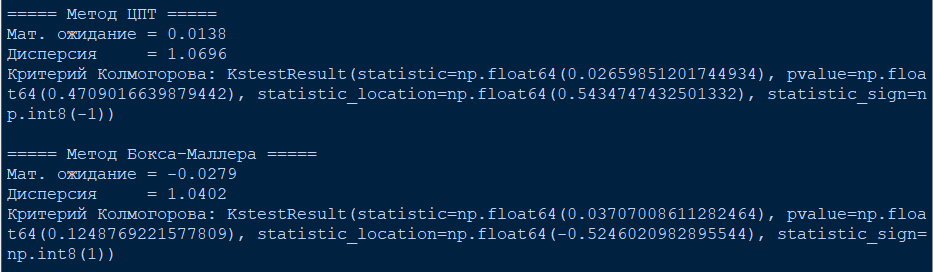
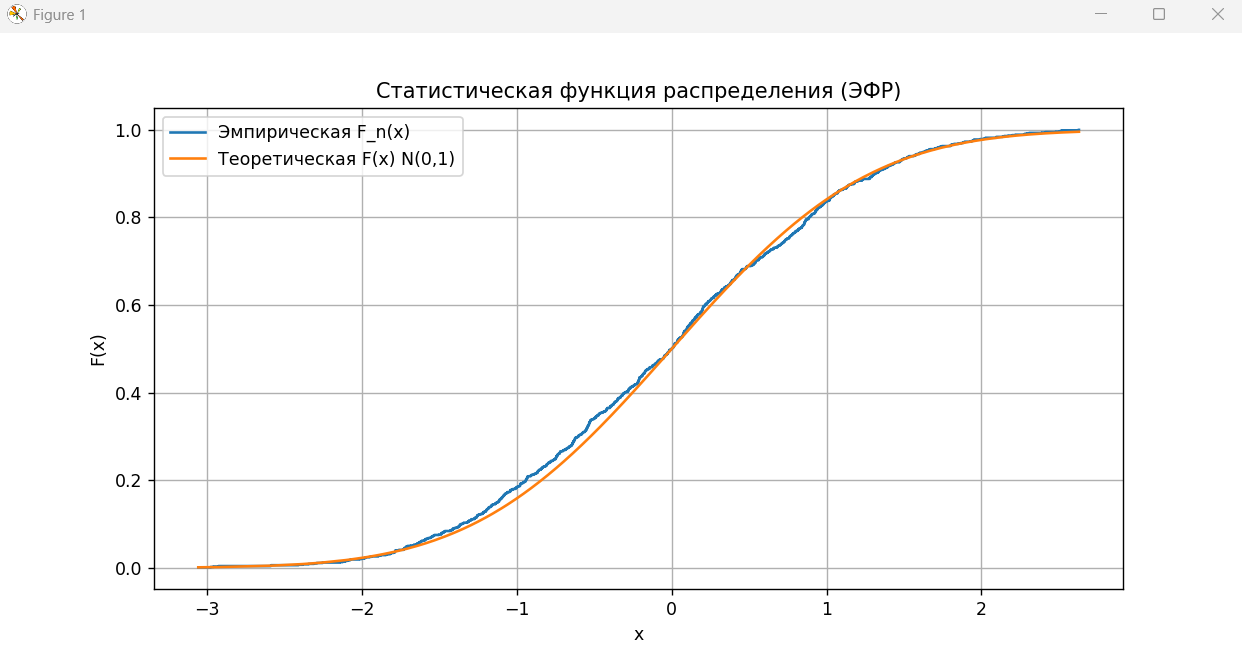
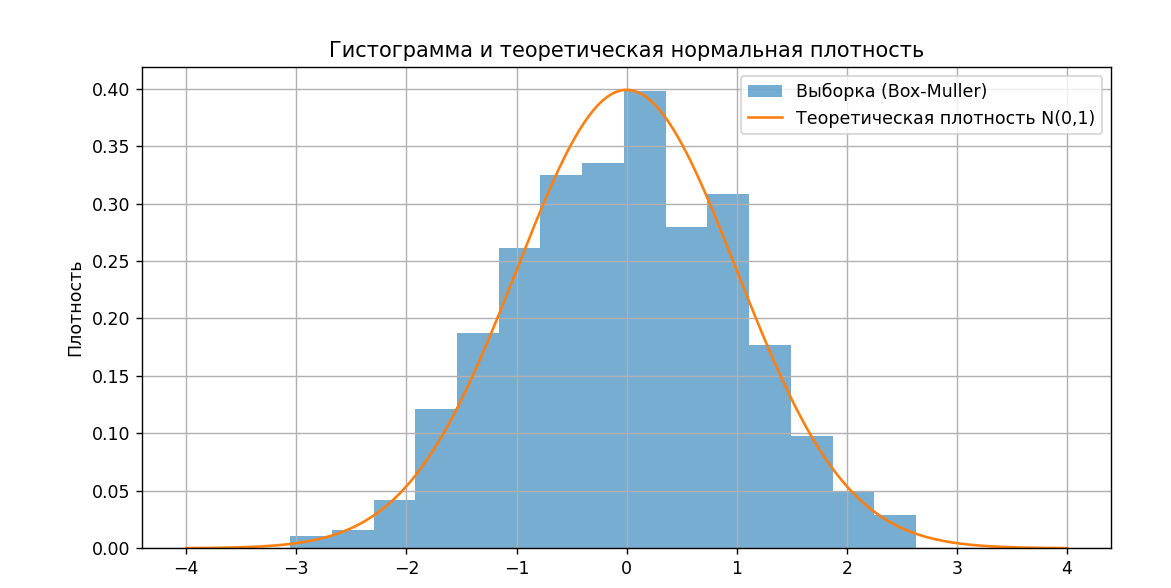
**Ширкалин А.Ю 242  
Вариант 2(22)**

