Проверка встроенного ГСЧ

Задача:

1. Построить столбчатую диаграмму распределния на 10 шагов.
2. Сравнить мат. ожидание, дисперсию и среднеквадратичное отклонение с табличными

Табличные значения равномерного распределения:

1. $m_r = \frac{\sum_{i=1}^{n} r_i}{n} = \frac{1}{2}$
2. $D_r = \frac{\sum_{i=1}^{n} (r_i - m_r)^2}{n} = \frac{1}{12} = 0.083$
3. $\sigma_r = \sqrt{D_r} = 0.288$

[355]:
```python
import math
import seaborn as sns
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

[356]:
```python
sample = 100_000
```

[1]:
```python
def count_statistics(sample: int):
    """
    Подсчет основных статистик: мат.ожидание и дисперсия

    Касательно генератора равномерного распределения:
    https://numpy.org/doc/stable/reference/random/generated/numpy.random.uniform.html

    mr - мат. ожидание
    dr - дисперсия
    return: Tuple[mr, dr, arr]
    """
    # from random import random
    from numpy.random import uniform as random
    mr: float = 0
    dr: float = 0

    arr = random(size=sample)
    mr += np.sum(arr) / sample
    dr += np.sum((arr - mr) ** 2) / sample

    return mr, dr, arr
```

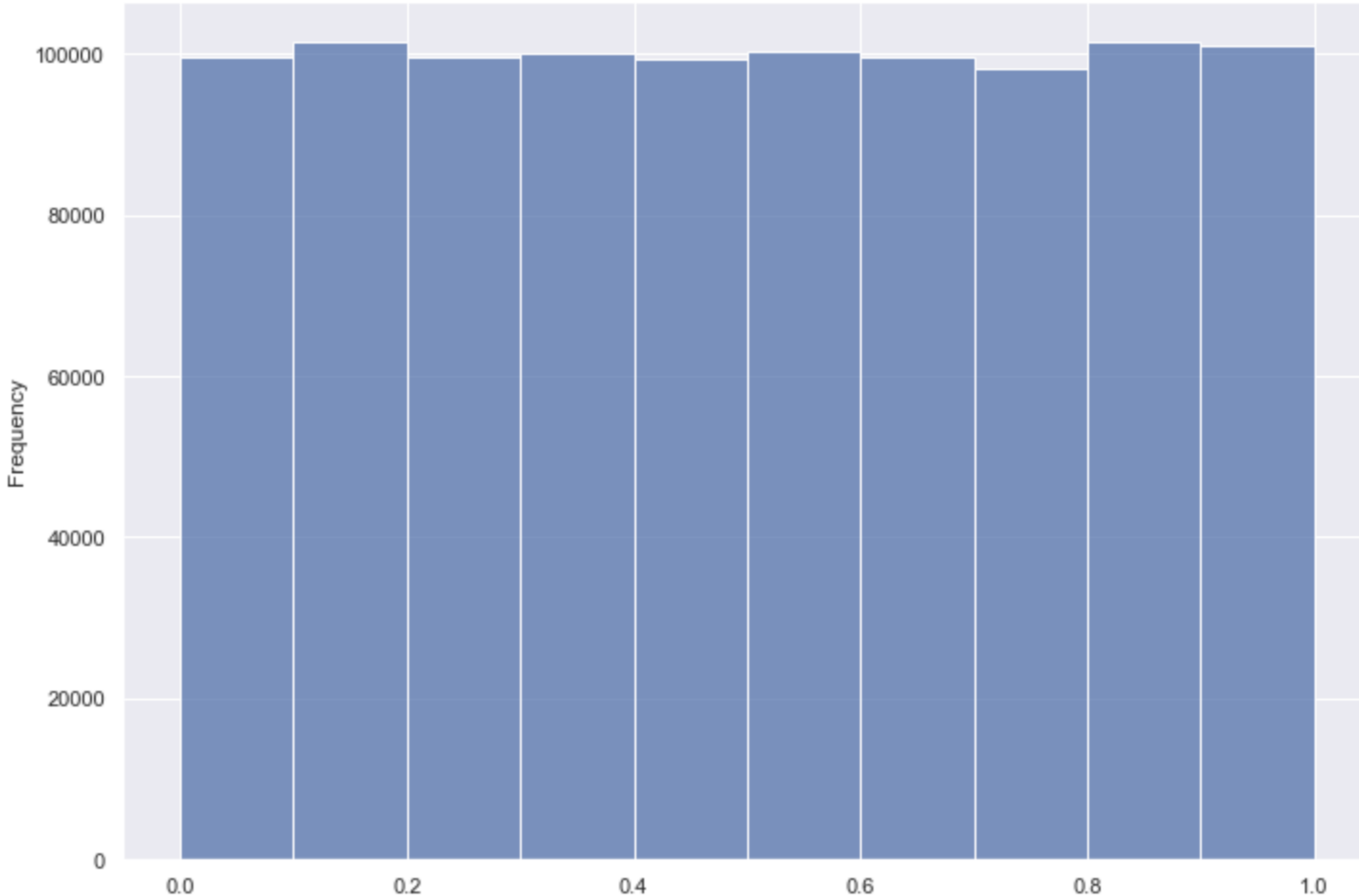
[358]:

```
mr, dr, arr_sample = count_statistics(sample)
sigma = math.sqrt(dr)

print(f"Мат. ожидание  = {mr:4.2f}")
print(f"Дисперсия      = {dr:5.30f}")
print(f"Ср. отклонение = {sigma:5.3f}")
```

```
Мат. ожидание  = 0.50
Дисперсия      = 0.083630374858105677171593583807
Ср. отклонение = 0.289
```

[359]:

```
# построение графика
sns.set_theme(style="darkgrid")

sns.histplot(
    data=arr_sample,
    bins=10,
    stat="frequency",
)
```


Frequency
0
20000
40000
60000
80000
100000
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0

Построение собственного ГСЧ с нормальным законом распределения

Условия:

1. Параметры для закона нормального распределения: $m = 0, \sigma = \Delta y$

1 метод - ЦПТ

- **Закон получения чисел**: $V = \sum_{i=1}^{n} r_i$, где $n = 6$ или 12
- **Нормализация**: $Z = \frac{V - m_V}{\sigma_V}$

Предполагаемые статистики будут равны:

1. $m_V = \frac{n}{2}$
2. $\sigma_V = \sqrt{\frac{n}{12}}$

[360]:
```python
# кол-во генирируемых чисел по равномерному закону
sample = 12

# колв-о генирируемых чисел для выборки по нормальному закону
size = 100_000
```

[361]:
```python
def generate_normal(size: int, sample: int):
    """
    size - кол-во генерируемых чисел по нормальному закону
    sample - кол-во генирируемых чисел по равномерному закону, которые
        будут использоваться для генерации чисел по нормальному закону
    """
    mv:float = sample / 2
    sv:float = math.sqrt(sample/12)
    normal_arr = []

    for _ in range(size):
        _, _, eq_arr = count_statistics(sample)
        normal_arr.append(
            (np.sum(eq_arr) - mv) / sv
        )
    return normal_arr
```

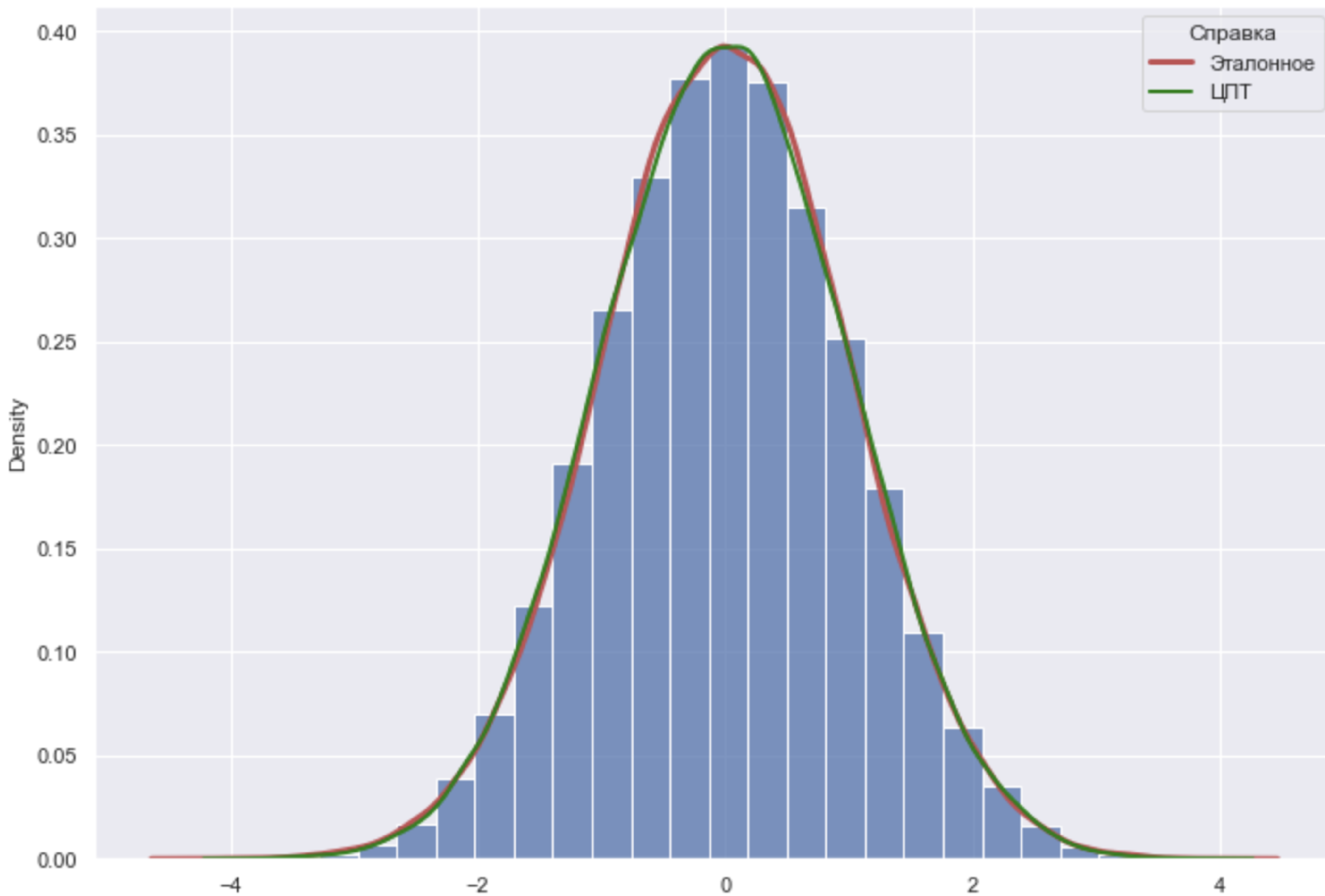
[362]:
```python
arr_sample = generate_normal(size, sample)
```

