

## Практикум 6.

1. Используя метод вычетов, сгенерируйте последовательность из 1 000 псевдослучайных чисел.

1.1. Оцените математическое ожидание полученной последовательности, выведите математическое ожидание и выборочную среднюю.

1.2. Оцените дисперсию полученной последовательности, выведите дисперсию и выборочную дисперсию.

1.3. Постройте таблицу 1 (количество L подынтервалов не менее 10), выведите частотную таблицу.

Таблица 1 – Частотная таблица

Интервал	Кол-во СВ (частота попаданий), выпавших в данный интервал	Относительная частота попадания
$\Delta_1$	$v_1$	$v_1/n$
$\Delta_2$	$v_2$	$v_2/n$
...	...	...
$\Delta_L$	$v_L$	$v_L/n$
	$\sum$ кол-во СВ	

1.4. Проверьте гипотезу о законе распределения методом гистограмм, постройте гистограмму.

2. Смоделируйте дискретную случайную величину, заданную таблицей 2, выведите результат.

2.1. Оцените математическое ожидание полученной дискретной случайной величины, выведите результат.

2.2. Оцените дисперсию полученной дискретной случайной величины, выведите результат.

2.3. Постройте частотную таблицу, выведите ее.

2.4. Оцените закон распределения случайной величины по графику частоты появления ее значений в результате экспериментов.

3. Смоделируйте методом исключений непрерывную случайную величину с заданной плотностью распределения вероятности (таблица 3). Функции для графика рассчитываются по формулам  $\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1}$  или  $y = -kx+b$  (в

зависимости от вида графика).

3.1. Оцените математическое ожидание полученной непрерывной случайной величины, выведите результат.

3.2. Оцените дисперсию полученной непрерывной случайной величины, выведите результат.

3.3. Постройте частотную таблицу, выведите ее.

3.4. Проверьте гипотезу о законе распределения методом гистограмм, постройте и выведите гистограмму.

