



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

ФАКУЛЬТЕТ _____ «Информатика и системы управления» _____

КАФЕДРА _____ «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии» _____

Лабораторная работа № 1

Дисциплина Моделирование

Тема Генераторы случайных чисел

Студент Ильясов И. М.

Группа ИУ7-73Б

Преподаватель Рудаков И.В.

Москва, 2020 г.

Формализация задачи

Табличный метод

В табличном генераторе в качестве источника случайных чисел используются специальным образом составленные таблицы, которые содержат в себе никак не зависящие (некоррелированные) друг от друга цифры. В рамках данной лабораторной работы были использованы две таблицы размерностью 60х60, содержащие в себе цифры. При составлении случайных чисел цифры выбирались исходя из текущего времени в системе (первая таблица бралась, если значение часов в системе было нечетным, а вторая – если значение часов в системе было четным). При выборе *i*-ой строки и *j*-ого столбца таблицы для получения случайного числа брались текущее значение минут и микросекунд времени в системе. После путем объединения нескольких цифр в одно число на выходе получалось 1-, 2- или 3-хразрядное число. Недостатками при использовании табличного метода генерации случайных чисел являются необходимость наличия памяти большого размера для хранения таблиц, трудности создания и проверки данных таблиц. Однако, достоинством метода является то, что получаемые числа и правда случайные.

Метод средних квадратов

Для программной реализации генератора псевдослучайных чисел в качестве алгоритма брался метод средних квадратов, описанный Джоном фон Нейманом в 1949 году. Суть данного метода заключается в возведении в квадрат случайно взятого числа, которое можно сгенерировать любым генератором. Из полученного в результате возведения в квадрат числа извлекаются средние цифры и на выходе получается новое псевдослучайное число. Недостатком данного метода является псевдослучайность (или квазислучайность) получаемого результата, как и у любой другой программной реализации. Также возможно появление коротких циклов, и имеются проблемы при работе с дробными числами. Достоинством данного метода (как и других алгоритмических методов) является быстроедействие.

Критерий равномерности

Пусть дана числовая последовательность X_n длины n . При оценке равномерности берется некоторое число d и для каждого r (где $0 \leq r < d$) подсчитывается количество случаев, когда элемент последовательности $X_i = r$ (где $0 \leq i < n$). После этого применяется критерий χ^2 , в котором вычисляется статистика, имеющая следующий вид:

$$\chi^2 = \sum_{j=0}^{k-1} \frac{(n_j - E_j)^2}{E_j} \sim \chi_{k-1}^2,$$

где $k = d$,

$p = 1/d$ (для каждой категории: 1-, 2-х и 3-хразрядных чисел),

$E_j = p * n$.

Имеем распределение χ^2 с $k - 1$ степенями свободы.

После сравнения полученного значения χ^2 с теоретическим χ^2 можно сделать вывод о пригодности генератора для использования. При этом возможно три случая:

- 1) полученный χ^2 много больше любого теоретического χ^2 – гипотеза о случайности равномерного генератора не выполняется (разброс чисел слишком велик, чтобы быть случайным);
- 2) полученный χ^2 много меньше любого теоретического χ^2 – гипотеза о случайности равномерного генератора не выполняется (разброс чисел слишком мал, чтобы быть случайным);
- 3) полученный χ^2 лежит между теоретическими значениями двух рядом стоящих столбцов – гипотеза о случайности равномерного генератора выполняется с вероятностью p (то есть в p случаях из 100).

Стоит отметить, что наилучшим значением p является 50%.

Результаты работы

Табличный метод

№	0 – 9	10 – 99	100 – 999
1	7	53	627
2	8	16	651
3	7	35	643
4	7	62	732
5	7	97	985
6	4	64	586
7	3	43	753
8	4	23	414
9	2	84	571
10	9	31	169
11	3	46	626
12	1	66	235
13	6	12	717
14	6	93	467
15	8	84	598
...
Чисел Оценка(%)	50 83.74	50 54.70	50 96.25

Рисунок 1 – табличный метод. Сгенерировано по 50 чисел для каждой разрядности.
Выведены первые 15 чисел.

Метод средних квадратов

№	0 – 9	10 – 99	100 – 999
1	1	40	376
2	0	21	290
3	8	72	859
4	0	76	646
5	2	47	569
6	0	48	902
7	8	70	788
8	1	83	224
9	4	76	875
10	1	46	810
11	0	84	120
12	2	70	681
13	4	25	232
14	9	20	122
15	4	56	292
...
Чисел Оценка (%)	50 86.53	50 81.89	50 38.22

Рисунок 2 – метод средних квадратов. Сгенерировано по 50 чисел для каждой разрядности. Выведены первые 15 чисел.

Вывод

В результате выполнения лабораторной работы были рассмотрены табличный и алгоритмический (метод средних квадратов) генераторы случайных чисел. Были проведены тестирование и оценка обоих методов.