

ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет»
Кафедра «Автоматизированные системы обработки информации и
управления»

ОТЧЁТ

о лабораторной работе по дисциплине «Моделирование систем»
на тему: «Разработка мультипликативного датчика БСВ»
студента Зайцевой Виктории Сергеевны группы ПИ-212

Пояснительная записка

Шифр работы ЛР-02068999-43-ПИ-212-2 ПЗ
Направление 09.03.03 Прикладная информатика

Старший преподаватель




М.П. Маркова

Студент

В.С. Зайцева

Омск 2023

Введение

Цель работы: Разработка и тестирование конгруэнтного мультипликативного датчика базовой случайной величины (БСВ).

Содержание работы:

1. Выбор параметров датчика БСВ (модуля, множителя и начального значения);
2. Реализация датчика БСВ на компьютере;
3. Тестирование длины периода датчика БСВ. Длина периода T должна отвечать требованию $T > 10000$;
4. Тестирование датчика на равномерное распределение;
5. Тестирование датчика на независимость БСВ.

Результат выполнения лабораторной работы

1. Выбор параметров датчика БСВ

В качестве параметров датчика БСВ были взяты следующие значения представленные в таблице Таблица 1.

Таблица 1. Параметры датчика БСВ

Модуль m	Множитель k
4294965889	371596

В качестве начального значения $A_0 = 2$.

2. Тестирование длины периода датчика БСВ

Оценку длины периода осуществляем путем сравнения начального значения A_0 со всеми последующими числами A_i ($i=1 \dots 10000$). Для этого используем функцию СЧЁТЕСЛИ.

3. Тестирование датчика на равномерное распределение

1) Метод моментов.

Данный метод заключается в вычислении эмпирических моментов распределения случайной величины (с.в.) по ее выборке и их сравнение с теоретическими моментами. При достаточно большой длине выборки эмпирические моменты с.в., которые являются приближенными оценками моментов, приближаются к точным значениям моментов распределения.

Результат расчета эмпирических и теоретических значений представлен на рисунке 1 и 2.

	Моменты	
	Эмпирические	Теоретические
$k=1$	0,50013343	0,5
$k=2$	0,333982117	0,33
$k=3$	0,250730335	0,25
$k=4$	0,200716261	0,2

Дисперсия	
Эмпирические	Теоретические
0,083857055	0,083333333

Рисунок 1. Результат расчета эмпирических и теоретических значений

Из рисунка 1 мы видим, что эмпирические значения очень близки к

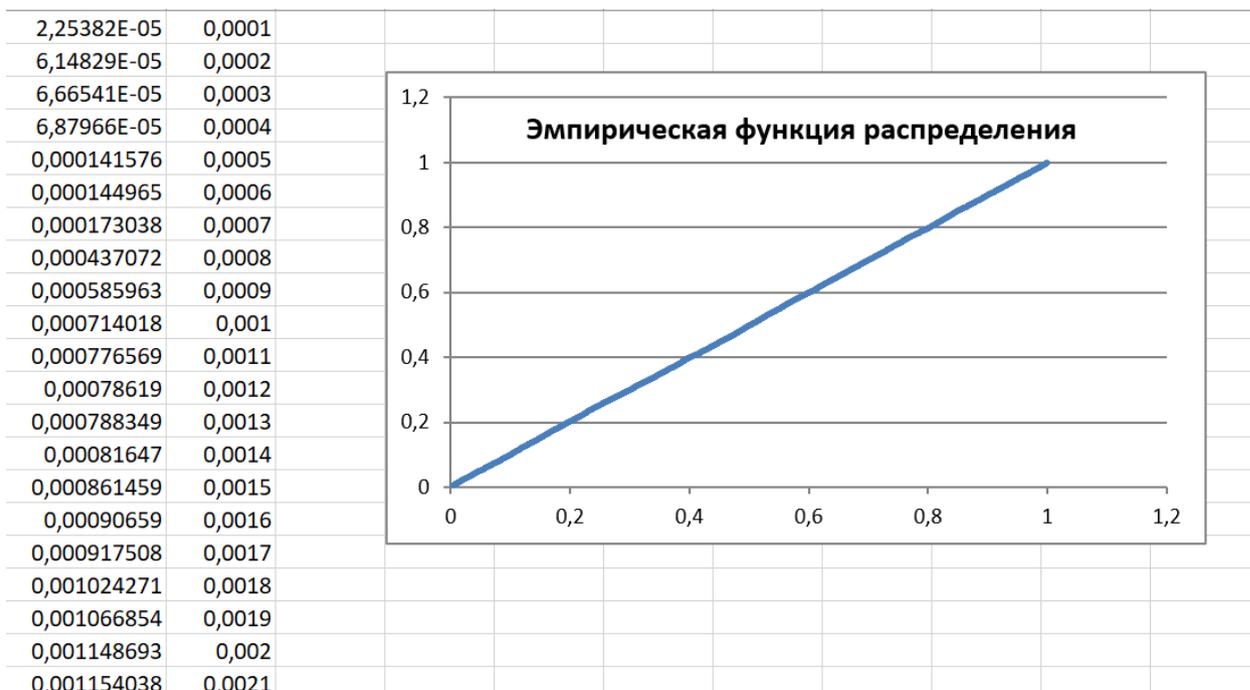
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	m	4294965889		Ai	zi		Моменты			zi ²	zi ³	zi ⁴			
2	k	371596		743192	0,000173		Эмпирические	Теоретические		2,99421E-08	5,18112E-12	8,96531E-16			
3	Ав	2		1289357536	0,300202	k=1	0,50013343			0,090121267	0,027054588	0,008121843			
4				3773131839	0,878501	k=2	0,333982117	0,33		0,771764011	0,677995458	0,595619689			
5	Совпадений	0		1969278661	0,458509	k=3	0,250730335	0,25		0,210230107	0,096392306	0,044196698			
6		0		4080111025	0,949975	k=4	0,200716261	0,2		0,902452857	0,857307821	0,814421158			
7				4207833566	0,979713					0,959837403	0,940365103	0,92128784			
8				1725139663	0,401666		Дисперсия			0,161335182	0,064802778	0,026029041			
9				1274517675	0,296747		Эмпирические	Теоретические		0,088058704	0,026131144	0,007754335			
10				4076345159	0,949098		0,083857055	0,083333333		0,900787731	0,854936175	0,811418537			
11				691005355	0,160887					0,025884715	0,004164521	0,000670018			
12				290222715	0,067573		Корреляция			0,004566078	0,000308543	2,08491E-05			
13				3301496239	0,76869		-0,02079581			0,590883926	0,454206415	0,349143814			
14				149961706	0,034916					0,001219106	4,25659E-05	1,48622E-06			
15				2282658890	0,531473					0,28246367	0,150121846	0,079785725			
16				1214572163	0,28279					0,079970021	0,022614699	0,006395204			
17				2256968361	0,525492					0,276141388	0,145109971	0,076254066			
18				2425929126	0,564831					0,319033861	0,180200159	0,101782604			
19				3758994664	0,875209					0,765991553	0,670403033	0,586743059			
20				1394879608	0,324771					0,105476088	0,034255556	0,011125205			
21				2314432181	0,538871					0,290381859	0,156478337	0,084321624			