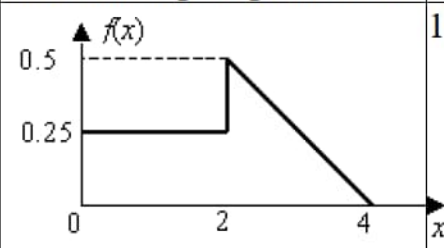
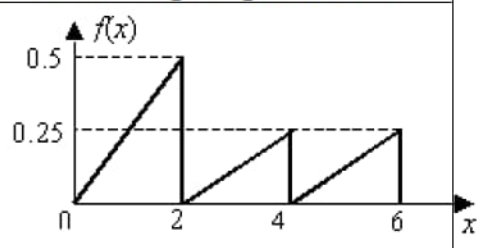
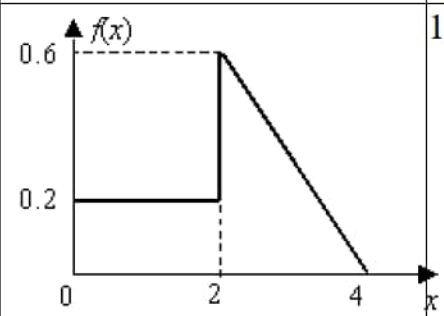
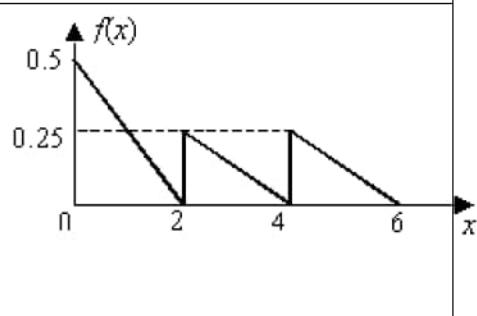
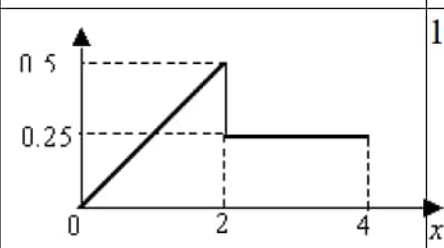
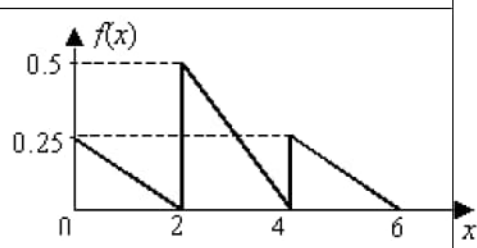
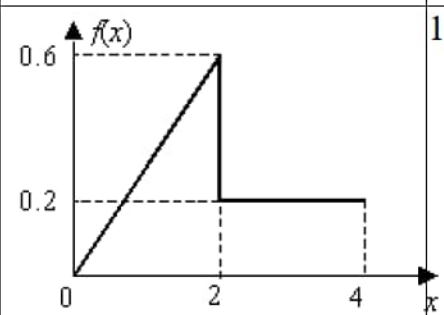
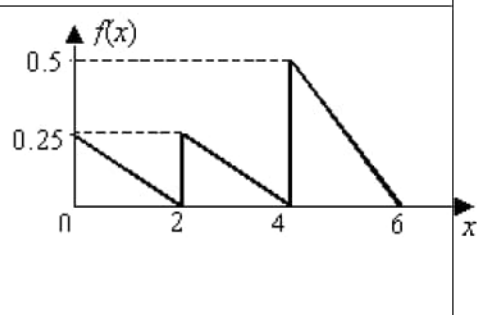
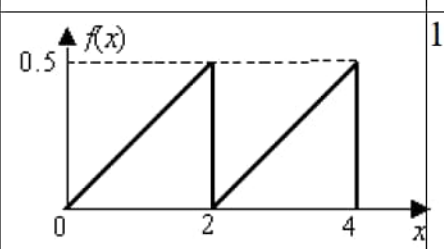
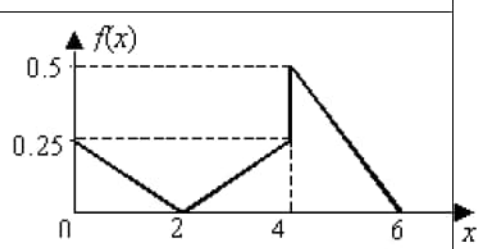
4. Напишите программу, которая:
- 1) считывает из файла входные данные, необходимые для работы программы в автоматическом режиме;
  - 2) содержит функцию, генерирующую равномерно распределённые псевдослучайные числа с помощью генератора, встроенного в использованный при написании программы язык программирования;
  - 3) с помощью заданного в варианте алгоритма генерирует 2 последовательности дискретно распределённых псевдослучайных чисел, подчиняющихся заданному в варианте закону распределения: одна – длиной 40, другая – 100 чисел;
  - 4) определяет эффективность алгоритма, вычисляя количество операций, которое потребовалось для генерации последовательности;
  - 5) проверяет по критерию  $\chi^2$  гипотезу о согласии распределения каждой сгенерированной последовательности с заданным в варианте распределением; для группирования выбираются интервалы равной длины; число интервалов равно количеству возможных реализаций моделируемой случайной величины, теоретическая вероятность которых  $P(\xi_i) \geq 0.001$ ; уровень значимости  $\alpha = 0.05$ ;
  - 6) выполняет шаги 3)–5) для нестандартного алгоритма, моделирующего распределение Пуассона;
  - 7) в результате выполнения создаёт следующее:
    - а) файлы, содержащие каждую сгенерированную последовательность;
    - б) файл, содержащий описание результатов проверки всех критериев (значения статистик, достигнутых уровней значимости, выводы об успешности теста и другая важная информация), результаты измерения эффективности алгоритмов;
    - в) графики, построенные по группированным для критерия  $\chi^2$  данным (гистограммы, столбцы которых отражают количество попаданий в каждый интервал);
    - г) графики с «теоретическими» вероятностями  $P_i$  моделируемого закона распределения (гистограммы, столбцы которых отражают теоретические вероятности появления элемента последовательности в соответствующие интервалы).
5. Для всех заданных в варианте параметров распределений, а также для нестандартного алгоритма, моделирующего распределение Пуассона, получите последовательности псевдослучайных чисел, определите эффективность алгоритмов, оцените качество полученных последовательностей.



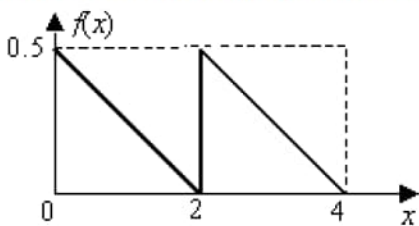
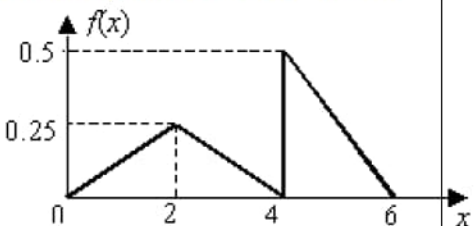
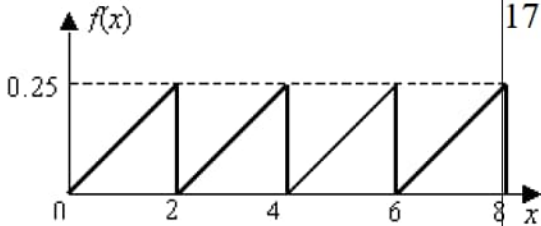
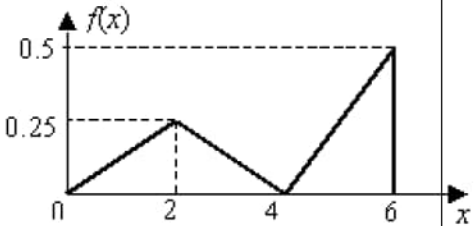
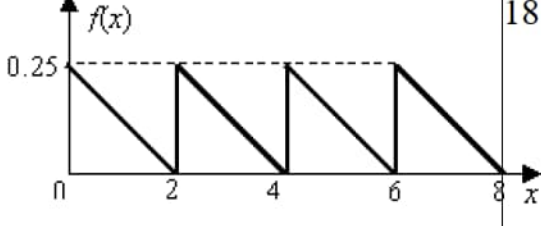
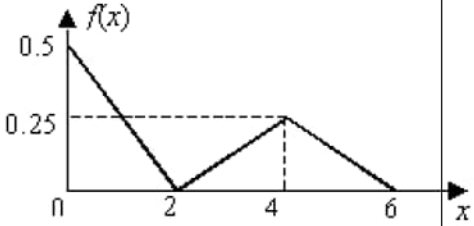
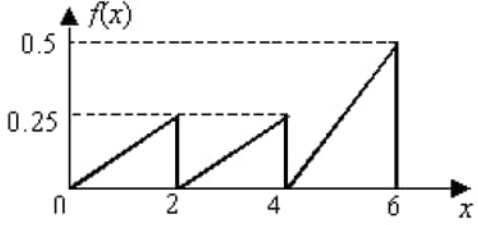
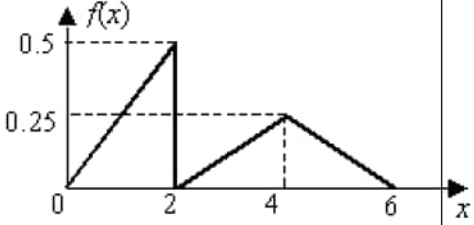
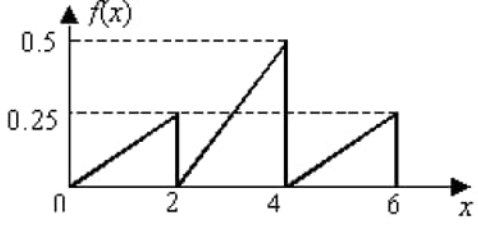
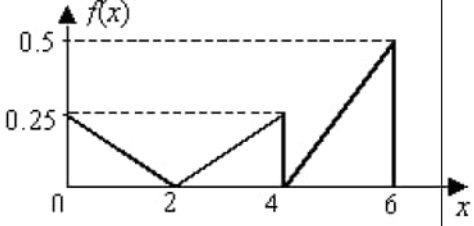
Таблица 2 – Таблица распределений

