расчета ширины и высоты получаемых гистограмм будет происходить по

формулам:
$$\begin{pmatrix} (x_j-x_{j-l}) & h_j = \frac{P_j^{cm}}{\left(x_j-x_{j-l}\right)}.$$

Фрагмент результатов расчета приведен на рисунках 2.2 и 2.3. deltaY – шаг.

| Мин | Макс | М | deltaY | y[i] | n[i] | N | p[i] | h[i] |
|-------|--------|--------|--------|--------|---------|----------|-------|-------|
| 0,001 | 68,236 | 20,000 | 3,412 | 0,001 | 582,000 | 2000,000 | 0,291 | 0,085 |
| | | | | 3,413 | 400,000 | | 0,200 | 0,059 |
| | | | | 6,824 | 277,000 | | 0,139 | 0,041 |
| | | | | 10,236 | 230,000 | | 0,115 | 0,034 |
| | | | | 13,648 | 147,000 | | 0,074 | 0,022 |

Рис. 2.2. Фрагмент расчета для распределения t1

| | | | | | 00,200 | 0,000 | | 0,000 | 0,000 |
|---|-------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-------|-------|
| ı | Иин | Макс | M | deltaY | y[i] | n[i] | N | p[i] | h[i] |
| | 4,824 | 15,924 | 20,000 | 0,555 | 4,824 | 1,000 | 2000,000 | 0,001 | 0,000 |
| | | | | | 5,379 | 5,000 | | 0,003 | 0,001 |
| | | | | | 5,934 | 19,000 | | 0,010 | 0,003 |
| | | | | | 6,489 | 40,000 | | 0,020 | 0,006 |

Рис. 2.3. Фрагмент расчета для t2

На рисунке 2.4 и 2.5 показаны полученные гистограммы, на основании которых можно говорить о том, что сгенерированная программно последовательность соответствует заданным законам распределения.



Рис. 2.4. Гистограмма для распределения по показательному закону



Рис. 2.5. Гистограмма для распределения по нормальному закону

2. Произведем тестирование по критерию согласия Колмогорова. При использовании критерия согласия Колмогорова на графике теоретической функции распределения F(y) строится

$$\mathbf{F}^{\mathrm{cr}}(\mathbf{y}_{k}) = \sum_{i=1}^{k} \mathbf{P}_{i}^{\mathrm{cm}}, k = 1, 2... \mathbf{N}.$$

$$\mathbf{D} = \max |\mathbf{F}^{\mathrm{cm}}(\mathbf{x}) - \mathbf{F}(\mathbf{x})|, \lambda = \mathbf{D}\sqrt{\mathbf{N}}$$

Был произведен расчет по данным полученным в п.1. Было получено, что D =0,99 , λ = 2,19. По таблице выберем ближайшее значение вероятности: p(2,19) = 0,001 . Таким образом можно говорить о том, что с вероятностью 0,001 полученные значения соответствуют заданному распределению.

| λ | $p(\lambda)$ | λ | $p(\lambda)$ | λ | $p(\lambda)$ |
|-----|--------------|-----|--------------|-----|--------------|
| 0,0 | 1,000 | 0,7 | 0,711 | 1,4 | 0,040 |
| 0,1 | 1,000 | 0,8 | 0,544 | 1,5 | 0,022 |
| 0,2 | 1,000 | 0,9 | 0,393 | 1,6 | 0,012 |
| 0,3 | 1,000 | 1,0 | 0,270 | 1,7 | 0,006 |
| 0,4 | 0,997 | 1,1 | 0,178 | 1,8 | 0,003 |
| 0,5 | 0,964 | 1,2 | 0,112 | 1,9 | 0,002 |
| 0,6 | 0,864 | 1,3 | 0,068 | 2,0 | 0,001 |

Рис. 2.6. Таблица распределения Колмогорова

| Критерий Колмогорова | F(y[i])Teop | F(y[i])факт | одули разнос | D | λ |
|----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| $p(\lambda) = 0,001$ | 0,000280 | 0,001 | 0,000220088 | 0,999960836 | 2,19638 |
| | 0,001034 | 0,003 | 0,001466305 | | |
| | 0,003360 | 0,010 | 0,006139744 | | |
| | 0,009632 | 0,020 | 0,010368293 | | |
| | 0,024396 | 0,031 | 0,006603871 | | |
| | | | | | |

Рис. 2.7. Фрагмент вычислений

Разработанный модуль генерирования чисел был внедрен в модуль созданной в лабораторной работе 1 программы. Разница представлена на рисунках 2.8 и 2.9.

