

## 3. Лабораторная работа №3

### 3.1. Цель лабораторной работы

Лабораторная проверяет знания по генераторам случайных чисел.

#### 3.1.1. Задание №1

1. Реализовать виде функции один из алгоритмов генерации псевдослучайных равномерно-распределенных чисел, использующий побитовые операции (кроме вихря Мерсенна, который и так встроен в `<random>`).
2. С помощью этой функции заполнить массив беззнаковыми целыми числами двойной точности (64 бит).
3. В качестве инициализирующих значений для генератора использовать биты из псевдоустройства Unix `/dev/random`. Если данные устройства не доступны, то используйте для генерации начальных значений `std::random_device`.

#### 3.1.2. Задание №2

Протестировать генераторы с помощью графических тестов:

- нарисовать гистограмму,
- диаграмму рассеяния,
- график лага,
- график автокорреляции.

Гистограмма должна быть построена для разного количества сгенерированных чисел:  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$ ,  $10^6$  и  $10^7$  чисел. Сколько оперативной памяти займет массив 64 битных целых чисел размером  $10^7$ ?

#### 3.1.3. Задание №3

1. Протестировать генераторы вычислив для разного количества сгенерированных чисел выборочное среднее и несмещенную выборочную дисперсию.
2. Используйте для этого функции, которые реализовали в предыдущей лабораторной работе.
3. Сравнить их с теоретическими значениями для равномерного распределения.
4. Важно не забыть нормировать сгенерированную последовательность. Попытка вычисления суммы беззнаковых целых чисел очень быстро приведет к переполнению и получению бессмысленных результатов.

#### 3.1.4. Задание №4

В предыдущих заданиях псевдослучайные числа сохранялись в массив (вектор) и только после завершения генерации вычислялись выборочное среднее и несмещенная выборочная дисперсия. Это приводило к использованию программой большого количества памяти. Можно этого избежать, если использовать специальные рекуррентные формулы для вычисления среднего и дисперсии:

$$\bar{x}_i = \bar{x}_{i-1} + \frac{x_i - \bar{x}_{i-1}}{i}, \quad s_i^2 = s_{i-1}^2 + \frac{(x_i - \bar{x}_{i-1})^2}{i} - \frac{s_{i-1}^2}{i-1}.$$

Это *онлайн алгоритм Уэлфорда (Welford)*. Индекс  $i$  обозначает номер элемента в выборке  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Используйте эти формулы для выполнения задания №3. Сгенерируйте  $10^8, 10^9$  элементов и сравните результаты.