**Задание:**

Составить подпрограмму генерирования случайных величин с нормальным законом распределения методом, основанным на центральной предельной теореме, а также методом, определенным в соответствии с вариантом задания (табл. 4). Параметры закона распределения указаны в виде N(μ, σ 2 ). По полученной с помощью подпрограммы выборке построить и проанализировать гистограмму частот и статистическую функцию распределения, оценить матожидание и дисперсию случайной величины. Соответствие эмпирических данных теоретическому распределению проверить с помощью критерия Пирсона или критерия Колмогорова. Объем выборки случайных величин не менее 1000. Количество интервалов разбиения k = 15 или k = 25. Теоретическая часть для данного практического занятия представлена в учебнике [1] на стр. 76–83.  
  
  
**Результат:** **Ответы на контрольные вопросы:**

**1. Как выглядит функция плотности нормального закона распределения?**

Функция плотности **нормального (гауссовского) распределения** имеет вид:

где  
— **математическое ожидание** (среднее значение),  
— **среднеквадратическое отклонение** (мера рассеяния значений).

Для **стандартного нормального распределения** () формула упрощается:

Кривая плотности имеет симметричную форму колокола, максимум при .

**2. Какие существуют способы формирования последовательности случайных величин, отвечающих нормальному закону распределения?**

Существует несколько основных методов моделирования нормально распределённых случайных величин:

1. **Метод аппроксимации (табличный или полиномиальный):**  
   используется приближение функции распределения к простым выражениям, что позволяет генерировать значения по равномерным случайным числам.
2. **Метод на основе центральной предельной теоремы (ЦПТ):**  
   нормальная величина получается как сумма большого числа независимых равномерно распределённых случайных величин.
3. **Методы преобразований:**
   * **Метод Бокса–Маллера** — использование двух независимых равномерных величин и тригонометрических преобразований;
   * **Метод Марсальи–Брея** — модификация метода Бокса–Маллера без тригонометрических функций, с использованием геометрического отбора точек.
4. **Методы статистического выбора (отбора):**  
   генерируются кандидаты из более простого распределения и принимаются или отклоняются в зависимости от плотности нормального распределения.

**3. В чем заключается метод аппроксимации для моделирования нормально распределённых случайных величин?**

**Метод аппроксимации** заключается в замене точной функции распределения нормальной случайной величины приближённой аналитической функцией, удобной для вычислений.

Основная идея:

1. Строится полиномиальное или рациональное приближение функции распределения (например, с помощью рядов Эрфа или таблиц).
2. Генерируется равномерная случайная величина .
3. Находится — значение, соответствующее этому уровню вероятности.

Поскольку обратная функция не имеет аналитического выражения, используются **аппроксимированные таблицы или эмпирические формулы**, что и дало название методу.

**4. Каким образом используется центральная предельная теорема для формирования последовательности случайных величин, отвечающих нормальному закону распределения?**

**Центральная предельная теорема (ЦПТ)** утверждает, что сумма большого числа независимых случайных величин, имеющих одинаковое распределение с конечными дисперсиями, стремится к нормальному распределению.

Использование ЦПТ для моделирования:

1. Генерируются независимых равномерно распределённых величин .
2. Вычисляется сумма:
3. Нормируется результат, чтобы получить стандартное нормальное распределение:

При получаем достаточно хорошее приближение к .  
Для получения используют преобразование:

**5. В чем сущность метода Бокса и Малера?**

**Метод Бокса–Маллера** — это классический способ генерации двух независимых стандартных нормально распределённых случайных величин и из двух независимых равномерных величин .

Формулы преобразования:

**Сущность метода:**  
равномерные точки на единичном квадрате преобразуются в точки с нормальным распределением по радиальной симметрии.  
Метод даёт точные значения, но требует вычисления тригонометрических функций (что немного снижает скорость работы).

**6. В чем сущность метода Марсальи и Брея?**

**Метод Марсальи–Брея** — это модификация метода Бокса–Маллера, устраняющая необходимость в тригонометрических вычислениях.

**Алгоритм:**

1. Генерируются две равномерные случайные величины .
2. Вычисляется .
3. Если или , то числа отбрасываются, и генерация повторяется.
4. После отбора вычисляются:

**Сущность метода:**  
равномерные точки отбираются внутри единичного круга, и преобразуются в нормально распределённые величины.  
Этот метод быстрее, так как не использует синус и косинус, и обеспечивает высокое качество генерации при минимальных вычислительных затратах.