

Расчетная работа №1.1

Дисциплина: Теория вероятности и математическая статистика

Тема: Применение формулы Байеса для принятия решений
balls

Выполнил

студент гр. 3530901/90003

(подпись)

Руднев А.К.

Преподаватель

(подпись)

Никитин К.В.

«__» _____ 2021 г.

Содержание

1. Техническое задание	3
2. Формулы	4
3. Результаты	5
4. Вывод.....	68
5. Листинг	69

1. Техническое задание

Вытягивание шаров из одной корзины с определением числа шаров каждого цвета. Корзина с шарами разных цветов. Количество шаров известно, нужно угадать распределение по цветам. Вытягивание с возвращением по несколько шаров.

Описание:

В корзине N шаров разных цветов (всего m цветов), N и m известно. Игрок последовательно тянет из корзины по шару, запоминает цвета, возвращает шары в корзину, шары перемешиваются и так далее. Всего выполняется K извлечений. Необходимо определить количество шаров каждого цвета в корзине.

Исходные данные (task_1_balls.txt) Соответствующий файл исходных данных имеет название task_1_balls.txt. Листинг с примером такого файла приведен ниже:

```
N: 280, m: 6, Nexp=10000
d_diap: [2, 3]
colors: ['Red', 'White', 'Black', 'Green', 'Blue', 'Yellow']
Experiments:
# 1, balls: Blue, Green
# 2, balls: Blue, Yellow, Blue
# 3, balls: Blue, Black, Black
# 4, balls: Blue, Yellow
...
```

Задачи:

1а. После каждого k извлечения необходимо вычислить ряд распределения апостериорных вероятностей определенных конфигураций сочетаний числа шаров.

1б. Определять после каждого извлечения, какие конфигурации имеют наибольшую вероятность. Визуализировать эволюцию изменения наиболее вероятных конфигураций.

1с. Построить зависимость числа превалирующих гипотез от числа проведенных опытов.

2а. Вычислить вероятности нахождения в корзине определенного

числа шаров для каждого цвета отдельно после каждого извлечения. Построить соответствующие графики зависимостей изменения этих вероятностей от числа опытов.

2б. Определять для каждого цвета на каждом шаге наиболее вероятные значения числа шаров и визуализировать их.

2с. Сравнить полученные отдельные наиболее вероятные значения числа шаров заданного цвета с наиболее вероятной конфигурацией цветов в совокупности.

2д. Построить зависимость числа превалирующих гипотез от количества проведенных опытов.

3а. Определить приблизительно количество шаров каждого цвета исходя из средних частот вынимания шаров определенного цвета. Построить соответствующие графики оценки среднего числа шаров каждого цвета как функцию от количества извлечений.

3б. Сравнить результаты с п. 2 и 3

2. Формулы

Основная формула, применявшаяся при решении данного расчетного задания – формула Байеса для вычисления апостериорных вероятностей в результате появления того или иного события:

$$P(H_i/A) = \frac{P(AH_i)}{P(A)} = \frac{P(H_i)P(A/H_i)}{\sum P(H_k)P(A/H_k)}$$

Априорные вероятности для отдельных шаров были равны $1/N$, где N – количество шаров в корзине, априорные вероятности для конфигурации шаров:

$$\frac{1}{C_{N+m-1}^{m-1}}$$

Для каждого шара в отдельности после каждого вытаскивания производился пересчет вероятности той или иной гипотезы с помощью формул:

$$P(H_i/A) = \frac{P(H_i) \left(\frac{i}{N}\right)^t}{\sum P(H_k) \left(\frac{k}{N}\right)^t}$$

$$P(H_i/\bar{A}) = \frac{P(H_i) \frac{N-i}{N}}{\sum P(H_k) \frac{N-k}{N}}$$

В этих формулах t – количество вытаскиваний шара данного цвета в результате отдельного вытаскивания.

На основе апостериорных вероятностей для отдельных шаров выбирались диапазоны, внутри которых будут высчитываться вероятности отдельных конфигураций шаров, которые в свою очередь пересчитывались по формуле вероятности полиномиального распределения:

$$P(X_1 = n_1, \dots, X_k = n_k) = \frac{n!}{n_1! \dots n_k!} p_1^{n_1} \cdot \dots \cdot p_k^{n_k},$$

где n_i – количество появлений i , p_i – вероятность этого события.

Частотная характеристика количества шаров также высчитывалась на каждом шаге и представляла собой отношение числа шаров данного цвета, которые достали по итогу всех вытаскиваний на данный момент, к общему числу шаров, которые достали по итогу всех вытаскиваний на данный момент, умноженное на общее число шаров.

3. Результаты

Результаты представлены для: первых 15, 50, 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000, 10000 опытов.

Наиболее вероятная конфигурация шаров представлена с 50 опытов.

Расчет количества шаров по отдельности вычисляется на основе апостериорных вероятностей.

Опыт №1:

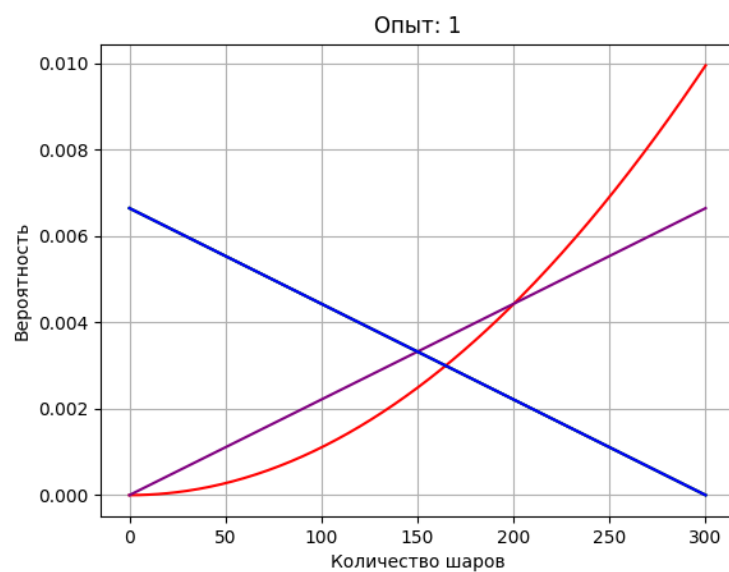


Рис. 1 - Расчет количества шаров по отдельности

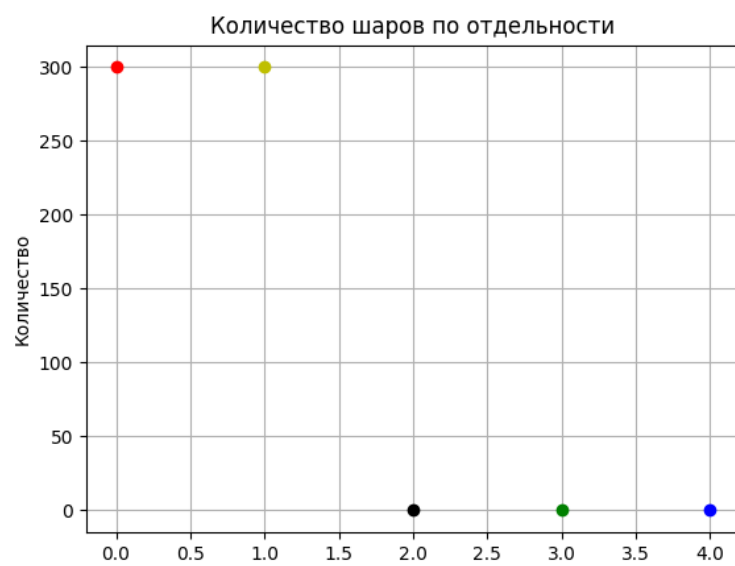


Рис. 2 – Количество шаров по отдельности

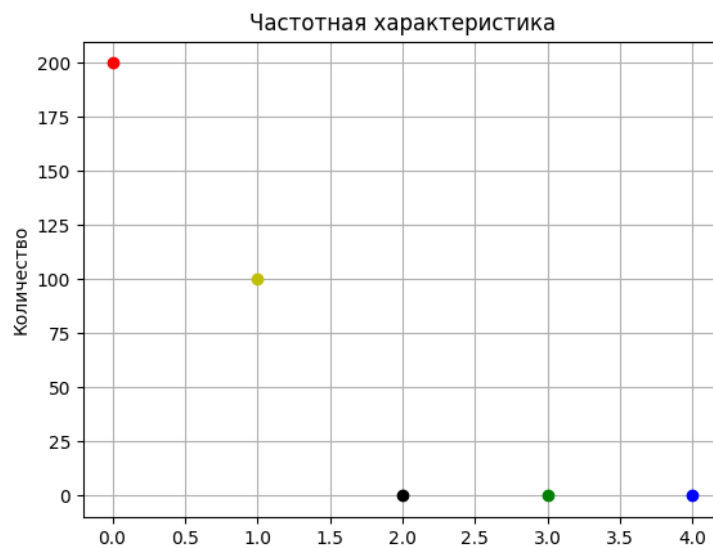


Рис. 3 – Частотная характеристика

Опыт № 1

Вероятнее всего:

красных: 300 белых: 300 черных: 0 зеленых: 0 синих: 0

Расчет количества:

красных: 200 белых: 100 черных: 0 зеленых: 0 синих: 0

Рис. 4 – Вычисления для опыта 1

Опыт №2:

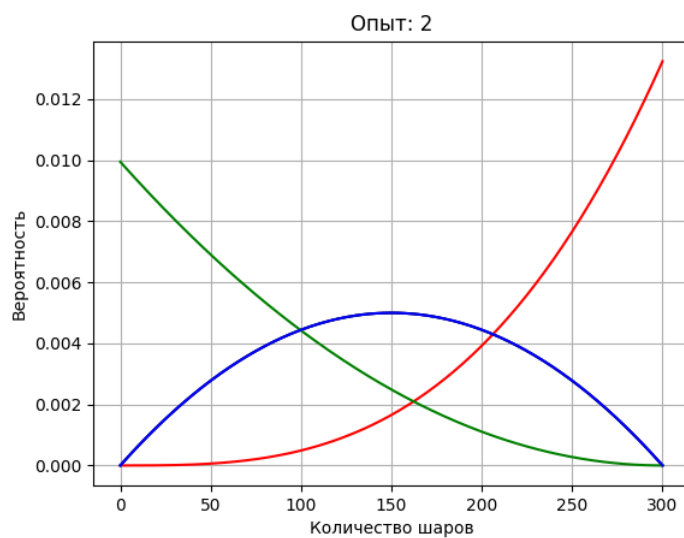


Рис. 5 - Расчет количества шаров по отдельности

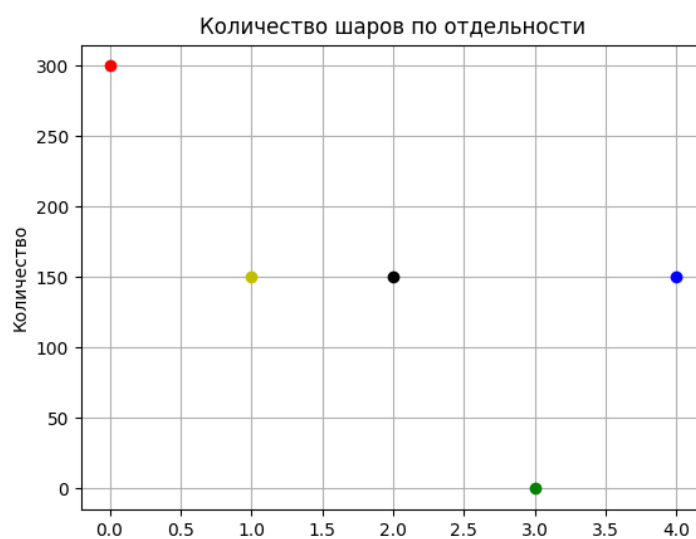


Рис. 6 – Количество шаров по отдельности

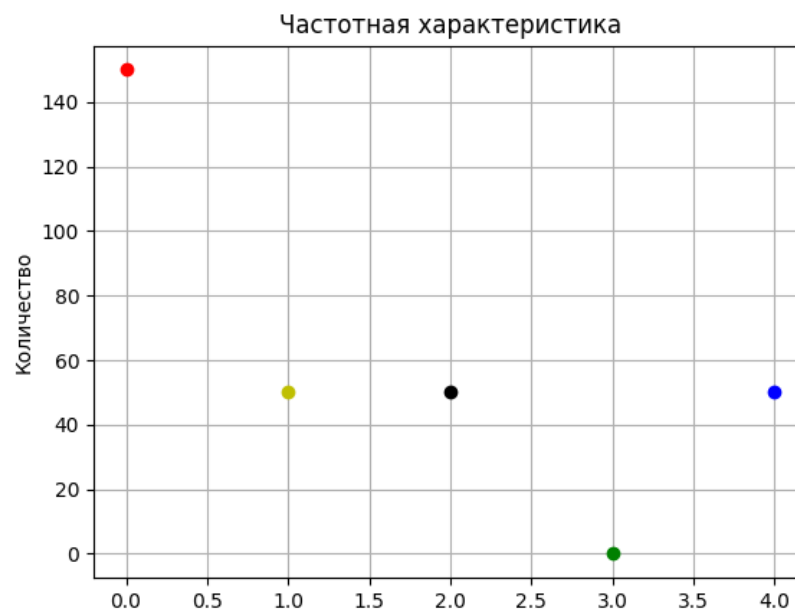


Рис. 7 – Частотная характеристика

Опыт № 2

Вероятнее всего:

