# Учебно-исследовательская работа И1

# "Исследование генераторов случайных величин"

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы - исследование генераторов случайных величин, используемых в системе имитационного моделирования GPSS при построении имитационных моделей. Исследования проводятся для генераторов случайных величин со следующими законами распределений:

* равномерный;
* экспоненциальный;
* Эрланга k-го порядка.

В процессе исследований необходимо оценить качество генераторов случайных величин и выбрать из заданных генераторов наилучший. При этом необходимо:

* оценить минимальный объем выборки случайных величин, начиная с которого статистические свойства генератора соответствуют требуемым;
* оценить соответствие характеристик генераторов (математического ожидания, среднеквадратического отклонения, коэффициента вариации) заданным законам распределения;
* оценить соответствие полученных гистограмм распределения случайных величин заданным законам распределения (только для равномерного и экспоненциального);
* обосновать и выбрать из заданных генераторов наилучший.

Результаты проводимых исследований рекомендуется представлять в форме таблиц, приведенных ниже.

### ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Исследование генераторов случайных величин с равномерным и экспоненциальным распределениями

1) Загрузить систему имитационного моделирования GPSS World

2) Загрузить из библиотеки GPSS-моделей (папка I1\ZAKON) файл rexp.gps

3) Ознакомиться с моделью формирования случайных величин, распределенных по равномерному и экспоненциальному законам, и разобраться с назначением всех блоков модели

4) Провести исследование заданных генераторов случайных величин и заполнить табл. 1 и 2, для чего необходимо:

* а) отредактировать оператор описания таблиц TABLE, установив в соответствии с заданным вариантом значение генератора RNJ, где J - номер генератора;
* б) проверить результаты редактирования, просмотрев текст программы на экране;
* в) выполнить трансляцию модели;
* г) с использованием пунктов меню «WINDOW»/«SIMULATION WINDOW»/ «TABLE WINDOW» перейти в окно таблиц для наблюдения за изменением гистограмм равномерно и экспоненциально распределенных случайных чисел;
* д) запустить программу командой «START», указав в качестве операнда А значение 10, что соответствует 10 вырабатываемым случайным величинам;
* е) списать в табл. 1 и 2 значения математического ожидания (Mean) и среднеквадратического отклонения (S.D.) из окна таблиц для равномерного и экспоненциального распределения соответствующих гистограмм;
* ж) открыть окно отчета «REPORT» и просмотреть результаты моделирования;
* з) сохранить на диске отчет или выписать в табл. 1 и 2 число случайных величин, попавших в заданные интервалы;
* к) продолжить моделирование и повторить пункты д)-з), последовательно задавая в команде «START» число вырабатываемых случайных величин: **90, 900, 4000, 5000, 10000,** что будет соответствовать общему количеству выработанных случайных величин: 10+**90**=100; 100+**900**=1000; 1000+**4000**=5000; 5000+**5000**=10000; 10000+**10000**=20000;
* л) сохранить на диске журнал моделирования JOURNAL;
* м) перейти к пункту а) для исследования следующего датчика случайных величин в соответствии с заданным вариантом;
* н) выполнять пункты а)-л) до тех пор, пока не будут исследованы все заданные датчики;
* о) выйти из системы имитационного моделирования GPSS World.

2. Исследование генераторов случайных величин с распределением Эрланга, сформированных методом композиций

1) Загрузить систему имитационного моделирования GPSS World

2) Загрузить из библиотеки GPSS-моделей (папка I1\ZAKON) файл erlang.gps

3) Ознакомиться с моделью формирования случайных величин, распределенных по закону Эрланга, и разобраться с назначением всех блоков модели

4) По аналогии с исследованиями генераторов случайных величин с равномерными и экспоненциальными распределениями провести исследование генераторов **с**лучайных величин с распределением Эрланга в соответствии с заданием и заполнить табл. 3.

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Таблицы с результатами для двух генераторов случайных величин.
2. Гистограммы распределений с изображением на них теоретически рассчитанных значений вероятностей попаданий в заданные интервалы.
3. *Сравнение этих значений* с полученными частотами попадания в эти же интервалы.
4. Теоретически рассчитанные значения числовых характеристик: математические ожидания, среднеквадратические отклонения, коэффициенты вариации для всех исследуемых генераторов и законов распределений случайных величин.
5. Сравнение рассчитанных и полученных при моделировании значений характеристик по величине относительных отклонений, рассчитываемых по формуле: (m-p)/p, где m – полученное при моделировании значение характеристики, p - расчетное значение.
6. Выводы по работе, в которых необходимо выявить:

* размер выборки (число) случайных величин, начиная с которого параметры сохраняют приемлемую стабильность;
* какой из исследуемых генераторов обеспечивает лучшую последовательность случайных величин.

### РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ФОРМЫ ТАБЛИЦ ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таблица 1

Характеристики генераторов случайных величин с равномерным распределением

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Хар-ки и интервалы | RN \_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | | | RN \_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | | |
| 10 | 100 | 1000 | 5000 | 10000 | 20000 | 10 | 100 | 1000 | 5000 | 10000 | 20000 |
| Мат.ож.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| С.к.о.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| К-т вар.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100-200 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 200-300 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 300-400 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 400-500 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 500-600 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 600-700 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 700-800 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 800-900 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 900-1000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 2

Характеристики генераторов случайных величин с экспоненциальным распределением

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Хар-ки и интервалы | RN \_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | | | RN \_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | | |
| 10 | 100 | 1000 | 5000 | 10000 | 20000 | 10 | 100 | 1000 | 5000 | 10000 | 20000 |
| Мат.ож.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| С.к.о.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| К-т вар.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100-200 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 200-300 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 300-400 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 400-500 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 500-600 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 600-700 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 700-800 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 800-900 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 900-1000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1000-1100 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1100-1200 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1200-1300 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1300-1400 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1400-1500 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1500-1600 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1600-1700 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1700-1800 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1800-1900 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1900-2000 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 3

Характеристики генераторов случайных величин с распределением Эрланга

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Хар-ки и интервалы | | RN \_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | | | RN \_\_\_\_\_\_\_\_ | | | | | |
| 10 | 100 | 1000 | 5000 | 10000 | 20000 | 10 | 100 | 1000 | 5000 | 10000 | 20000 |
| k=\_\_ | Мат.ож=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| С.к.о.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| К-т вар.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k=\_\_ | Мат.ож=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| С.к.о.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| К-т вар.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| k=\_\_ | Мат.ож=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| С.к.о.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| К-т вар.=  = |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

ПРИМЕЧАНИЕ: в графы "Мат.ож.", "С.к.о.", "К-т вар." для каждого эксперимента заносятся два значения: значение соответствующей характеристики, полученное в результате моделирования, а ниже под этим значением - относительное отклонение полученного значения от расчетного значения указанной характеристики (см. пункт 5 раздела СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА).