|  |  |
| --- | --- |
| **Gerb-BMSTU_01** | **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**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема** Исследование псевдослучайных чисел  **Студент** Сушина А.Д.  **Группа** ИУ7-71б  **Оценка (баллы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**  **Преподаватель** Рудаков И.В. |  |

Москва.

2020 г

# Задание на лабораторную работу

Изучить методы генерирования псевдослучайных чисел, а также критерии оценки случайности последовательности. Реализовать критерий оценки случайной последовательности. Сравнить результаты работы данного критерия на одноразрядных, двухразрядных и трехразрядных последовательностях целых чисел. Последовательности получать алгоритмическим и табличным способами.

# Теоретическая часть

Для выполнения работы был выбран критерий «хи-квадрат». Это один из самых известных статистических критериев, также это основной метод, используемый в сочетании с дргуими критериями.

С помощью этого критерия можно узнать, удовлетворяет ли генератор случайных чисел требованию равномерного распределения или нет.

Для оценки по этому критерию необходимо вычислить статистику V по формуле:

, (1)

где n – количество независимых испытаний, k – количество категорий, Ys — число наблюдений, которые действительно относятся к категории S, ps — вероятность того, что каждое наблюдение относится к категории s.

Значение V является значением критерия «хи-квадрат» для экспериментальных данных. Приемлемое значение этого критерия можно определить по таблице 1. Для этого используем строку с v = k-1, где k = 10, 90, 900 для задания лабораторной. P в этой таблице — это вероятность того, что экспериментальное значение Vэксп. будет меньше табулированного (теоретического) Vтеор. или равно ему. Ее также можно рассматривать как доверительную вероятность.

Если вычисленное V окажется меньше 1%-й точки или больше 99%-й точки, можно сделать вывод, что эти числа недостаточно случайные. Если V лежит между 1% и 5% точками или между 95% и 99% точками, то эти числа «подозрительны». Если V лежит между 5% и 10% точками или 90%-95% точками, то числа можно считать «почти подозрительными». Обычно необходимо произвести проверку три раза и более с разными данными. Если по крайней мере два из трех результатов оказываются подозрительными, то числа рассматриваются как недостаточно случайные.

|  |
| --- |
| Таблица 1.  Некоторые процентные точки - распределения.  (Источник: Кнут Д. Э. «Искусство программирования» ) |

Таким образом, процедура проверки следующая:

1. Выделяем k категорий. В нашем случае это количество возможных полученных значений: 10, 90 и 900 для одноразрядных, двухразрядных и трехразрядных.
2. Запускаем генератор случайных чисел N раз.
3. Определяем количество случайных чисел, попавших в каждую категорию.
4. Вычисляем значение V по формуле (1).
5. Сравниваем полученное значение с теоретическими значениями в таблице, определяем к какому интервалу оно относится.
6. Делаем выводы о случайности величины, возможны три случая:
   1. Если Vэксп лежит между 1% и 99% точками, то генератор удовлетворителен. (Однако необходимо учитывать «подозрительные результаты», о которых написано выше)
   2. Если Vэксп меньше 1% точки, то генератор не удовлетворителен, так как разброс чисел слишком мал, чтобы быть случайным.
   3. Если Vэксп больше 99% точки, то генератор не удовлетворителен, так как разброс чисел слишком велик, чтобы быть случайным.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| n-1 | P = 1% | P=5% | P=25% | P=50% | P=75% | P=95% | P=99% |
| V= 9 | 2.088 | 3.325 | 5.899 | 8.343 | 11.39 | 16.92 | 21.67 |
| V= 89 | 60.93 | 68.25 | 79.68 | 88.33 | 97.60 | 112.02 | 122.94 |
| V=899 | 803.31 | 830.41 | 870.05 | 898.33 | 927.23 | 969.86 | 1000.57 |

Таблица 2. Значения Vтеор для количества степеней свободы по заданию.

По таблице 2 можно будет сделать выводы о полученных в программе значениях.

### Результаты работы программы

В качестве алгоритмического метода был взят линейный конгруэнтный метод генерации псевдослучайных чисел.

Программа, реализованная в лабораторной работе, выводит на экран таблицу из 7 столбцов и 12 строк. 10 строк представлены для того, чтобы можно было пронаблюдать, какие числа возвращает генератор случайных чисел. Для каждого из реализованных методов в таблице есть по три столбца для чисел с разным количеством разрядов.

В последнем столбце выводится значение V, подсчитанное для каждого столбца. (N = 10000)

|  |
| --- |
| Рис 1. Первый запуск программы |
| Рис 2. Второй запуск программы |
| Рис 3. Третий запуск программы |

Для правильной оценки случайности методов было проведено 3 испытания.

Сравним полученные данные с таблицей 2. Получим следующий результат:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Табличный метод | | | Алгоритмический метод | | |
| № эксперимента | 1 разряд | 2 разряд | 3 разряд | 1 разряд | 2 разряд | 3 разряд |
| 1 | 75%-95% | 25%-50% | 25%-50% | 5%-25% | 5%-25% | 75%-95% |
| 2 | 75%-95% | 50%-75% | 50%-75% | 25%-50% | 5%-25% | 50%-75% |
| 3 | 50%-75% | 1%-5% | 1%-5% | 50%-75% | 50%-75% | 25%-50% |

Таблица 3. Оценка полученных результатов.

Как видно из таблицы 3, в некоторых случаях при применении табличного метода значения оказываются «подозрительным», однако это не критично и результаты работы генераторов можно признать удовлетворительными. Для алгоритмического метода полученные значения V находятся в рамках 5%-95%, поэтому можно признать и этот метод удовлетворительным.