



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 №3 по курсу «Моделирование»

Тема Случайные числа

Студент Золотухин А.В.

Группа ИУ7-74Б

Оценка (баллы) \_\_\_\_\_

Преподаватель Рудаков И. В.

Москва — 2023 г.

# Условие лабораторной работы

Требуется реализовать ПО, позволяющее генерировать алгоритмическим методом последовательность случайных чисел и проверять итоговую последовательность на случайность по любому критерию. Также нужно добавить пользователю возможность генерировать последовательность из однозначных чисел и реализовать генерацию табличным методом.

## Теоретическая часть

В этом разделе будет приведено описание методов генерации последовательности случайных чисел и описан критерий проверки последовательности на случайность.

### Виды генераторов случайных чисел

Всего можно выделить четыре типа генераторов случайных чисел:

1. **Аппаратные генераторы** используют результаты определённых физических процессов для создания требуемой последовательности. Аппаратный генератор случайных чисел состоит из источника энтропии и устройства, преобразующего значения, полученные с источника энтропии, в нужный формат.

К такому типу относятся генераторы, основанные на фотоэффекте или тепловом шуме при работе полупроводникового диода. На выходе получается последовательность, обладающая значительной степенью случайности, но у таких генераторов есть два недостатка: системы трудно реализовать в жизни, а процессов, позволяющие преобразовать энтропию в последовательность.

2. **Алгоритмические генераторы** основаны на фиксированных алгоритмах, которые, в зависимости от некоторых физических параметров (например,

содержимого ввода/вывода), выдают нужный результат. Подобные алгоритмы имеют программную реализацию и используются в коммерческом ПО.

3. **Табличные генераторы** принимают на вход уже готовую последовательность, обладающую свойством случайности, после чего проводят различные манипуляции с ней (комбинирование, перемешивание), и выдают результат. К недостаткам этого подхода можно отнести лишнее использование памяти, предопределённость значений и ограниченность последовательности.

## **Выбранный критерий определения случайности**

В качестве критерия был выбран критерий серий.

Пусть  $l_n$  — медиана наблюдаемых случайных величин. Каждому элементу выборки поставлен в соответствие знак “+” или “-” в зависимости от того больше он медианы или меньше. Пусть  $n_1$  — число плюсов, а  $n_2$  — число минусов. Серией называется последовательность из одинаковых знаков, ограниченная противоположными. Статистикой критерия является число серий  $n$ . Критическая область определяется неравенствами  $n \leq N_1$  и  $n \geq N_2$ , которые определяются из таблицы при малых значениях  $n_1 + n_2$ .