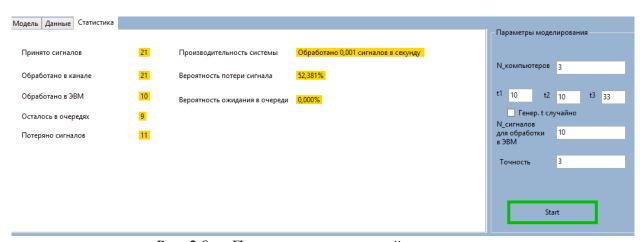


Рис. 2.8. При детерминированной модели

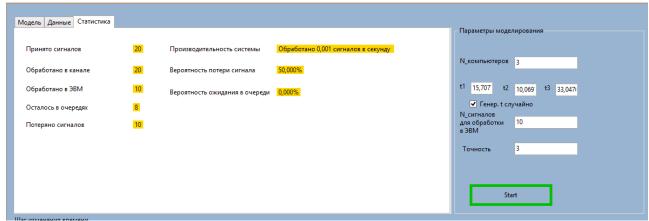


Рис. 2.9. Случайные значения

```
      t0; prepTimeComp; MINcomp; Capacity; prepSignal; Message
      t0; prepTimeComp; MINcomp; Capacity; prepSignal; Message

      0; 0; 0; 1; 0; 06pa6oтка в ЭВМ
      0; 0; 0; 1; 0; 06pa6oтка в ЭВМ

      10; 0; 0; 2; 0; 0fopa6oтка в ЭВМ
      10; 0; 2; 1; 0; 06pa6oтка в ВВМ

      20; 0; 2; 0; 0; 06pa6oтка в ВВМ
      20; 0; 1; 1; 0; 06pa6oтка в ВВМ

      20; 0; 2; 1; 0; 06pa6oтка в ВВМ
      20; 0; 1; 1; 0; 06pa6oтка в ВВМ

      30; 0; 2; 2; 0; 0fpa6oтка в ВВМ
      30; 0; 1; 0; 06pa6oтка в ВВМ

      40; 0; 2; 2; 0; 0; 0pa6oтка в ВВМ
      30; 0; 1; 0; 06pa6oтка в ВВМ

      40; 0; 1; 0; 0; 05pa6oтка в ВВМ
      30; 0; 1; 0; 0; 06pa6oтка в ВВМ

      40; 0; 1; 0; 0; 05pa6oтка в ВВМ
      30; 0; 1; 0; 0; 06pa6oтка в ВВМ

      40; 0; 1; 0; 0; 05pa6oтка в ВВМ
      40; 0; 2; 0; прием сигнала

      40; 40; 1; 1; 1; 1; 06pa6oтка в ВВМ
      40; 0; 2; 1; 0; 06pa6oтка в ВВМ

      50; 40; 1; 1; 1; 1; 06pa6oтка в ВВМ
      40; 0; 2; 1; 1; 06pa6oтка в ВВМ

      60; 40; 0; 3; 1; 06pa6oтка в ВВВМ
      40; 40; 2; 1; 1; 06pa6otrka в ВВМ

      60; 40; 0; 3; 1; 06pa6otrka в ВВВМ
      50; 40; 2; 1; 1; 06pa6otrka в ВВМ

      70; 40; 0; 4; 1; 0fpa6otrka в Канале
      60; 40; 0; 3; 1; 06pa6otrka в ВВМ

      80; 40; 2; 2; 1; 06pa6otrka в Канале
      80; 40; 2; 2; 1; 1; 06pa6otrka в ВВМ

      80; 40; 2; 2; 1; 1; 06pa6otrka в Канале
      80; 80; 2; 1; 2; 06pa6otrka в ВВМ

      80; 80; 2
  60;40;1;1;1;Прием сигнала 60;40;0;2;1;0бработка в канале 60;40;0;3;1;0бработка в эВМ 70;40;0;4;1;0бработка в ЭВМ 80;40;0;4;1;Прием сигнала 80;40;2;2;1;0бработка в канале 80;80;2;1;2;0бработка в ЭВМ 90;80;2;2;2;0бработка в ЭВМ 100;80;2;2;2;Прием сигнала 100;80;1;1;2;0бработка в канале 100;80;1;1;2;0бработка в ЭВМ 110;80;1;3;2;0бработка в ЭВМ 110;80;1;3;2;0бработка в ЭВМ 120;80;1;3;2;Прием сигнала 120;80;1;3;2;Прием сигнала 120;80;2;2;2;0бработка в канале
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       110;80;2;2;2;Прием Сигнала
110;80;2;2;2;Прием Сигнала
110;110;2;1;3;Обработка в ЭВМ
120;110;2;1;3;Прием Сигнала
120;110;0;4;3;Обработка в канале
```

Рис. 2.10. Протокол моделирования до/после

Вывод: Таким образом в ходе выполнения лабораторной работы было осуществлено построение имитационной модели системы массового обслуживания, параметры которой являются стохастическими величинами. Результатом выполненной работы стало настольное приложение позволяющее смоделировать процесс обработки входящих сигналов.