Вариант	Таблица распределения							
1	$x_i$	5	7	17	19	21	25	55
	$p_i$	0.01	0.05	0.3	0.3	0.3	0.02	0.02
2	$x_i$	1	3	7	10	15	18	23
	$p_i$	0.1	0.05	0.02	0.05	0.25	0.33	0.2
3	$x_i$	2	3	5	12	21	33	44
	$p_i$	0.1	0.15	0.2	0.05	0.02	0.33	0.15
4	$x_i$	5	8	13	16	21	24	29
	$p_i$	0.1	0.02	0.25	0.15	0.35	0.03	0.1
5	$x_i$	2	3	5	8	11	15	20
	$p_i$	0.1	0.15	0.25	0.05	0.05	0.3	0.1
6	$x_i$	1	8	17	23	37	42	50
	$p_i$	0.01	0.15	0.05	0.25	0.5	0.02	0.02
7	$x_i$	1	4	12	16	25	33	37
	$p_i$	0.05	0.25	0.25	0.15	0.13	0.1	0.07
8	$x_i$	1	10	15	23	29	38	42
	$p_i$	0.02	0.05	0.1	0.28	0.23	0.22	0.1
9	$x_i$	2	3	7	12	19	23	30
	$p_i$	0.04	0.15	0.2	0.25	0.2	0.15	0.01
10	$x_i$	1	5	7	14	21	26	31
	$p_i$	0.34	0.28	0.16	0.15	0.05	0.01	0.01
11	$x_i$	3	5	8	14	27	29	35
	$p_i$	0.02	0.07	0.1	0.19	0.19	0.2	0.23
12	$x_i$	7	16	28	33	39	46	56
	$p_i$	0.01	0.05	0.07	0.1	0.17	0.25	0.35
13	$x_i$	5	6	8	13	19	26	36
	$p_i$	0.05	0.07	0.2	0.23	0.17	0.23	0.05
14	$x_i$	3	9	18	23	29	27	45
	$p_i$	0.05	0.14	0.2	0.22	0.17	0.14	0.08
15	$x_i$	13	16	28	33	39	47	52
	$p_i$	0.08	0.14	0.25	0.16	0.25	0.09	0.03
16	$x_i$	1	6	8	13	19	24	27
	$p_i$	0.09	0.1	0.21	0.17	0.23	0.15	0.05
17	$x_i$	4	6	10	14	16	20	24
	$p_i$	0.04	0.1	0.1	0.27	0.33	0.13	0.03
18	$x_i$	2	6	12	16	22	26	32
	$p_i$	0.02	0.14	0.24	0.27	0.2	0.1	0.03
19	$x_i$	3	6	9	13	19	27	31
	$p_i$	0.04	0.12	0.22	0.28	0.2	0.1	0.04
20	$x_i$	1	3	8	11	19	29	33
	$p_i$	0.02	0.26	0.18	0.32	0.16	0.02	0.04

Таблица 3 – Плотность распределения вероятности

Вариант	Плотность распределения	Вариант	Плотность распределения
1		11	
2		12	
3		13	
4		14	
5		15	

Продолжение таблицы 3

Вариант	Плотность распределения	Вариант	Плотность распределения
6		16	
7		17	
8		18	
9		19	
10		20	

№	Алгоритм	Закон распределения	Параметры распределений	Параметры распределения Пуассона (для нестандартного алгоритма)
1	Стандартный с рекуррентным и формулами	Отрицательный биномиальный	$s = 4, p = 0.1;$ $s = 4, p = 0.5;$ $s = 4, p = 0.9$	$\lambda = 20$
2	Стандартный	Пуассона	$\lambda = 2; \lambda = 6; \lambda = 12$	$\lambda = 4$
3	Стандартный с рекуррентным и формулами	Геометрический	$p = 0.1; p = 0.5; p = 0.9$	$\lambda = 12$
4	Стандартный	Гипергеометрический	$N = 20, m = 10, n = 4;$ $N = 20, m = 10, n = 1$ $0;$ $N = 30, m = 15, n = 1$ $0$	$\lambda = 5$
5	Стандартный с рекуррентным и формулами	Биномиальный	$n = 5, p = 0.2;$ $n = 5, p = 0.5;$ $n = 5, p = 0.8$	$\lambda = 14$
6	Стандартный	Степенной	—	$\lambda = 4.5$
7	Стандартный с рекуррентным и формулами	Степенной	—	$\lambda = 7$
8	Стандартный	Отрицательный биномиальный	$s = 1, p = 0.2;$ $s = 1, p = 0.5;$ $s = 1, p = 0.8$	$\lambda = 18$
9	Стандартный с рекуррентным и формулами	Пуассона	$\lambda = 3; \lambda = 8; \lambda = 15$	$\lambda = 8$
10	Стандартный	Геометрический	$p = 0.2; p = 0.5; p = 0.8$	$\lambda = 9$
11	Стандартный с рекуррентным и формулами	Гипергеометрический	$N = 22, m = 11, n = 5;$ $N = 22, m = 12, n = 9;$ $N = 32, m = 16, n = 1$ $2$	$\lambda = 10$
12	Стандартный	Биномиальный	$n = 9, p = 0.1;$ $n = 9, p = 0.5;$ $n = 9, p = 0.9$	$\lambda = 6$
13	Стандартный с рекуррентным и формулами	Отрицательный биномиальный	$s = 2, p = 0.1;$ $s = 2, p = 0.5;$ $s = 2, p = 0.9$	$\lambda = 15$

№	Алгоритм	Закон распределения	Параметры распределений	Параметры распределения Пуассона (для нестандартног о алгоритма)
1 4	Стандартный	Гипергеометрически й	$N = 25, m = 12, n = 7;$ $N = 25, m = 13, n = 1$ 1; $N = 35, m = 17, n = 1$ 5	$\lambda = 3$
1 5	Стандартный	Биномиальный	$n = 4, p = 0.1;$ $n = 4, p = 0.5;$ $n = 4, p = 0.9$	$\lambda = 2$