



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»

---

## Отчет по лабораторной работе № 3 по курсу «Моделирование»

Тема Исследование псевдослучайных чисел

---

Студент Виноградов А. О.

---

Группа ИУ7-76Б

---

Оценка (баллы)

---

Преподаватель Рудаков И. В.

---

Москва — 2023 г.

# 1 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 другими 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:

$$V = \frac{1}{n} \sum_{s=1}^k \left( \frac{Y_s^2}{p_s} \right) - n, \quad (1.1)$$

где  $n$  – количество независимых испытаний,  $k$  – количество категорий,  $Y_s$  — число наблюдений, которые действительно относятся к категории  $S$ ,  $p_s$  — вероятность того, что случайное наблюдение относится к категории  $s$ .

Значение  $V$  является значением критерия «хи-квадрат» для экспериментальных данных. Приемлемое значение этого критерия можно определить по таблице на рисунке 1.1. 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  $V_e$  будет меньше теоретического  $V_t$  или равно ему. Ее также можно рассматривать как доверительную вероятность.

Если вычисленное по таблице  $P_V$  окажется меньше 0.01 или больше 0.99, можно сделать вывод, что эти числа недостаточно случайные. Если  $P_V$  лежит между 0.01 и 0.05 или между 0.95 и 0.99, то эти числа «подозрительны». Если  $P_V$  лежит между 0.05 и 0.1 или 0.9-0.95, 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.

	$p = 1\%$	$p = 5\%$	$p = 25\%$	$p = 50\%$	$p = 75\%$	$p = 95\%$	$p = 99\%$
$\nu = 1$	0.00016	0.00393	0.1015	0.4549	1.323	3.841	6.635
$\nu = 2$	0.02010	0.1026	0.5754	1.386	2.773	5.991	9.210
$\nu = 3$	0.1148	0.3518	1.213	2.366	4.108	7.815	11.34
$\nu = 4$	0.2971	0.7107	1.923	3.357	5.385	9.488	13.28
$\nu = 5$	0.5543	1.1455	2.675	4.351	6.626	11.07	15.09
$\nu = 6$	0.8721	1.635	3.455	5.348	7.841	12.59	16.81
$\nu = 7$	1.239	2.167	4.255	6.346	9.037	14.07	18.48
$\nu = 8$	1.646	2.733	5.071	7.344	10.22	15.51	20.09
$\nu = 9$	2.088	3.325	5.899	8.343	11.39	16.92	21.67
$\nu = 10$	2.558	3.940	6.737	9.342	12.55	18.31	23.21
$\nu = 11$	3.053	4.575	7.584	10.34	13.70	19.68	24.72
$\nu = 12$	3.571	5.226	8.438	11.34	14.85	21.03	26.22
$\nu = 15$	5.229	7.261	11.04	14.34	18.25	25.00	30.58
$\nu = 20$	8.260	10.85	15.45	19.34	23.83	31.41	37.57
$\nu = 30$	14.95	18.49	24.48	29.34	34.80	43.77	50.89
$\nu = 50$	29.71	34.76	42.94	49.33	56.33	67.50	76.15
$\nu > 30$	$\nu + \sqrt{2\nu}x_p + \frac{2}{3}x_p^2 - \frac{2}{3} + O(1/\sqrt{\nu})$						
$x_p =$	-2.33	-1.64	-0.674	0.00	0.674	1.64	2.33

Рисунок 1.1 – Некоторые процентные точки  $\chi^2$ - распределения. (Источник: Кнут Д. Э. «Искусство программирования» )

## 2 Результат

На рисунке 2.1 приведен пример работы программы.

Лабораторная работа #3

Ручной ввод

	1
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	0

Коэффициенты

	1
1	1.0

Вычислить

Алгоритмический способ

	1	2	3
1	0	48	148
2	4	71	342
3	1	31	536
4	1	20	845
5	1	95	833
6	5	36	680
7	0	96	117
8	5	43	471
9	2	86	570
10	3	58	418

Коэффициенты

	1	2	3
1	0.350485	0.741615	0.578175

Вычислить

Табличный способ

	1	2	3
1	4	61	100
2	6	50	510
3	1	75	751
4	1	74	431
5	1	67	104
6	8	76	418
7	1	37	204
8	3	20	228
9	6	32	922
10	3	63	192

Коэффициенты

	1	2	3
1	0.066882	0.741615	0.578175

Вычислить

Рисунок 2.1 – Пример работы программы