ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ОБНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*Кафедра АСУ*

Отчет по лабораторной работе №1

**«Разработка генератора псевдослучайных чисел»**

(Дисциплина: «Моделирование систем»)

**(Вариант №1)**

Выполнил: Анисимов И.И.

Студент гр. А-1-05

Проверила: Кулаковская О.А.

ОБНИНСК, 2008

**Задание:**

Разработать генератор псевдослучайных чисел. Определить длину периода и отрезка апериодичности. Проверить гипотезы о равномерности распределения случайной последовательности по критерию χ2.

**Вариант №1:**

Метод середины квадратов (middle-square method)

**Описание:**

Данный метод был разработан Дж. Нейманом и является первым алгоритмом для получения псевдослучайных чисел. Элементы псевдослучайной последовательности вычисляются по следующей рекуррентной формуле:

Ф(x)=Д(10-2k Ц(103kx2 )),

где Ц(u)- целая часть числа u : u=Д(u) + Ц(u).

Достоинства метода псевдослучайных чисел довольно очевидны:

1. на получение каждого числа затрачивается всего несколько простых операций, так что скорость генерирования случайных чисел имеет тот же порядок, что и скорость работы ЭВМ;
2. программа занимает всего несколько ячеек накопителя;
3. любое из чисел γk может быть легко воспроизведено;
4. нужно лишь один раз проверить качество такой последовательности, затем ее можно много раз безбоязненно использовать при расчете аналогичных задач.

Единственный недостаток метода – ограниченность количества псевдослучайных чисел.

О качестве полученной псевдослучайной последовательности можно судить по результатам следующих тестов:

1. Оценка согласованности выборки с гипотезой о равномерном законе распределения случайной величины ("Критерий Пирсона");

Разобьем интервал (0;1) на r равных интервалов, где r=1+3.3lg(n)=9. Случайная величина может попасть в интервал с вероятностью = 1/r = 0,111.

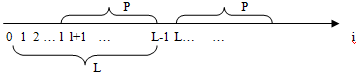
где *r* – количество интервалов гистограммы, построенной по статистическому материалу;

*mi* – количество реализаций, попавших в i–ый интервал;

*n* – общее количество реализаций, содержащихся в экспериментальных данных;

*pi* – вероятность попадания случайной величины в i–ый интервал.

1. Проверка независимости элементов выборки ("Отрезок апериодичности и период").



Вследствие ограничения точности вычисления элементов псевдослучайной последовательности рано или поздно какое-нибудь значение χL совпадет с одним из предыдущих значений χ1. И все последующие пары чисел будут совпадать, т.е. χL+I = χl+i при i=1,2... Множество чисел χ0, χ1,… χL-1 называется отрезком апериодичности последовательности, число L - длиной отрезка апериодичности, а P = L - l - длиной периода. Все данные находятся в текстовых файлах-отчетах программы.

**Выводы:**

В ходе эксперимента была получена последовательность псевдослучайных чисел, вычисленная по методу середины квадратов. Объём выборки - 300 элементов.

Графики, отображающие зависимость L и P от числа знаков после запятой у генерируемых случайных чисел (со стартовыми значениями γ0):

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **L** | | | | | |
|  | 0.60545510 | 0.54950338 | 0.98967142 | 0.32915874 | 0.20649821 |
| **2** | 6 | 3 | 19 | 5 | 9 |
| **4** | 280 | 111 | 123 | 148 | 22 |
| **6** | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| **8** | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **P** | | | | | |
|  | 0.60545510 | 0.54950338 | 0.98967142 | 0.32915874 | 0.20649821 |
| **2** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| **4** | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| **6** | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| **8** | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |

Пример плохой последовательности:

0.99 0.80 0.40 0.59 0.48 0.30 0.89 0.92 0.46 0.11

0.12 0.14 0.19 0.36 0.29 0.84 0.05 0.02 0.00 0.00

0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00

............

L=19 P=1

Gistogram = ( 285 3 2 2 2 1 0 2 3 )

hi^2= 2137.80

Пример хорошей последовательности:

0.60545510 0.75878116 0.48848770 0.20233051 0.37635276

0.41399959 0.95660520 0.93508667 0.87080411 0.99797992

0.63920723 0.85882884 0.86976415 0.89676625 0.89707139

0.37078756 0.83414650 0.00383462 0.14704310 0.21673257

0.73006898 0.00715558 0.51202325 0.67808540 0.99809693

0.97481675 0.67696080 0.75924736 0.56553666 0.31713803

............

300

Gistogram = ( 34 28 33 34 36 34 29 37 35 )

hi^2= 2.16

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **γ0** | **Число знаков после запятой** | **r** | **χ2** | **P** |
| **1** | 0,99 | 2 | 9 | 2137,8 | 2,73 |
| **2** | 0,6054551 | 8 | 9 | 2,16 | 2,73 |

Элементы последней выборки:

1. хорошо согласуются с гипотезой о равномерном законе распределения;
2. являются независимыми, т.е. отсутствует периодическая зависимость.

Следовательно, данная выборка отлично подходит для имитации равномерно распределённой случайной величины.