

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**«Рязанский государственный радиотехнический университет
Имени В. Ф. Уткина»**

Факультет вычислительной техники
Кафедра вычислительной и прикладной математики

Отчёт по практической работе №2

по дисциплине:
«Моделирование»

по теме:
«Проверка качества генераторов псевдослучайных чисел»

Выполнил: студент гр. 242

Фокин А.М.

Проверил: Анастасьев А. А.

Рязань 2025

Цель работы:

Используя результаты, полученные при выполнении практического занятия 1, проверить качество последовательности псевдослучайных чисел с помощью критерия Пирсона, Колмогорова, а также критерия теста длины серий нулей, разделительный элемент $p = 0,65$

19.	Тест длины серий нулей, разделительный элемент $p = 0,65$
-----	---

Для выполнения задания была модифицирована программа из первой лабораторной работы:

<https://github.com/fokaqge/Modeling-practical-tasks/blob/main/lab1/lab1-fokin-242.py>

```
===== RESTART: D:\мусорка\учеба\моделирования\lab2-Fokin-242.py =====
X^2 (Пирсона): 1.7
D (Колмогоров): 0.011308593749999984
Распределение длин серий нулей:
Длина 1: 66
Длина 2: 48
Длина 3: 28
Длина 4: 27
Длина 5: 12
Длина 6: 9
Длина 7: 7
Длина 8: 1
Длина 9: 4
Длина 10: 1
Длина 11: 1
Длина 12: 2
Длина 13: 1
Длина 14: 1
Длина 15: 1

Теоретическая вероятность серий:
k=1, P=0.2275
k=2, P=0.0796
k=3, P=0.0279
k=4, P=0.0098
k=5, P=0.0034
```

Рис. 1 - результат работы программы

В результате проверки качества последовательности псевдослучайных чисел были получены следующие результаты.

По критерию Пирсона значение статистики составило $X^2 = 1.7$, что меньше критического значения 16.9 при числе степеней свободы 9 и уровне значимости 0.05.

По критерию Колмогорова получено значение $D = 0.0113$, что также меньше критического уровня 0.043, рассчитанного для объема выборки 1000 при уровне значимости 0.05.

Анализ по тесту длины серий нулей (при $p = 0.65$) показал, что распределение длин серий в целом соответствует теоретической модели хотя в выборке, встречаются и относительно длинные серии. Существенных нарушений случайности при этом не выявлено.

Вывод: результаты всех трёх критериев подтверждают, что сгенерированная последовательность обладает статистическими свойствами, близкими к равномерному распределению, и может считаться качественной для практического применения.

Ответ на вопрос 3:

В чем сущность критерия χ^2 Пирсона?

Сущность критерия χ^2 Пирсона: проверка того, насколько наблюдаемое распределение данных совпадает с теоретическим. Значение статистики χ^2 сравнивается с критическим значением распределения χ^2 .

Если оно превышает критическое, гипотеза о соответствии распределений отвергается.

Код программы

```
import random
import matplotlib.pyplot as plt
import math

N = 1000
m = 10
Y0 = 7
a, c, M = 1229, 1, 2048

# лкг
Y = [Y0]
for i in range(1, N):
    next_val = (a * Y[i-1] + c) % M
    Y.append(next_val)
X = [y / M for y in Y]

# 1. Критерий Пирсона
counts = [0] * m
for x in X:
    index = int(x * m)
    if index == m:
        index = m - 1
    counts[index] += 1

expected = N / m
chi2 = sum((obs - expected) ** 2 / expected for obs in counts)
print("X^2 (Пирсона):", chi2)

# 2. Критерий Колмогорова
X_sorted = sorted(X)
D = max(abs((i+1)/N - X_sorted[i]) for i in range(N))
print("D (Колмогоров):", D)

# 3. Тест длины серий нулей
p = 0.65
binary = [0 if x <= p else 1 for x in X]

# серии нулей
series_lengths = []
count = 0
```

```
for bit in binary:
    if bit == 0:
        count += 1
    else:
        if count > 0:
            series_lengths.append(count)
        count = 0
if count > 0:
    series_lengths.append(count)

from collections import Counter
series_count = Counter(series_lengths)

print("Распределение длин серий нулей:")
for length, freq in sorted(series_count.items()):
    print(f"Длина {length}: {freq}")

print("\nТеоретическая вероятность серий:")
for k in range(1, 6):
    print(f"k={k}, P={{(1-p)**k} * p:.4f}")
```