теоретическим.

На рисунке 2 представлен вид рабочего листа в программе Excel.

Рисунок 2. Вид рабочего листа в Excel

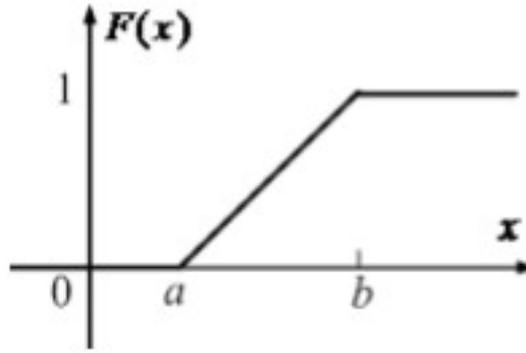
2) Метод построения эмпирической функции распределения вероятностей.



На Листе 2 проведем построение эмпирической функции распределения.

На рисунке 3 представлен вид эмпирической функции распределения.

Рисунок 3. Вид функции



эмпирической
распределения

Рисунок 4. Теоретическая функция распределения

Как видно из рисунков 3 и 4 эмпирическая функция распределения полностью похожа на теоретическую, описываемую выражением $F(t)=t$ ($0 \leq t \leq 1$).

m	4294965889	Ai	zi	Моменты		zi ²	zi ³	zi ⁴
k	371596	743192	0,000173	Эмпирические	Теоретические	2,99421E-08	5,18112E-12	8,96531E-16
Ao	2	1289357536	0,300202	k=1	0,5	0,090121267	0,027054588	0,008121843
		3773131839	0,878501	k=2	0,33	0,771764011	0,677995458	0,595619689
Совпадений	0	1969278661	0,458509	k=3	0,25	0,210230107	0,096392306	0,044196698
	0	4080111025	0,949975	k=4	0,2	0,902452857	0,857307821	0,814421158
		4207833566	0,979713			0,959837403	0,940365103	0,92128784
		1725139663	0,401666	Дисперсия		0,161335182	0,064802778	0,026029041
		1274517675	0,296747	Эмпирические	Теоретические	0,088058704	0,026131144	0,007754335
		4076345159	0,949098	0,083857055	0,083333333	0,900787731	0,854936175	0,811418537
		691005355	0,160887			0,025884715	0,004164521	0,000670018
		290222715	0,067573	Корреляция		0,004566078	0,000308543	2,08491E-05
		3301496239	0,76869	-0,02079581		0,590883926	0,454206415	0,349143814
		149961706	0,034916			0,001219106	4,25659E-05	1,48622E-06

4. Тестирование датчика на независимость БСВ.

Выполним проверку независимости псевдослучайных чисел Z_1, \dots, Z_{10000} , оценив коэффициент корреляции между двумя последовательно выдаваемыми датчиком числами. На рисунке 5 представлено нахождение коэффициента корреляции.

Рисунок 5. Коэффициент нахождения корреляции.

Так как коэффициент корреляции между парой соседних элементов выборки составляет $-0,0208$, то это свидетельствует об отсутствии зависимости между соседними элементами выборки.

Заключение

В ходе работы была смоделирована выборка из 10000 псевдослучайных чисел. Выборка была проверена на длину периода и установлено, что все элементы выборки – различны. Тестирование полученной выборки было осуществлено тремя методами, результат тестирования – выборка является случайной, равномерно-распределенной на интервале (0,1).

Список использованных источников

1. Задорожный В.Н., Маркова М.П. Информатика – методические указания к лабораторным работам. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2022. – 29 с.