### Критические значения для критерия серий

$n_1 \backslash n_2$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	1;6	1;6	1;6	1;6	1;6	1;6	1;6	1;6	1;6	1;6	2;6	2;6	2;6	2;6	2;6	2;6	2;6	2;6	2;6
3	1;6	1;8	1;8	1;8	2;8	2;8	2;8	2;8	2;8	2;8	2;8	2;8	2;8	3;8	3;8	3;8	3;8	3;8	3;8
4	1;6	1;8	1;9	2;9	2;9	2;10	3;10	3;10	3;10	3;10	3;10	3;10	3;10	3;10	4;10	4;10	4;10	4;10	4;10
5	1;6	1;8	2;9	2;10	3;10	3;11	3;11	3;12	3;12	4;12	4;12	4;12	4;12	4;12	4;12	4;12	5;12	5;12	5;12
6	1;6	2;8	2;9	3;10	3;11	3;12	3;12	4;13	4;13	4;13	4;13	5;14	5;14	5;14	5;14	5;14	5;14	6;14	6;14
7	1;6	2;8	2;10	3;11	3;13	4;13	4;14	4;14	5;14	5;14	5;14	5;15	5;15	6;15	6;16	6;16	6;16	6;16	6;16
8	1;6	2;8	3;10	3;11	3;12	4;13	4;14	5;14	5;15	5;15	6;16	6;16	6;16	6;16	6;17	7;17	7;17	7;17	7;17
9	1;6	2;8	3;10	3;12	4;13	4;14	5;14	5;15	5;16	6;16	6;16	6;17	7;17	7;18	7;18	7;18	8;18	8;18	8;18
10	1;6	2;8	3;10	3;12	4;13	5;14	5;15	5;16	6;16	6;17	7;17	7;18	7;18	8;19	8;19	8;19	8;19	8;20	9;20
11	1;6	2;8	3;10	4;12	4;13	5;14	5;15	6;16	6;17	7;17	7;18	7;19	8;19	8;19	8;20	9;20	9;20	9;21	9;21
12	2;6	2;8	3;10	4;12	4;13	5;14	6;16	6;16	7;17	7;18	7;19	8;19	8;20	9;21	9;21	9;21	10;22	10;22	10;22
13	2;6	2;8	3;10	4;12	5;14	5;15	6;16	6;17	7;18	7;19	8;19	8;20	9;21	9;21	9;21	10;22	10;22	10;23	10;23
14	2;6	2;8	3;10	4;12	5;14	5;15	6;16	7;17	7;18	8;19	8;20	9;21	9;21	9;22	10;22	10;23	10;23	11;23	11;24
15	2;6	3;8	3;10	4;12	5;14	6;15	6;16	7;18	7;18	8;19	8;20	9;21	9;22	10;22	10;23	11;23	11;24	11;24	12;25
16	2;6	3;8	4;10	4;12	5;14	6;16	6;17	7;18	8;19	8;20	9;21	9;21	10;22	10;23	11;23	11;24	11;25	12;25	12;25
17	2;6	3;8	4;10	4;12	5;14	6;16	7;17	7;18	8;19	9;20	9;21	10;22	10;23	11;23	11;24	11;25	12;25	12;26	13;26
18	2;6	3;8	4;10	5;12	5;14	6;16	7;17	8;18	8;19	9;20	9;21	10;22	10;23	11;24	11;25	12;25	12;26	13;26	13;27
19	2;6	3;8	4;10	5;12	6;14	6;16	7;17	8;18	8;20	9;21	10;22	10;23	11;23	11;24	12;25	12;26	13;26	13;27	13;27
20	2;6	3;8	4;10	5;12	6;14	6;16	7;17	8;18	9;20	9;21	10;22	10;23	11;24	12;25	12;25	13;26	13;27	13;27	13;28

,

Если  $\max(n_1, n_2) \geq 20$ , то

$$z_B = \frac{\left| n - \frac{2n_1n_2}{n_1+n_2} - 1 \right| - \frac{1}{2}}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - (n_1+n_2))}{(n_1+n_2)^2(n_1+n_2+1)}}} \sim N(0, 1)$$

критическая область определяется неравенством

$$z_B \leq U_{\frac{\alpha}{2}} \text{ или } z_B \geq U_{1-\frac{\alpha}{2}}$$

## Демонстрация работы программы

В ходе выполнения программы пользователю доступно меню, в котором он может выбрать размер последовательности, который нужно сгенерировать, уровень значимости, а также файл, если он хочет также проверить собственную последовательность.

На рисунке представлена демонстрация работы программы:

Табличный метод				
№	1 разряд	2 разряда	3 разряда	
0	7	27	297	
1	3	53	233	
2	0	30	120	
3	6	96	186	
4	3	33	573	
5	6	76	976	
6	9	59	959	
7	7	37	217	
8	2	62	692	
9	5	75	345	
10	2	22	742	
11	5	45	405	
12	4	14	194	
13	6	56	596	
14	5	65	605	
Мера случайности	$\max(n1, n2) > 20 \ z = 1.0837643846399077$	$\max(n1, n2) > 20 \ z = 0.5631536547271501$	$\max(n1, n2) > 20 \ z = 0.5922173610768111$	
Итог	Числа случайные	Числа случайные	Числа случайные	
Алгоритмический метод				
№	1 разряд	2 разряда	3 разряда	
0	2	45	751	
1	7	41	747	
2	3	96	742	
3	0	96	608	
4	4	61	561	
5	7	61	800	
6	2	18	404	
7	0	72	907	
8	1	92	559	
9	4	63	716	
10	6	76	227	
11	6	18	849	
12	1	77	674	
13	3	46	586	
14	7	37	238	
Мера случайности	$\max(n1, n2) > 20 \ z = 0.45328759919537537$	$\max(n1, n2) > 20 \ z = 1.9734248431821106$	$\max(n1, n2) > 20 \ z = 0.46866405534794786$	
Итог	Числа случайные	Числа случайные	Числа случайные	

Рисунок 1: Демонстрация работы программы