```
[363]: mv = np.sum(arr_sample) / len(arr_sample)
dv = np.sum((np.array(arr_sample) - mv) ** 2) / len(arr_sample)
sv = np.sqrt(dv)

print(f"Мат. ожидание  = {mv:3.2f}")
print(f"Дисперсия      = {dv:5.3f}")
print(f"Ср. отклонение = {sv:5.3f}")
```

```
Мат. ожидание  = -0.00
Дисперсия      = 0.995
Ср. отклонение = 0.998
```

[364]:

```
# построение графика:
sns.set(rc={'figure.figsize':(11.7,8.27)})

sns.set_theme(style="darkgrid")

sns.histplot(
    data=arr_sample,
    bins=25,
    stat="density",
    legend=True
)

sns.kdeplot(
    np.random.normal(size=100_000),
    color='r',
    legend=True,
    linewidth=3
)

sns.kdeplot(
    arr_sample,
    color='green',
    legend=True,
    linewidth=2
)
plt.legend(title='Справка', labels=["Эталонное", "ЦПТ"])
```


Справка
Эталонное
ЦПТ
Density
0.00
0.05
0.10
0.15
0.20
0.25
0.30
0.35
0.40
−4
−2
0
2
4

2 метод - метод Мюллера

Закон распределения:

- $Z_1 = \cos(2\pi * r_1) * \sqrt{-2 * ln(r_2)}$

или

- $Z_2 = \sin(2\pi * r_1) * \sqrt{-2 * ln(r_2)}$

Статистики таких чисел будут равны:

1. $m_V = 0$
2. $\sigma_V = 1$

Масштабирование:

$x = z * \sigma_x + m_x$, где

$\sigma_x = \Delta y = 0.05 * MAX_{\text{табличный}} |y(t)|$

y(t) брать из РГР-1.

max y(t) для моей РГР-1 был равен 37.93984

[373]:

```python
def generate_muller(size:int):
    """
    size - размер выборки
    """
    arr = []
    sx = 0.05 * 37.93984 # из РГР-1
    for _ in range(size // 2):
        _, _, arr_ = count_statistics(sample=2)
        z1: float = np.cos(2 * np.pi * arr_[0]) * np.sqrt(-2 * math.log(arr_[1]))
        z2: float = np.sin(2 * np.pi * arr_[0]) * np.sqrt(-2 * math.log(arr_[1]))
        arr.extend([z1 * sx, z2 * sx])
    return np.array(arr)
```

[374]:

```python
arr_muller = generate_muller(size=100_000)
```

[375]:

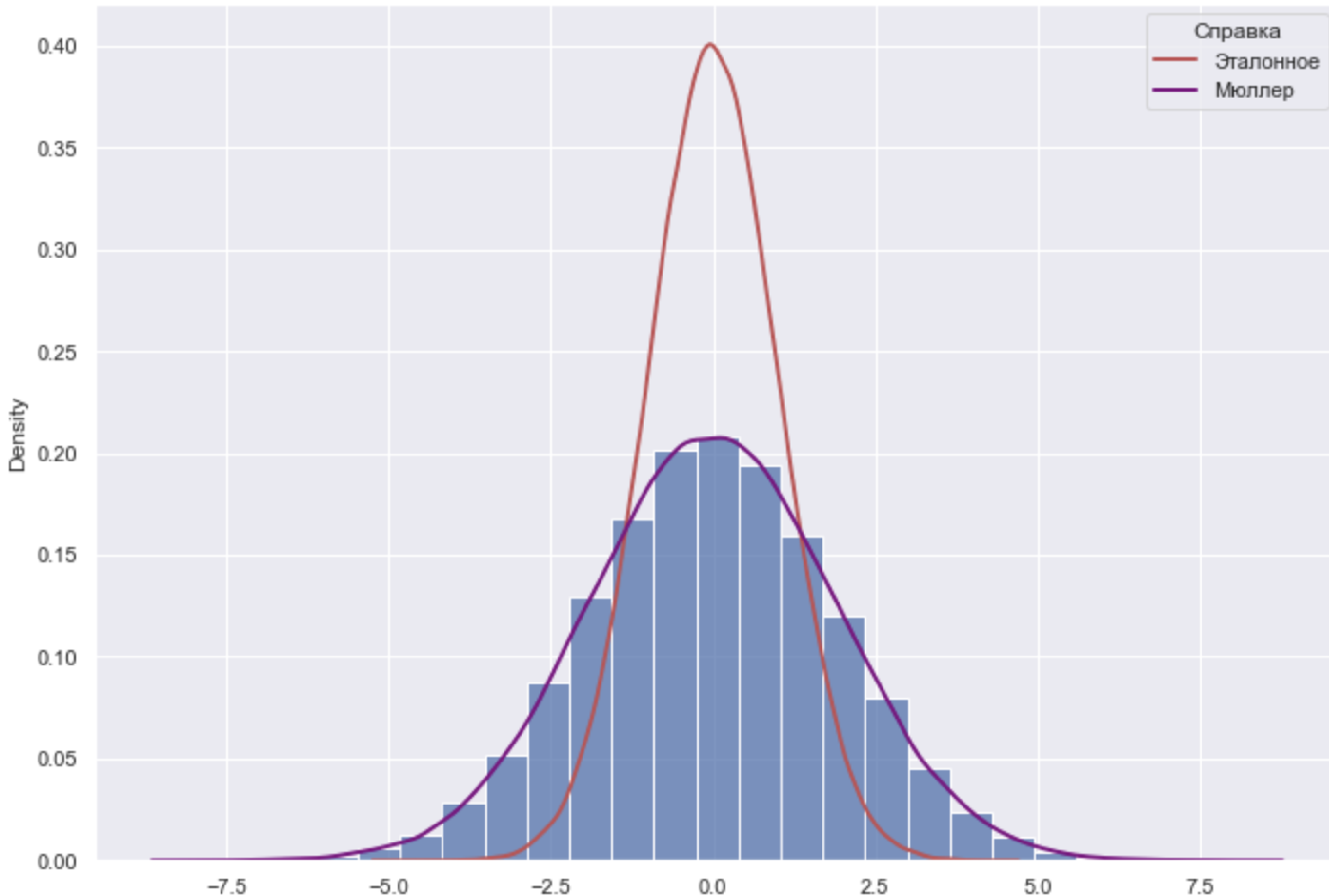
```python
mx = np.sum(arr_muller) / len(arr_muller)
dx = np.sum((np.array(arr_muller) - mx) ** 2) / len(arr_muller)
sx = np.sqrt(abs(dx))

print(f"Мат. ожидание  = {mx:3.2f}")
print(f"Дисперсия      = {dx:5.3f}")
print(f"Ср. отклонение = {sx:5.3f}")
```

```
Мат. ожидание  = -0.01
Дисперсия      = 3.610
Ср. отклонение = 1.900
```

[376]:

```
# построение графика:
sns.set(rc={'figure.figsize':(11.7,8.27)})

sns.set_theme(style="darkgrid")

sns.histplot(
    data=arr_muller,
    bins=25,
    stat="density",
    legend=True
)
sns.kdeplot(
    np.random.normal(size=100_000),
    color='r',
    legend=True,
    linewidth=2
)

sns.kdeplot(
    arr_muller,
    color='purple',
    legend=True,
    linewidth=2
)

plt.legend(title='Справка', labels=["Эталонное", "Мюллер"])
```

```
[376]: <matplotlib.legend.Legend at 0x7fad842f0400>
```



Вывод о построении собственного ГСЧ

Лучше использовать метод, применимый вместе с ЦПТ, так как он более близок к эталонному нормальному распредлелению