красных: 300 белых: 150 черных: 150 зеленых: 0 синих: 150

Расчет количества:

красных: 150 белых: 50 черных: 50 зеленых: 0 синих: 50

Рис. 8 – Вычисления для опыта 2

Опыт №3:

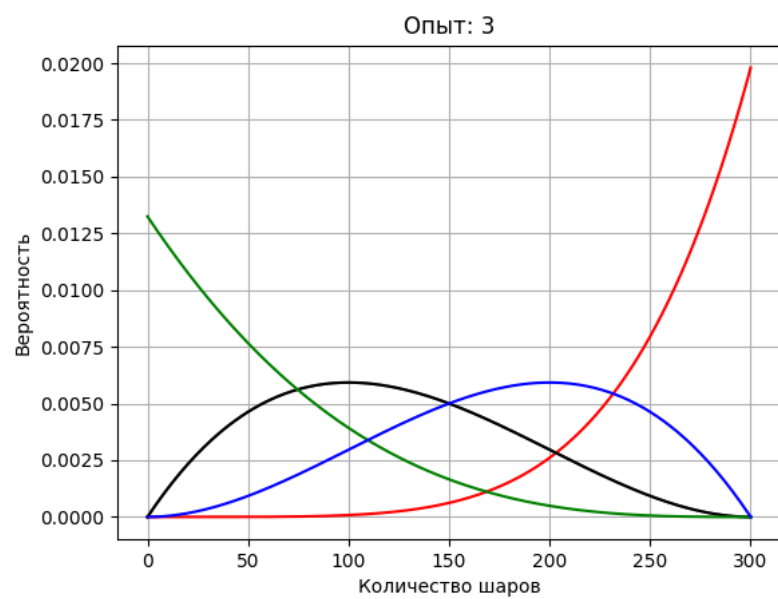


Рис. 9 - Расчет количества шаров по отдельности

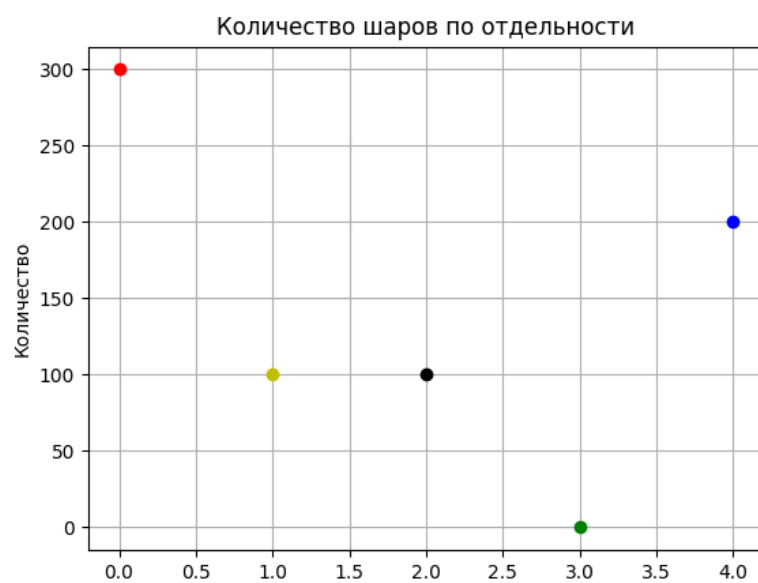


Рис. 10 – Количество шаров по отдельности

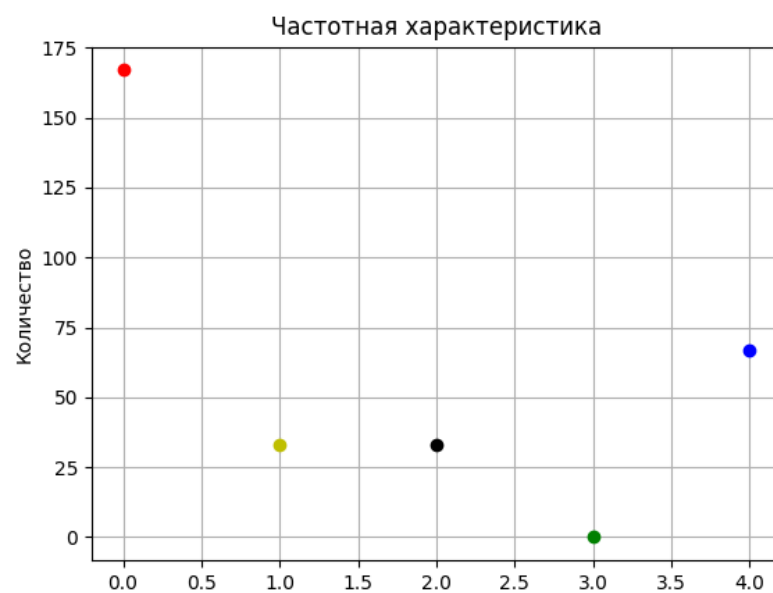


Рис. 11 – Частотная характеристика

Опыт № 3

Вероятнее всего:

красных: 300 белых: 100 черных: 100 зеленых: 0 синих: 200

Расчет количества:

красных: 167 белых: 33 черных: 33 зеленых: 0 синих: 67

Рис. 12 – Вычисления для опыта 3

Опыт №4:

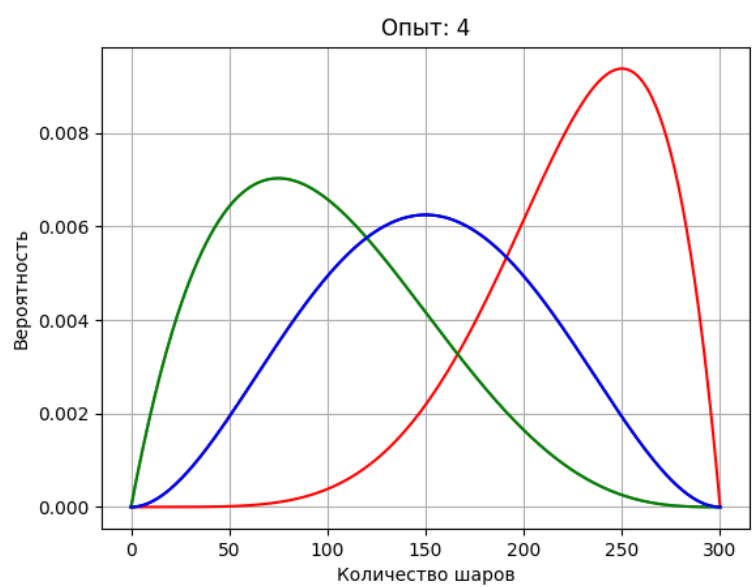


Рис. 13 - Расчет количества шаров по отдельности

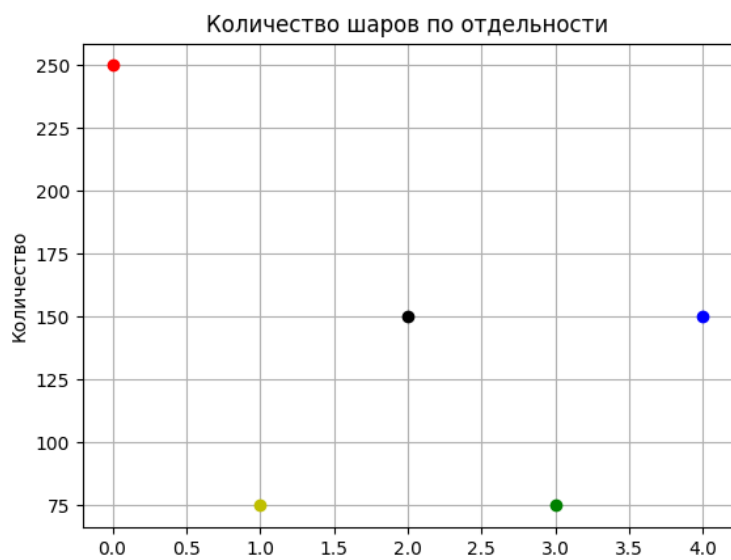


Рис. 14 – Количество шаров по отдельности

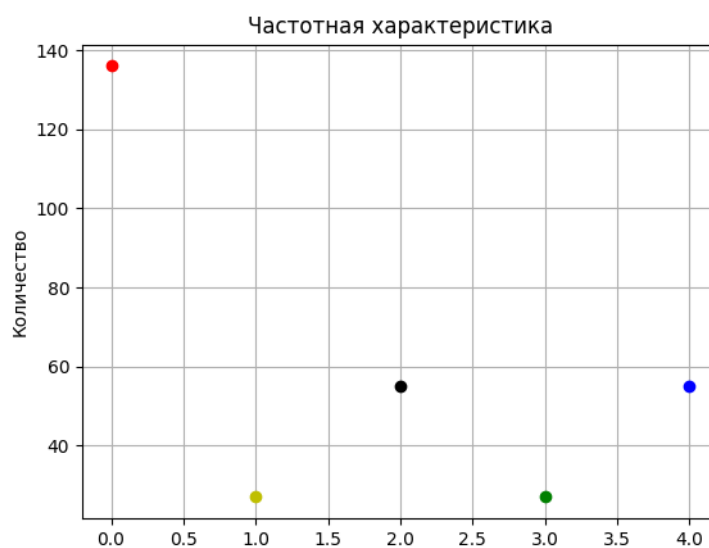


Рис. 15 – Частотная характеристика

Опыт № 4

Вероятнее всего:

красных: 250 белых: 75 черных: 150 зеленых: 75 синих: 150

Расчет количества:

красных: 136 белых: 27 черных: 55 зеленых: 27 синих: 55

Рис. 16 – Вычисления для опыта 4

Опыт №5:

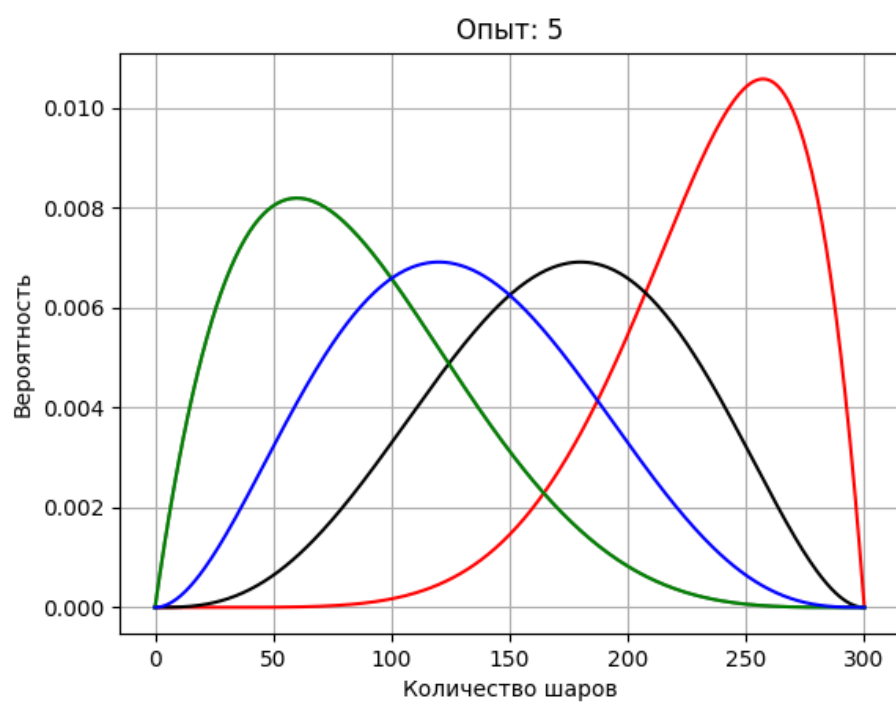


Рис. 17 - Расчет количества шаров по отдельности

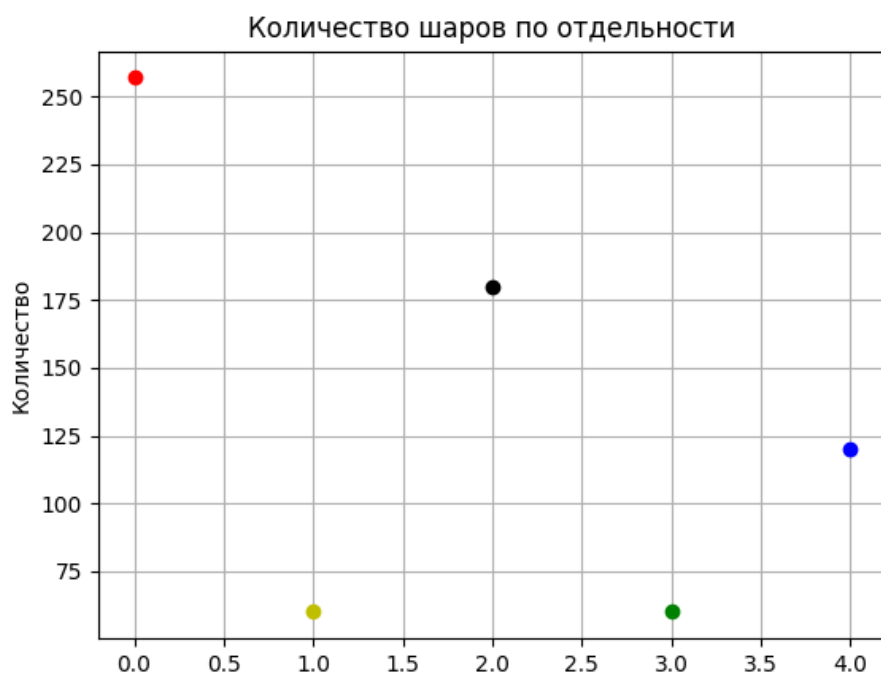


Рис. 18 – Количество шаров по отдельности

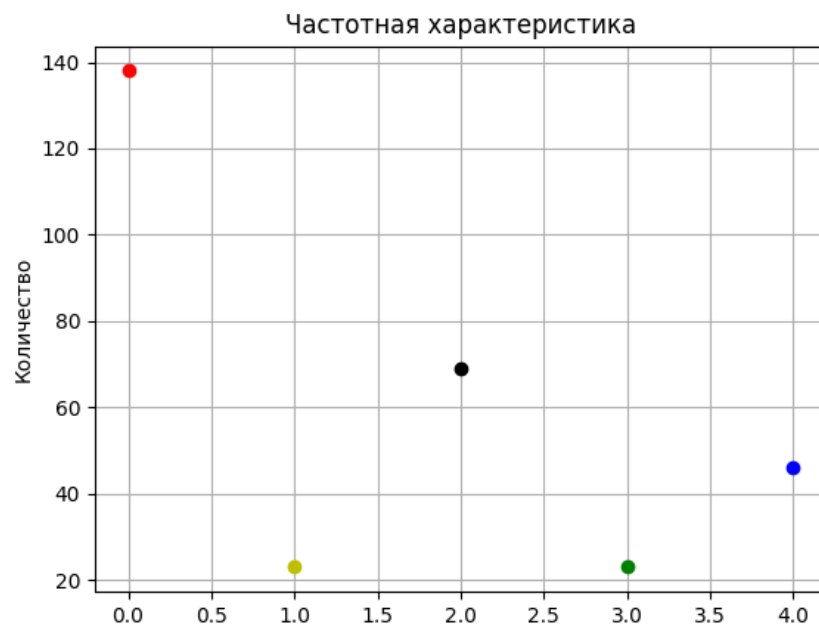


Рис. 19 – Частотная характеристика

Опыт № 5

Вероятнее всего:

красных: 257 белых: 60 черных: 180 зеленых: 60 синих: 120

Расчет количества:

красных: 138 белых: 23 черных: 69 зеленых: 23 синих: 46

Рис. 20 – Вычисления для опыта 5

Опыт №6:

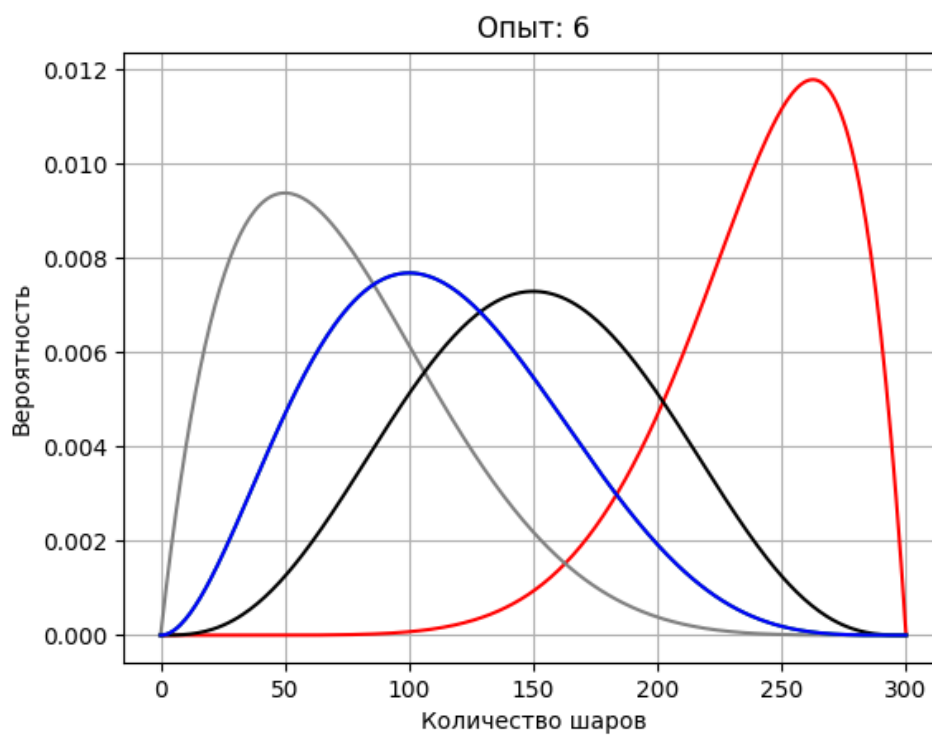


Рис. 21 - Расчет количества шаров по отдельности

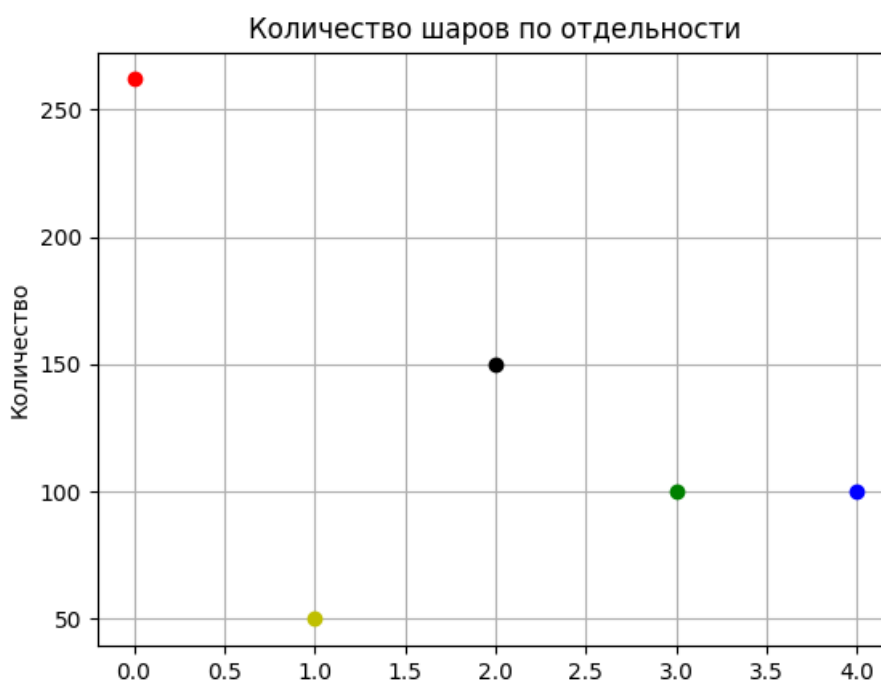


Рис. 22 – Количество шаров по отдельности

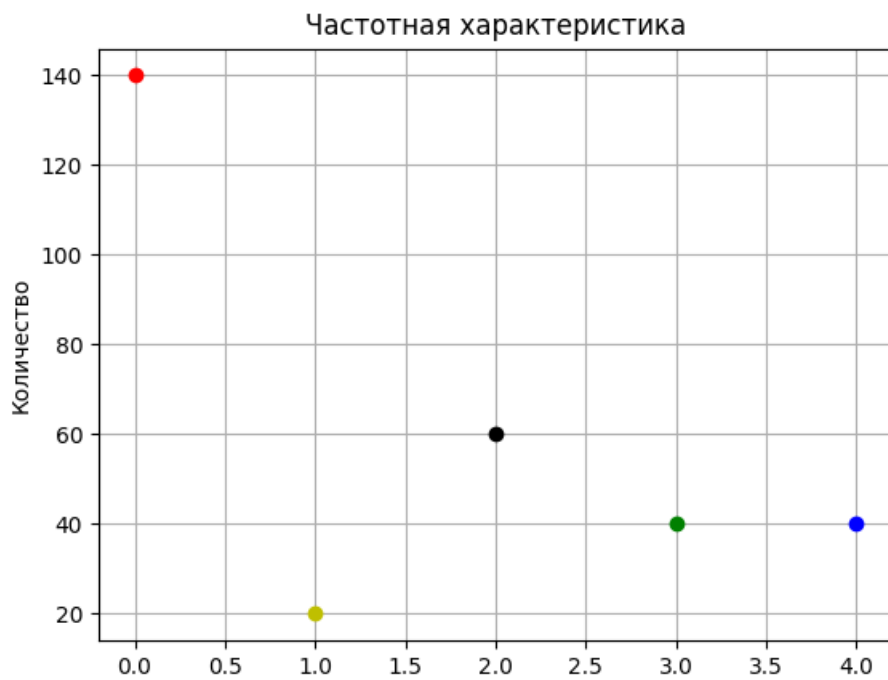


Рис. 23 – Частотная характеристика

Опыт № 6

Вероятнее всего:

красных: 262 белых: 50 черных: 150 зеленых: 100 синих: 100

Расчет количества:

красных: 140 белых: 20 черных: 60 зеленых: 40 синих: 40

Рис. 24 – Вычисления для опыта 6

Опыт №7:

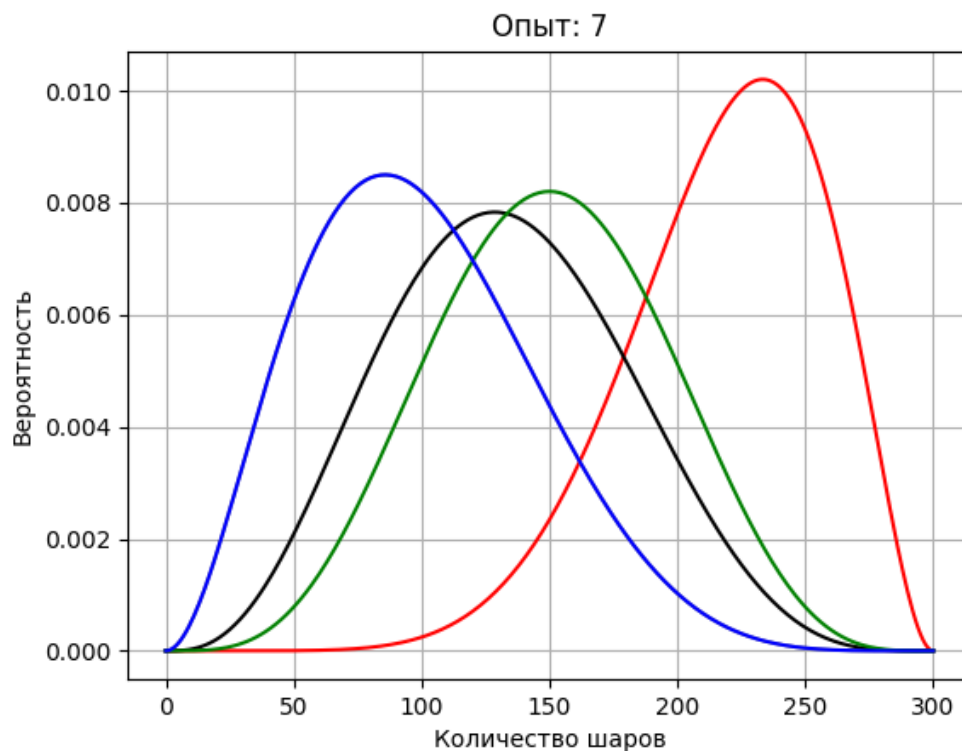


Рис. 25 - Расчет количества шаров по отдельности

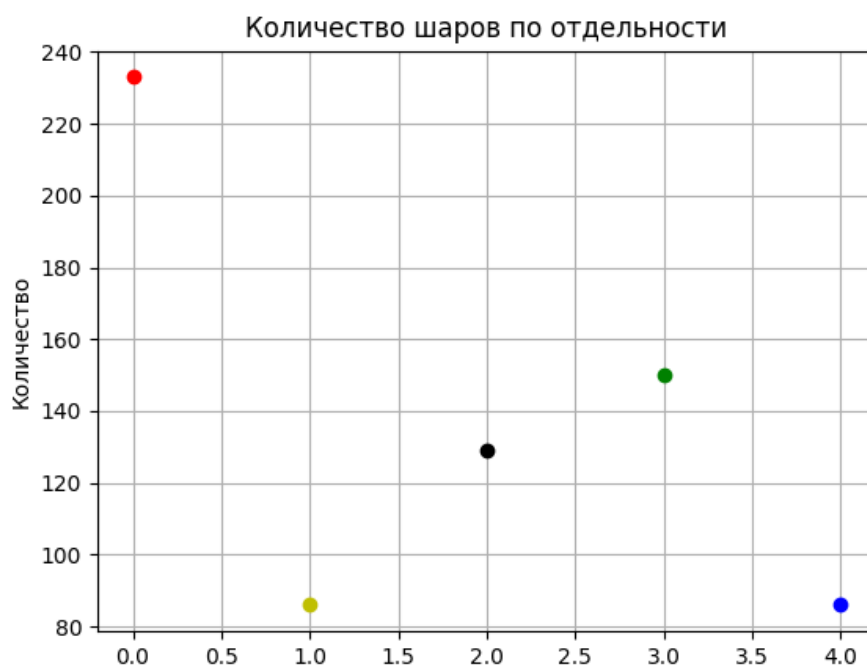


Рис. 26 – Количество шаров по отдельности

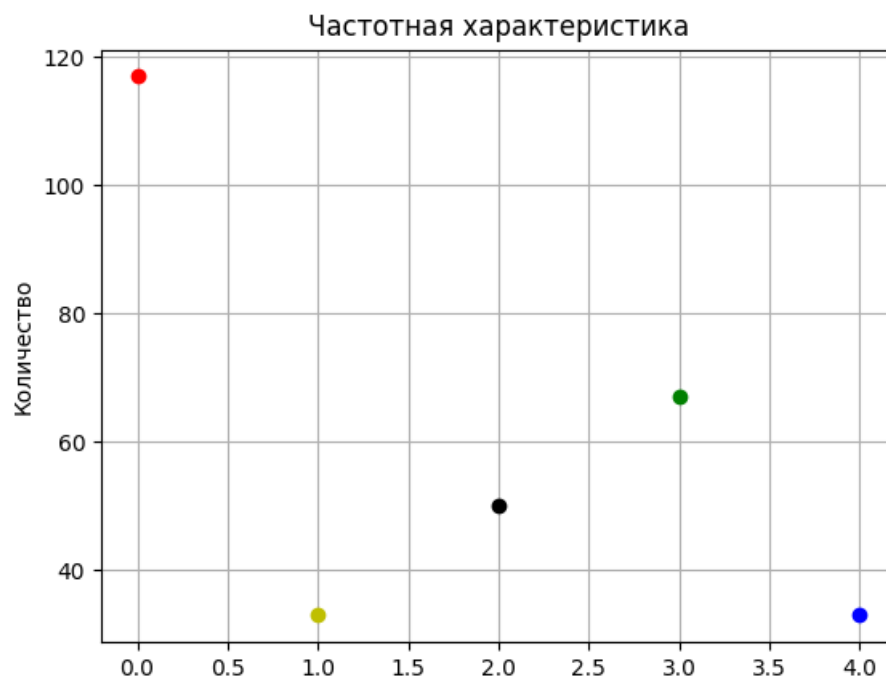


Рис. 27 – Частотная характеристика

Опыт № 7

Вероятнее всего:

красных: 233 белых: 86 черных: 129 зеленых: 150 синих: 86

Расчет количества:

красных: 117 белых: 33 черных: 50 зеленых: 67 синих: 33

Рис. 28 – Вычисления для опыта 7

Опыт №8:

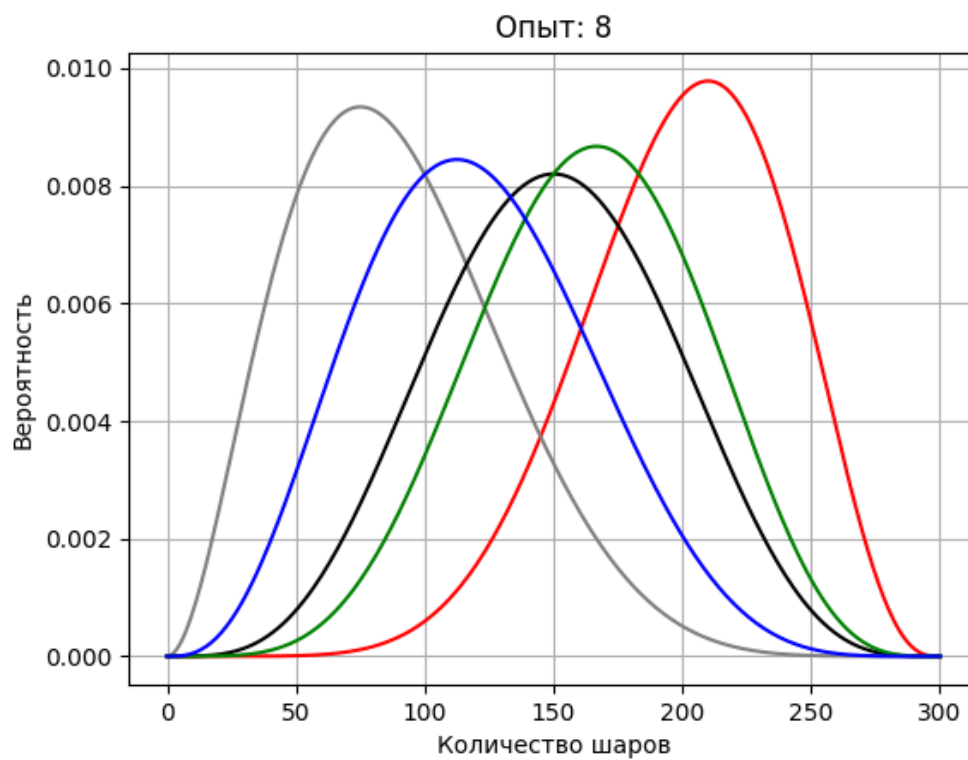


Рис. 29 - Расчет количества шаров по отдельности

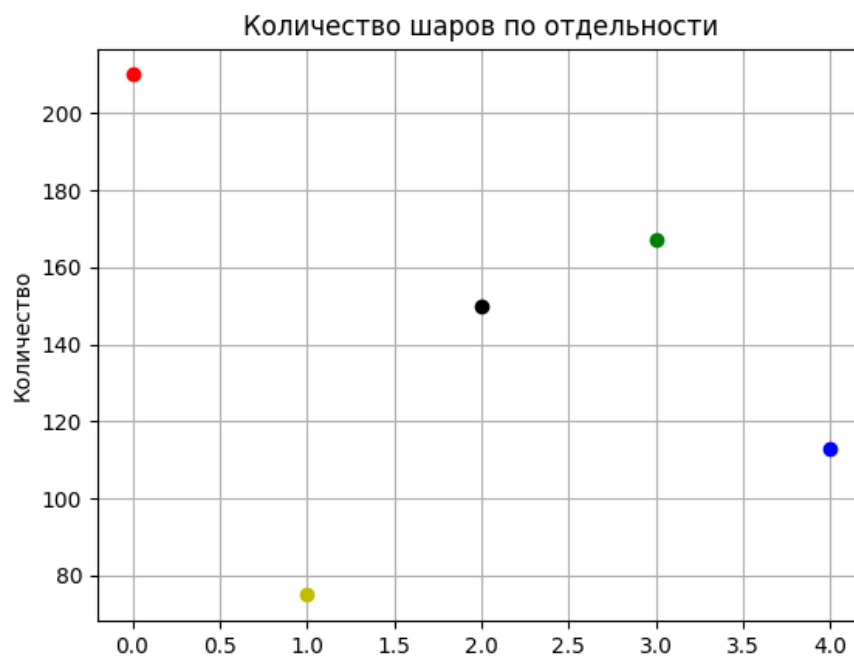


Рис. 30 – Количество шаров по отдельности

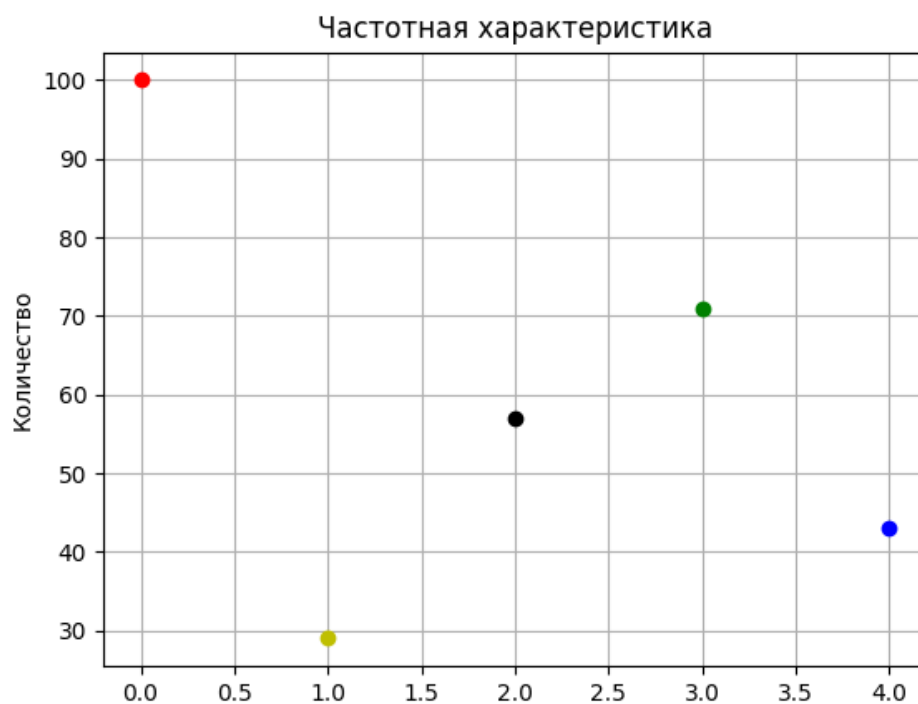


Рис. 31 – Частотная характеристика

Опыт № 8

Вероятнее всего:

красных: 210 белых: 75 черных: 150 зеленых: 167 синих: 113

Расчет количества:

красных: 100 белых: 29 черных: 57 зеленых: 71 синих: 43

Рис. 32 – Вычисления для опыта 8

Опыт №9:

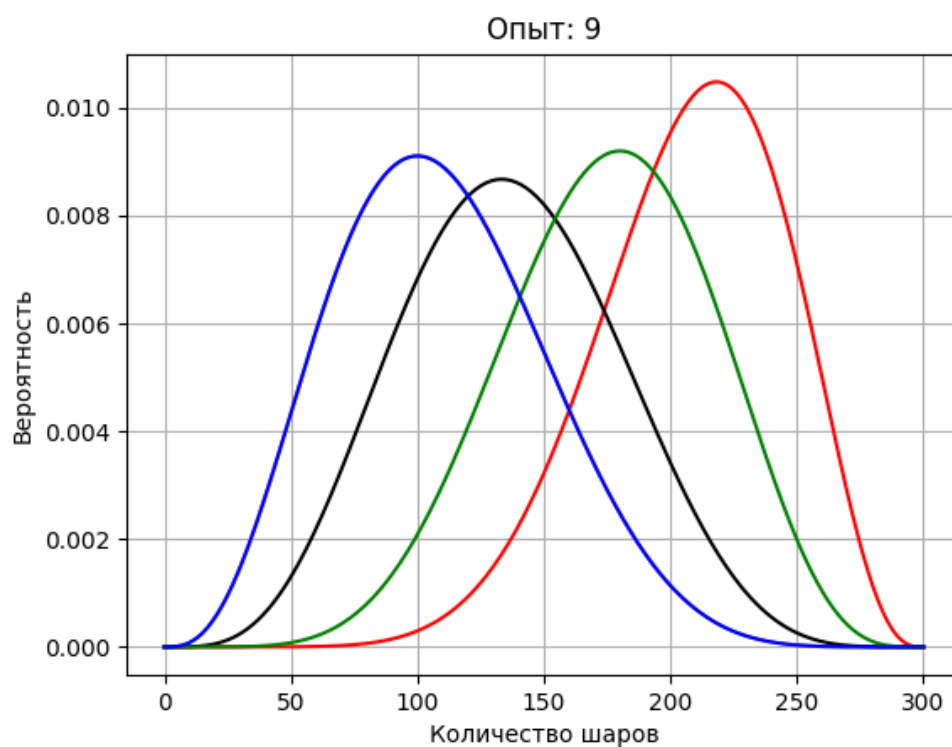


Рис. 33 - Расчет количества шаров по отдельности

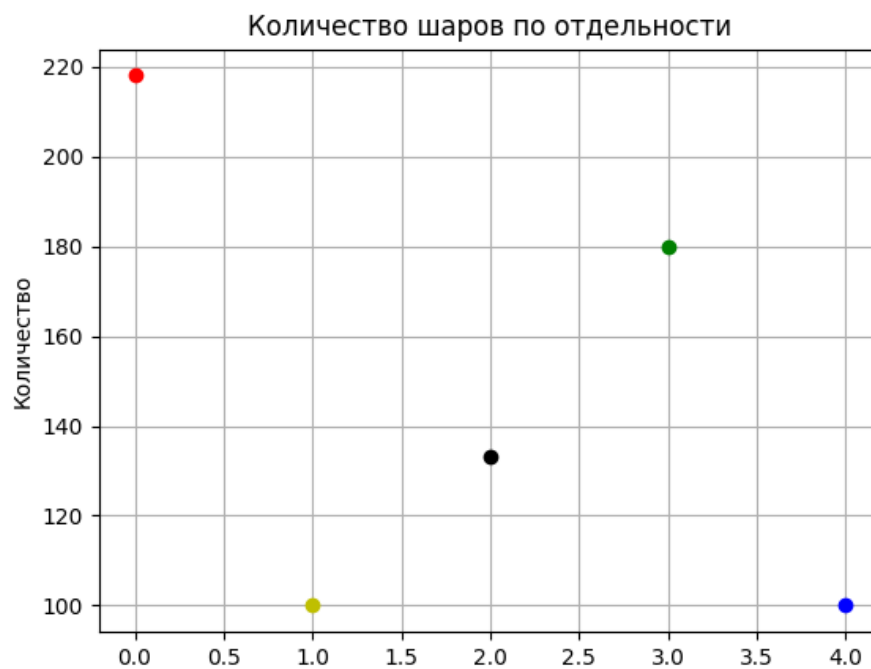


Рис. 34 – Количество шаров по отдельности

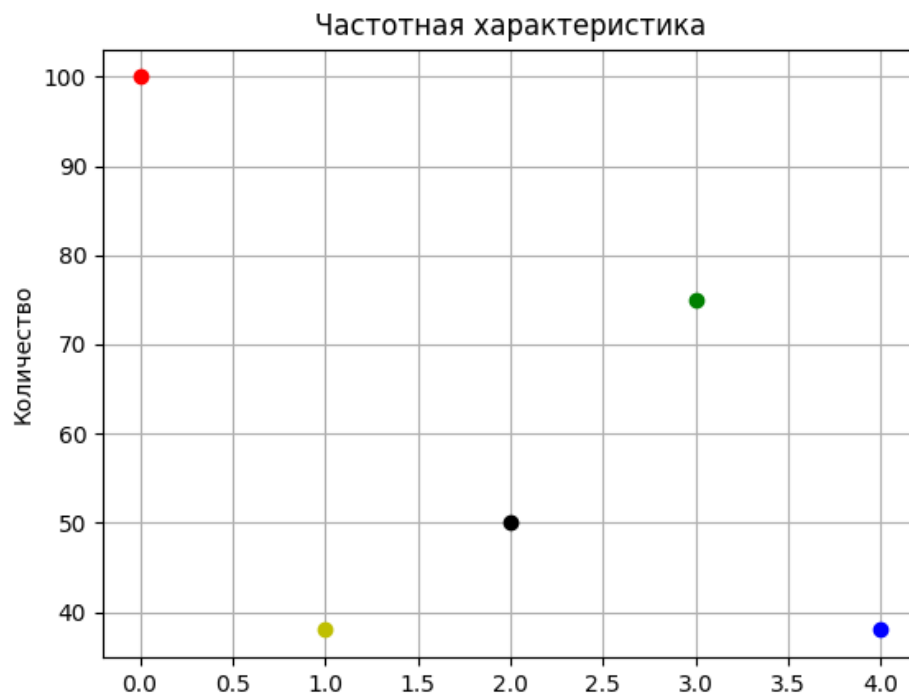


Рис. 35 – Частотная характеристика

Опыт № 9

Вероятнее всего:

красных: 218 белых: 100 черных: 133 зеленых: 180 синих: 100

Расчет количества:

красных: 100 белых: 38 черных: 50 зеленых: 75 синих: 38

Рис. 36 – Вычисления для опыта 9

Опыт №10:

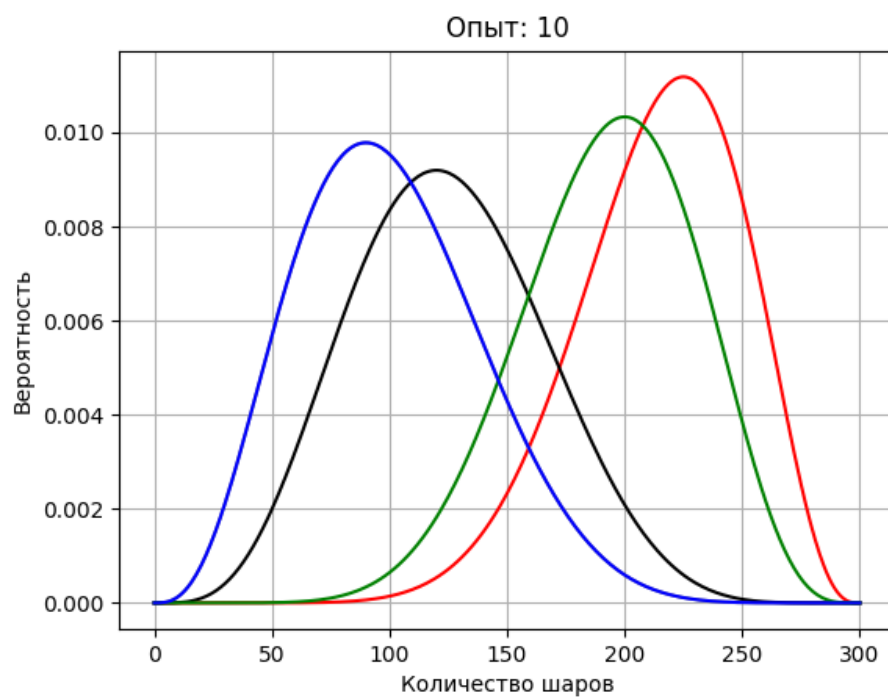


Рис. 37 - Расчет количества шаров по отдельности

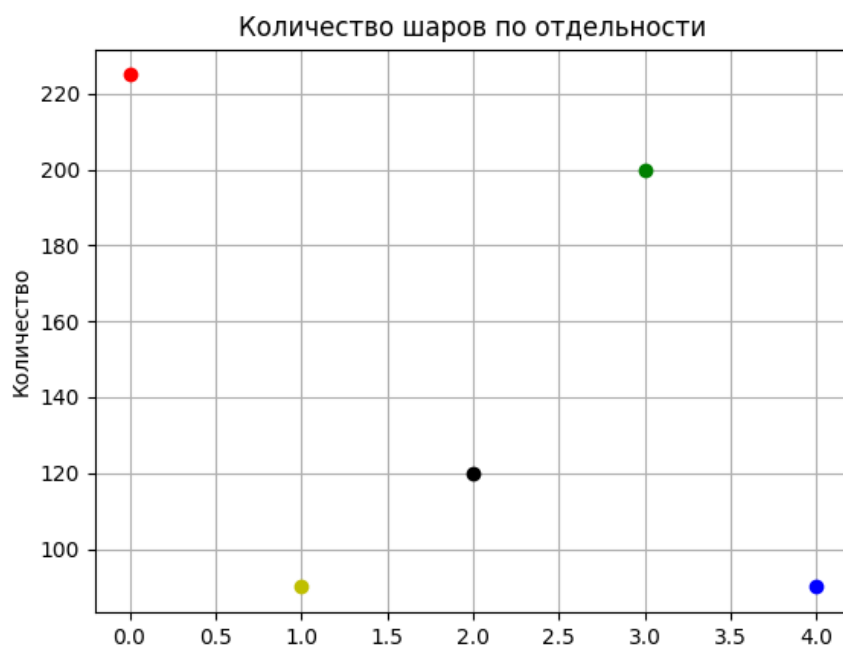


Рис. 38 – Количество шаров по отдельности

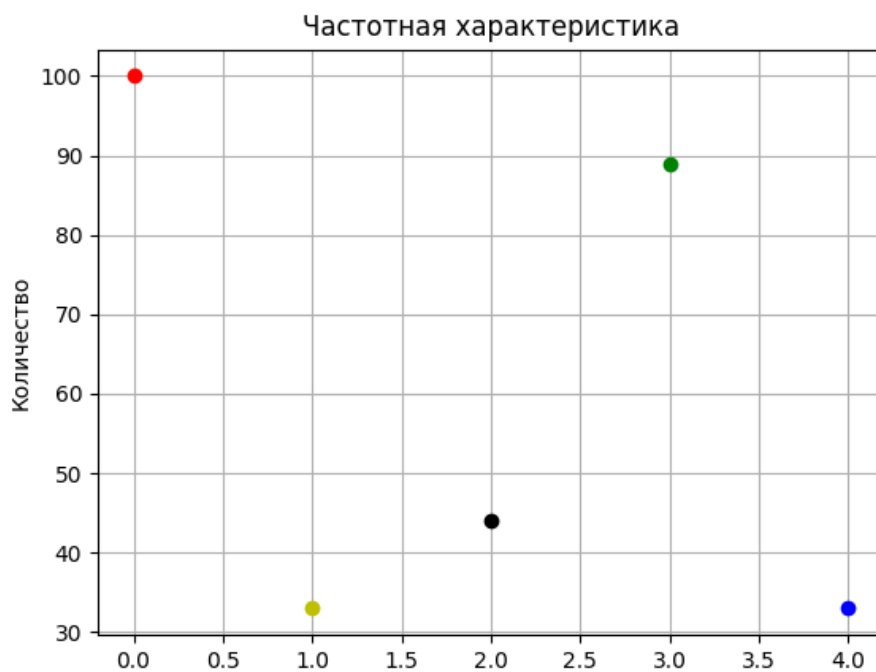


Рис. 39 – Частотная характеристика

Опыт № 10

Вероятнее всего:

красных: 225 белых: 90 черных: 120 зеленых: 200 синих: 90

Расчет количества:

красных: 100 белых: 33 черных: 44 зеленых: 89 синих: 33

Рис. 40 – Вычисления для опыта 10

Опыт №11:

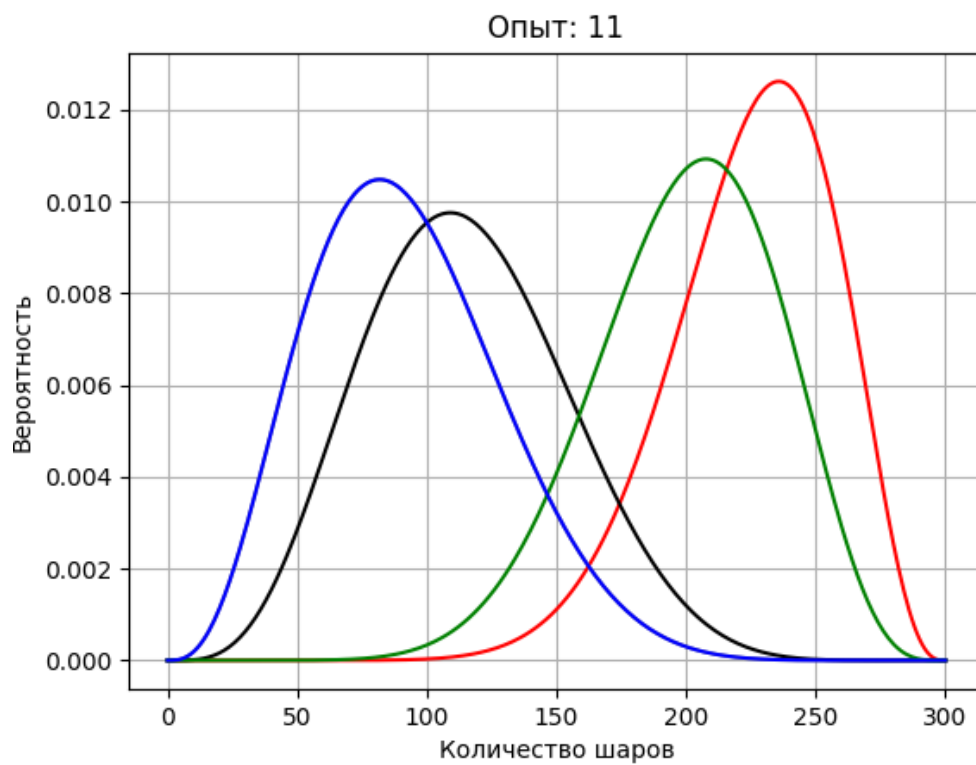


Рис. 41 - Расчет количества шаров по отдельности

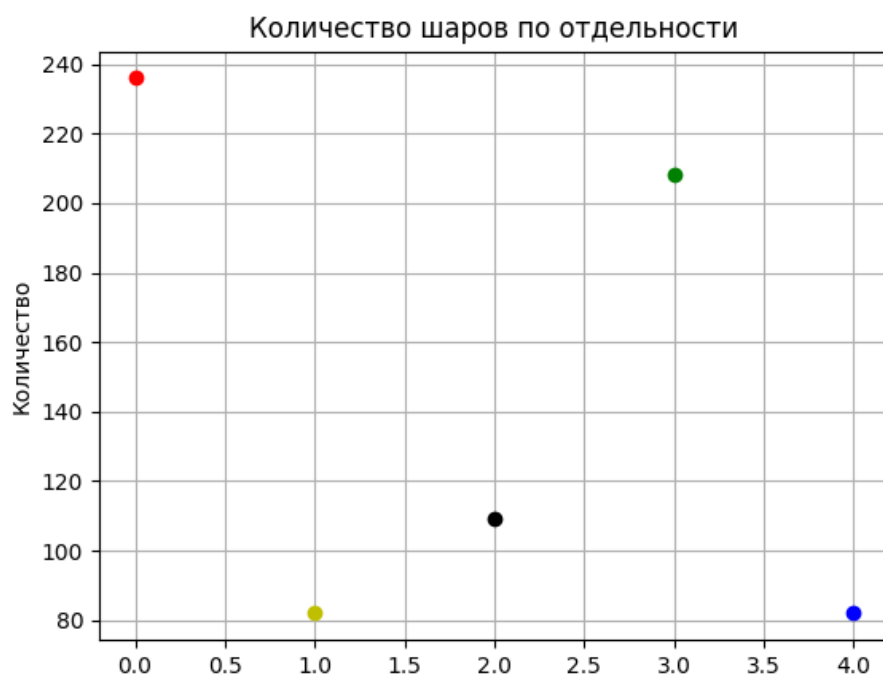


Рис. 42 – Количество шаров по отдельности

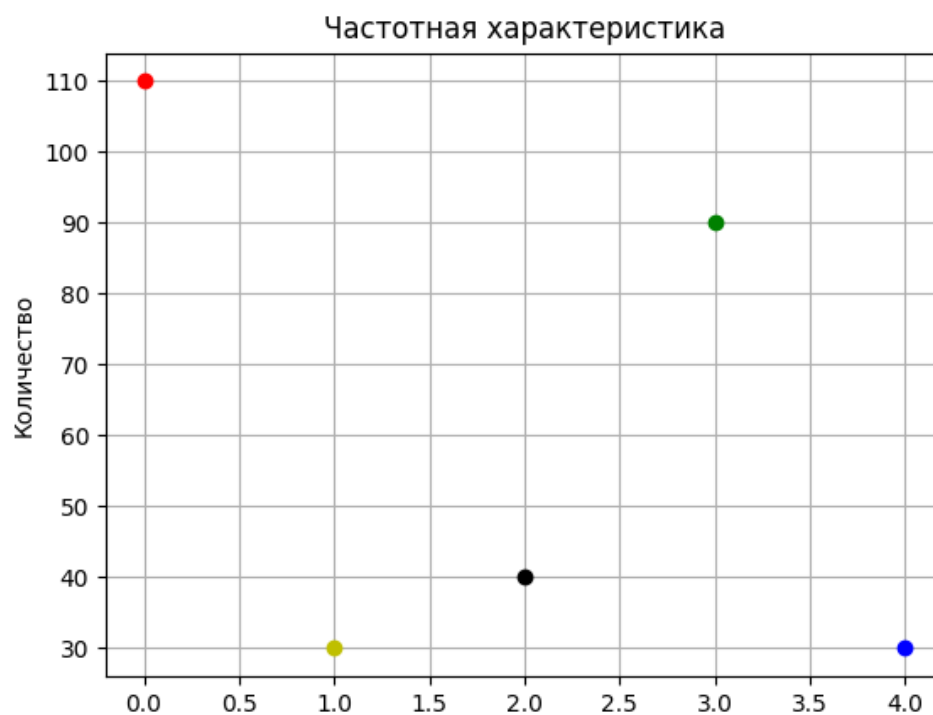


Рис. 43 – Частотная характеристика

Опыт № 11

Вероятнее всего:

красных: 236 белых: 82 черных: 109 зеленых: 208 синих: 82

Расчет количества:

красных: 110 белых: 30 черных: 40 зеленых: 90 синих: 30

Рис. 44 – Вычисления для опыта 11

Опыт №12:

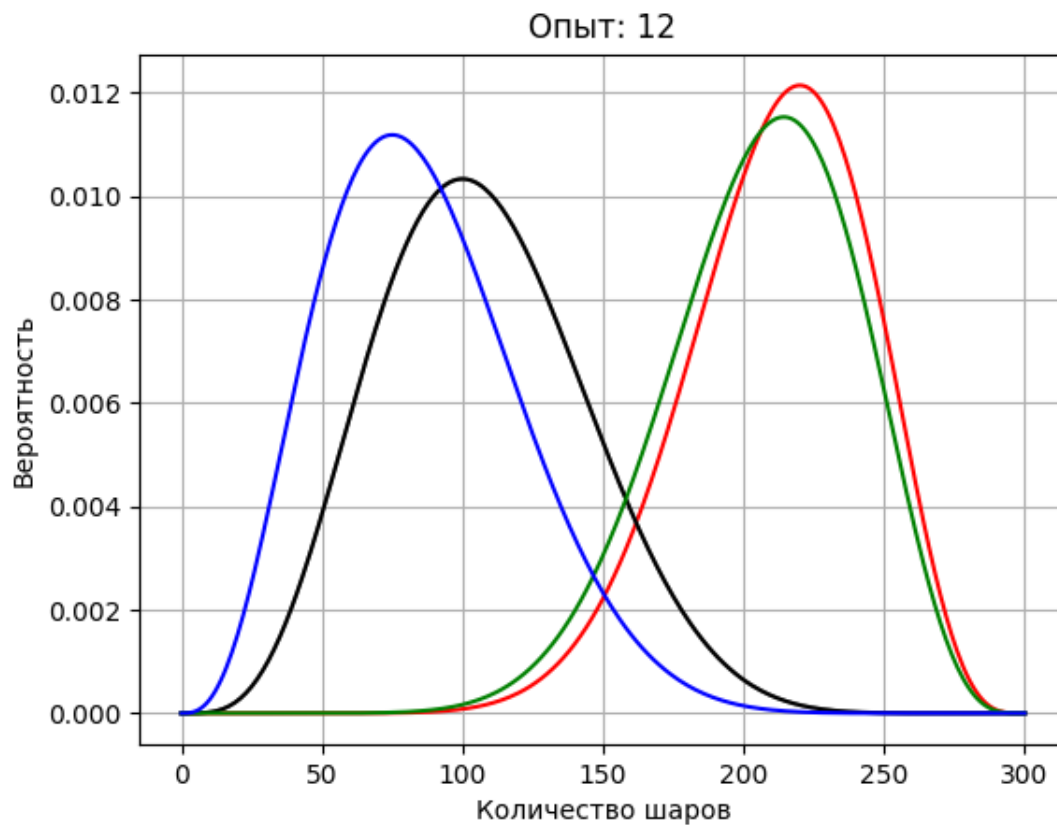


Рис. 45 - Расчет количества шаров по отдельности

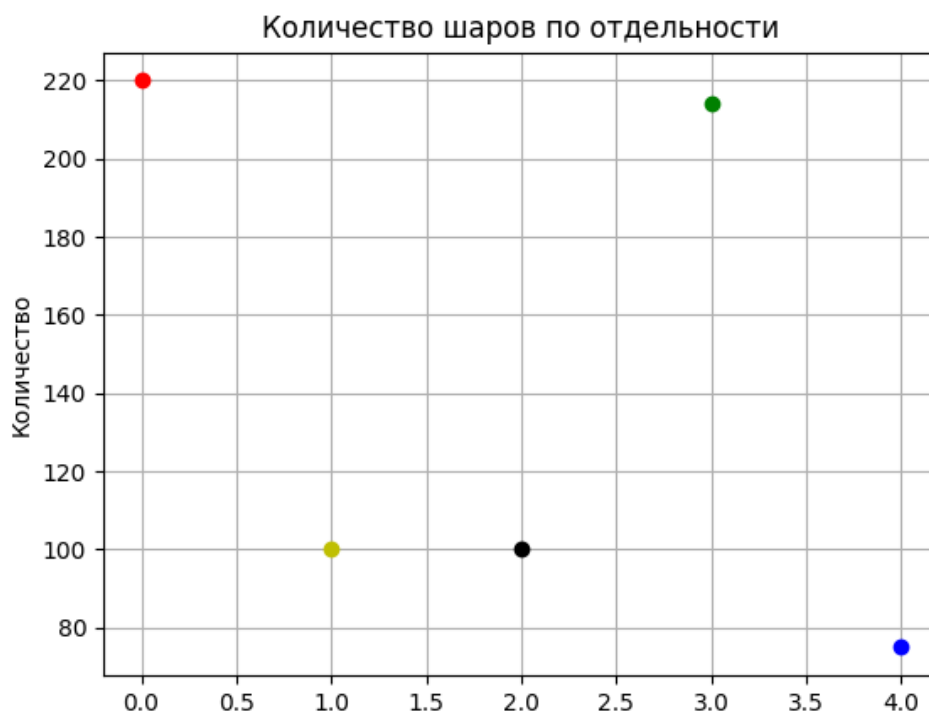


Рис. 46 – Количество шаров по отдельности

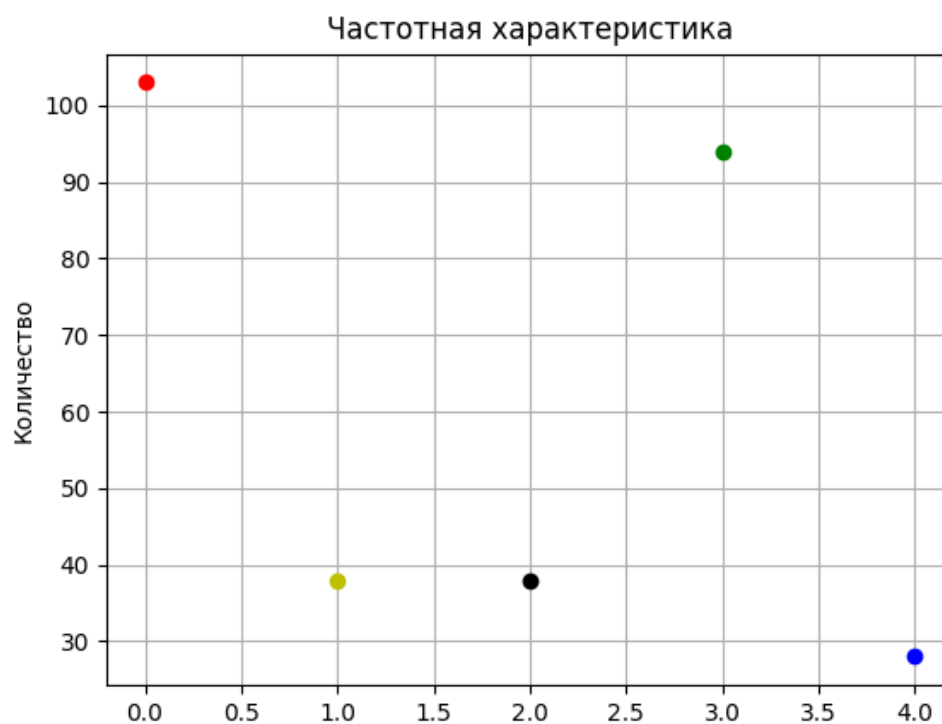


Рис. 47 – Частотная характеристика

Опыт № 12

Вероятнее всего:

красных: 220 белых: 100 черных: 100 зеленых: 214 синих: 75

Расчет количества:

красных: 103 белых: 38 черных: 38 зеленых: 94 синих: 28

Рис. 48 – Вычисления для опыта 12

Опыт №13:

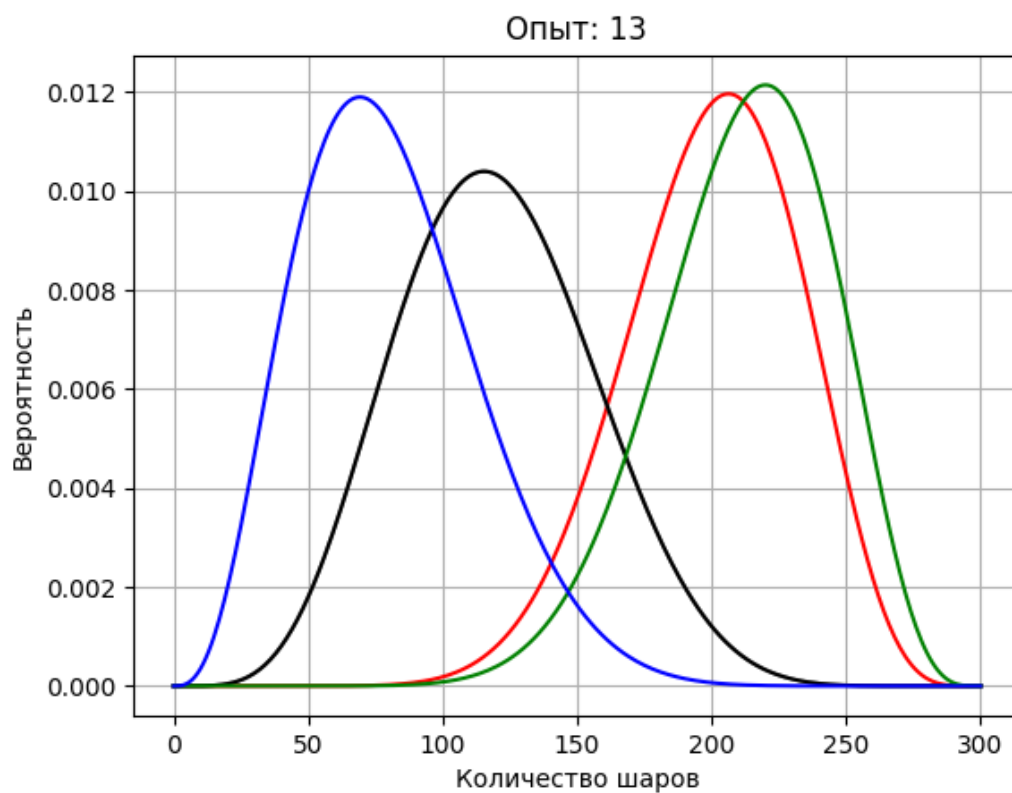


Рис. 49 - Расчет количества шаров по отдельности

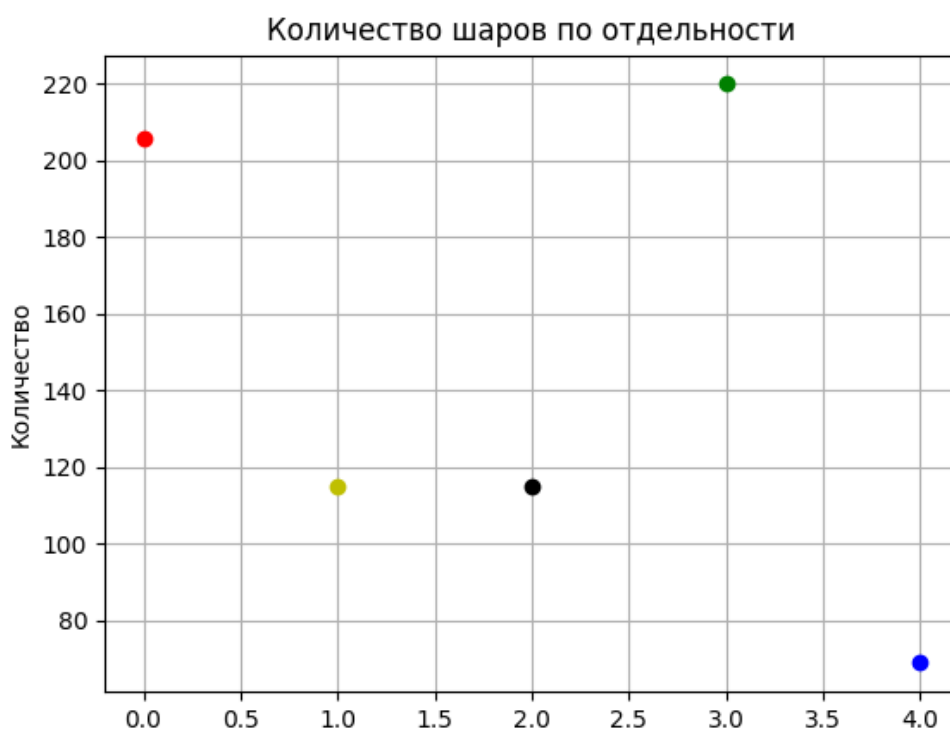


Рис. 50 – Количество шаров по отдельности

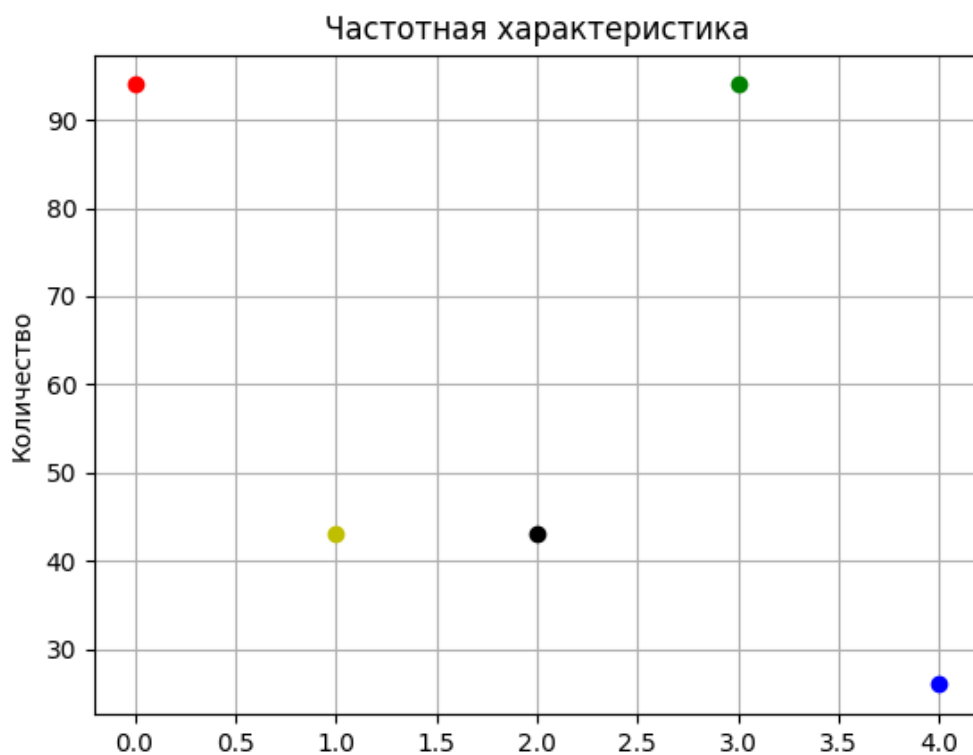


Рис. 51 – Частотная характеристика

Опыт № 13

Вероятнее всего:

красных: 206 белых: 115 черных: 115 зеленых: 220 синих: 69

Расчет количества:

красных: 94 белых: 43 черных: 43 зеленых: 94 синих: 26

Рис. 52 – Вычисления для опыта 13

Опыт №14:

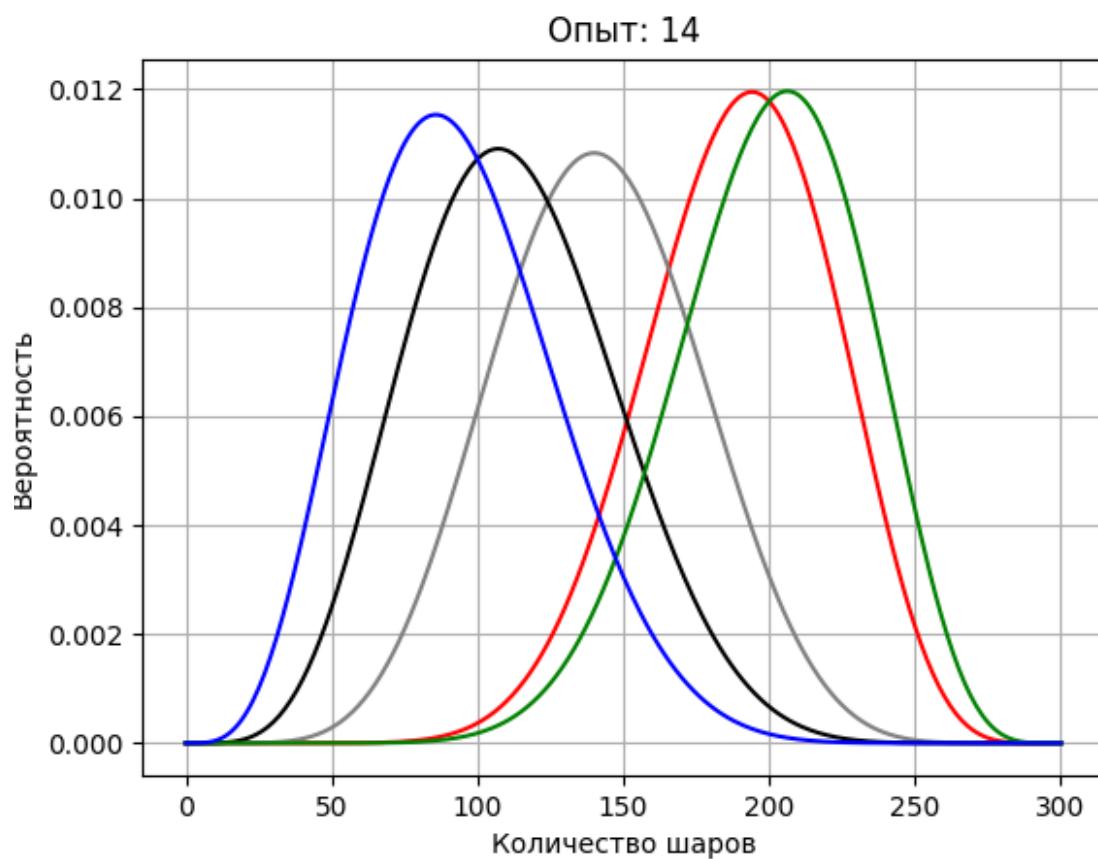


Рис. 53 - Расчет количества шаров по отдельности

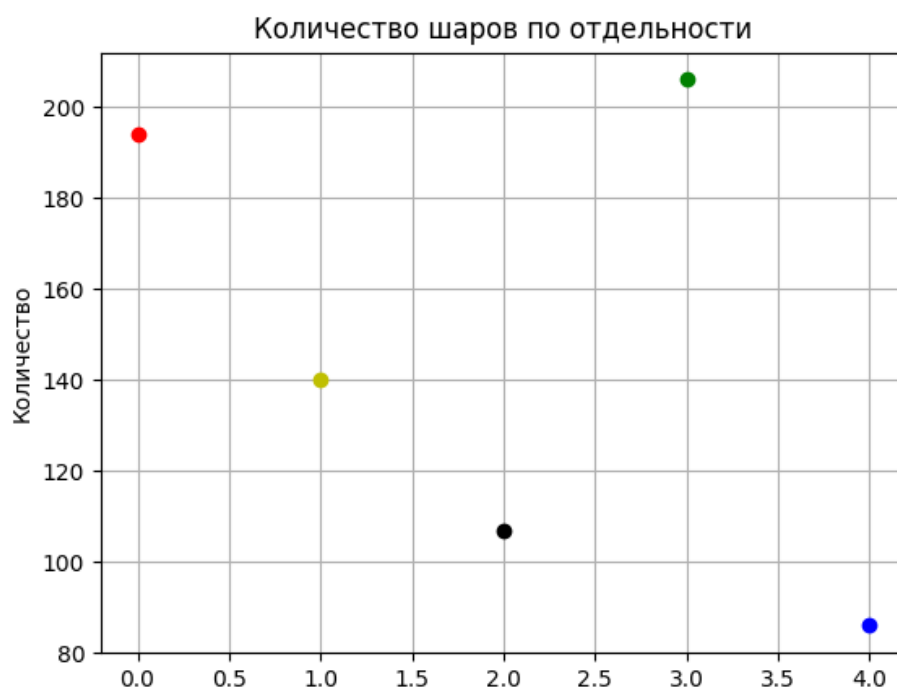


Рис. 54 – Количество шаров по отдельности

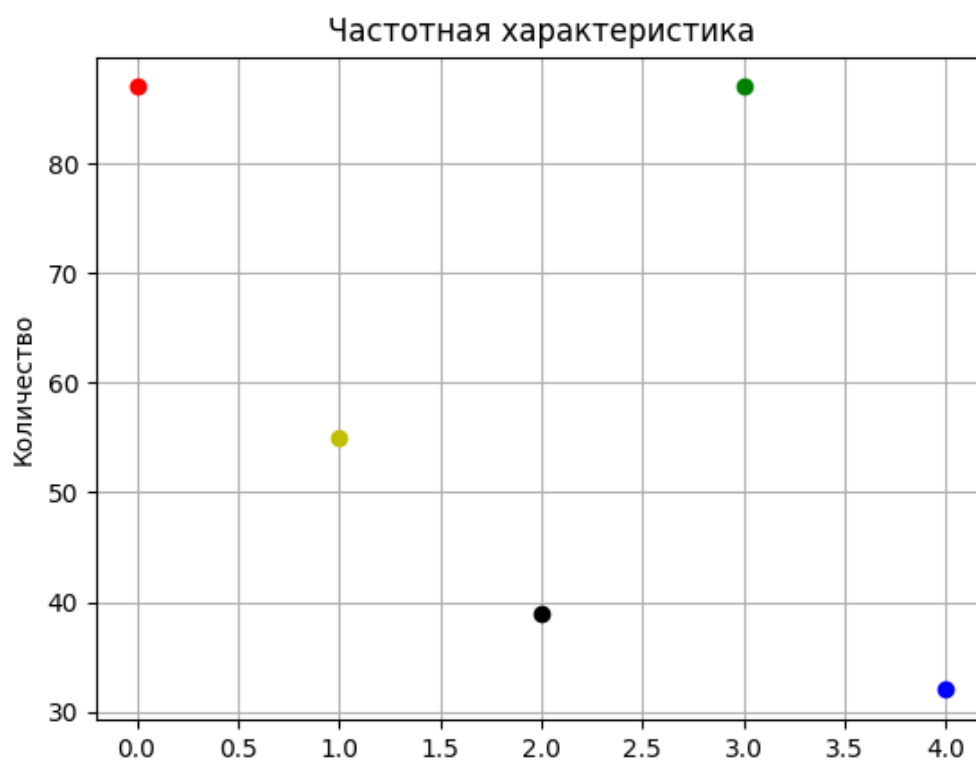


Рис. 55 – Частотная характеристика

Опыт № 14

Вероятнее всего:

красных: 194 белых: 140 черных: 107 зеленых: 206 синих: 86

Расчет количества:

красных: 87 белых: 55 черных: 39 зеленых: 87 синих: 32

Рис. 56 – Вычисления для опыта 14

Опыт №15:

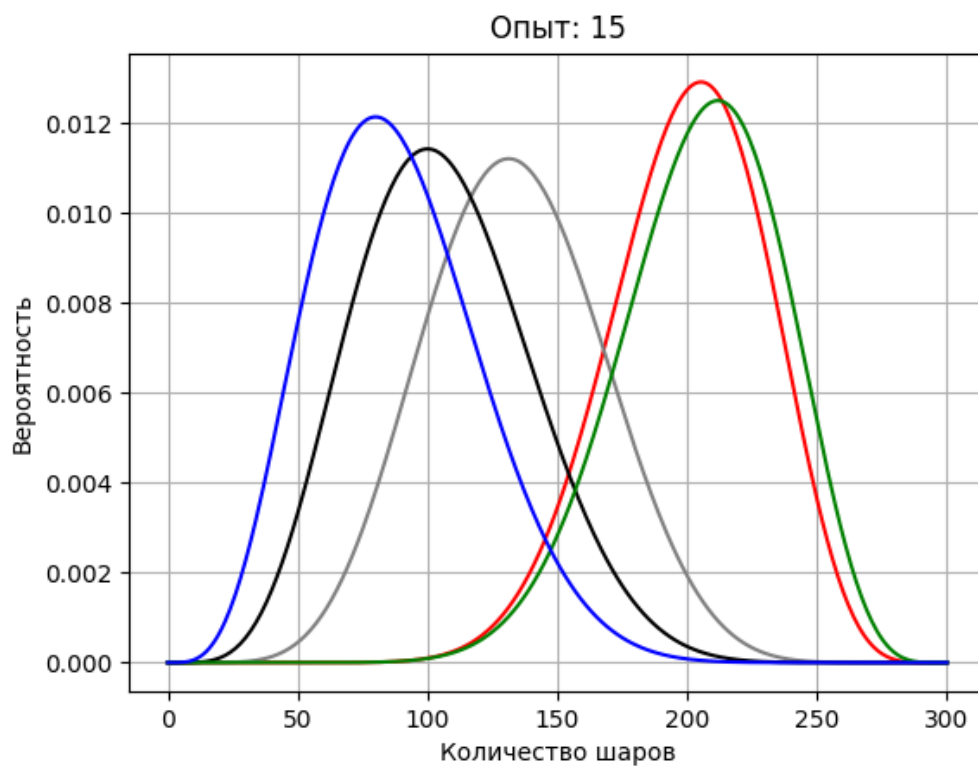


Рис. 57 - Расчет количества шаров по отдельности

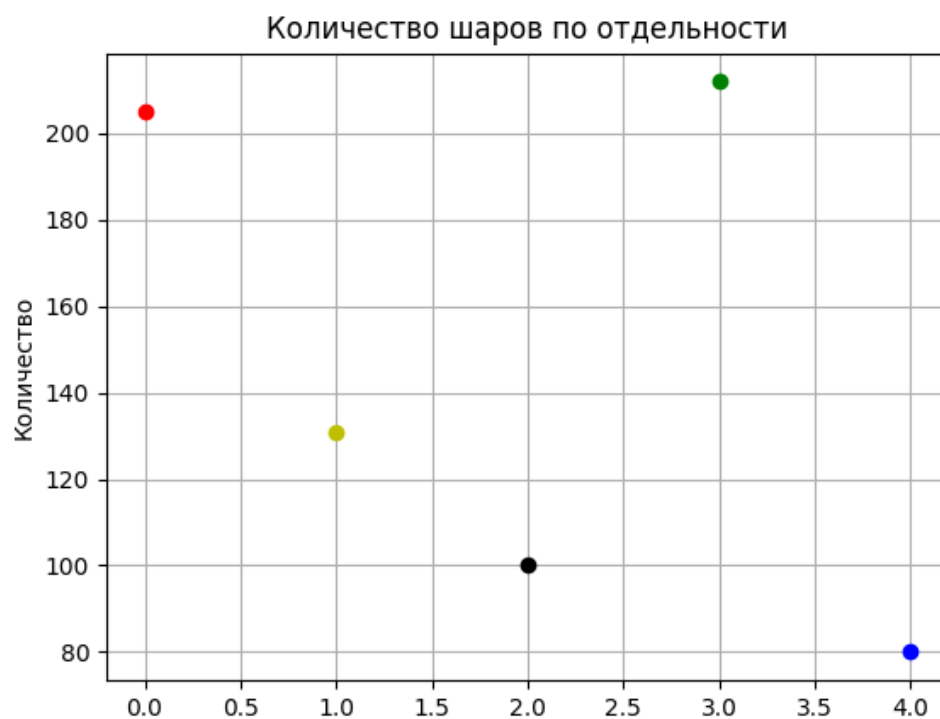


Рис. 58 – Количество шаров по отдельности

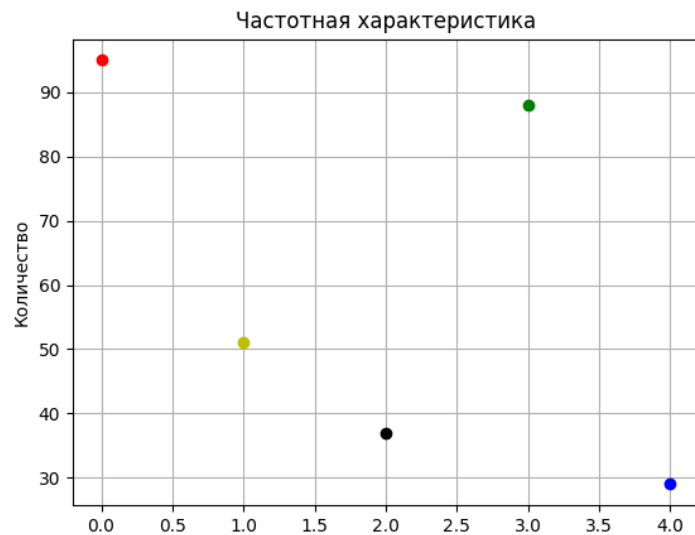


Рис. 59 – Частотная характеристика

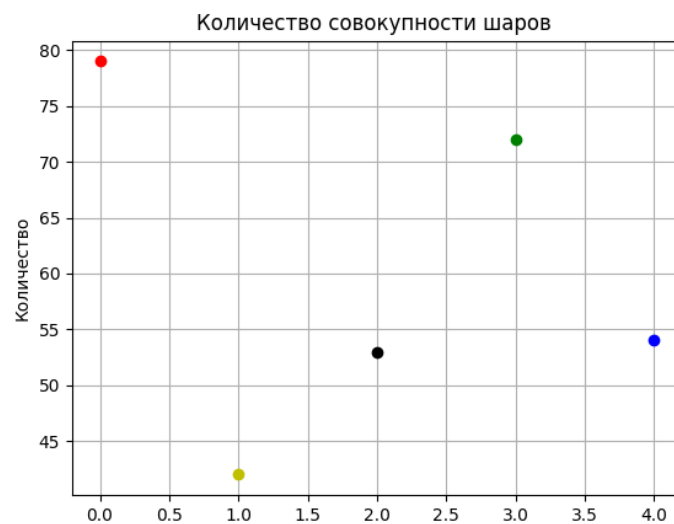


Рис. 60 – Количество совокупности шаров

Вероятнее всего:
 красных: 205 белых: 131 черных: 100 зеленых: 212 синих: 80
 Расчет количества:
 красных: 95 белых: 51 черных: 37 зеленых: 88 синих: 29

Рис. 61 – Вычисления для опыта 15

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:
 Красных: 79 Белых: 42 Черных: 53 Зеленых: 72 Синих: 54

Рис. 62 - Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №50:

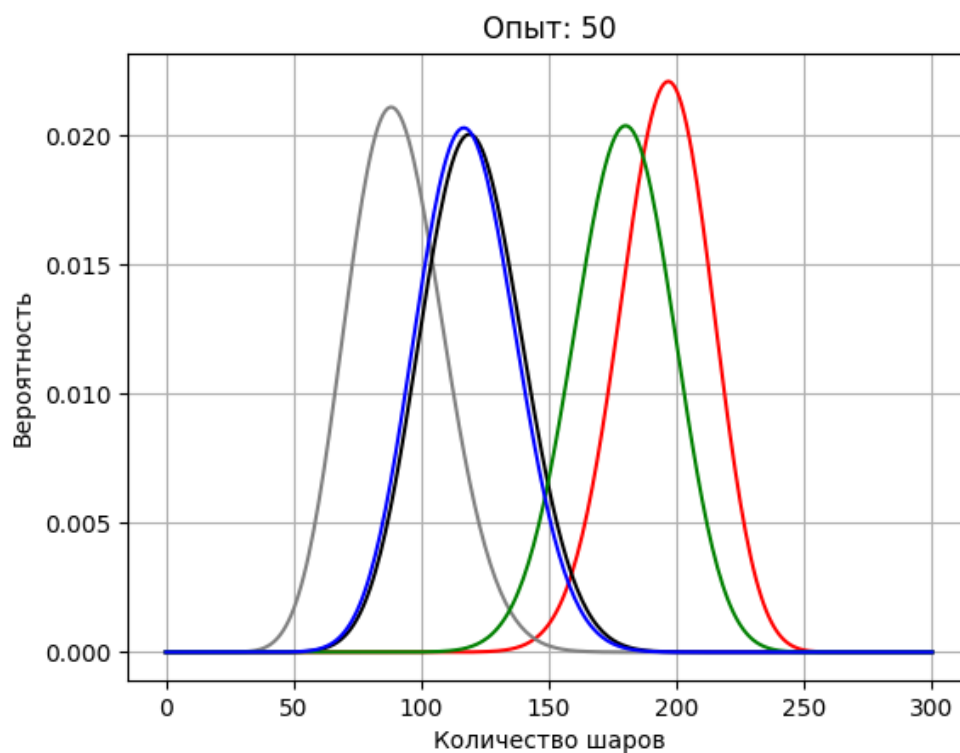


Рис. 61 - Расчет количества шаров по отдельности

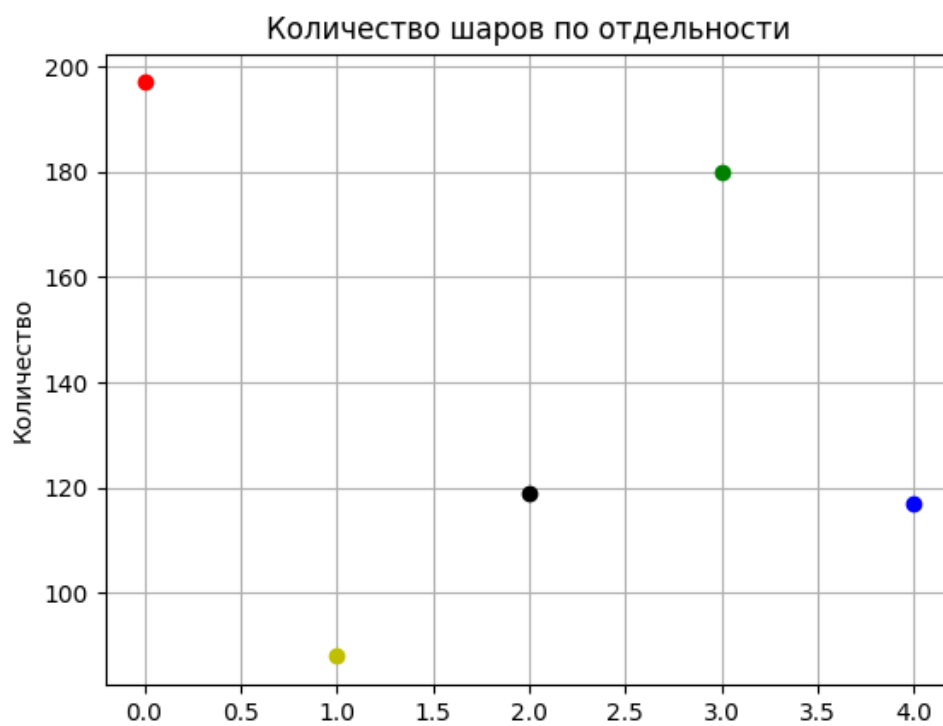


Рис. 62 – Количество шаров по отдельности

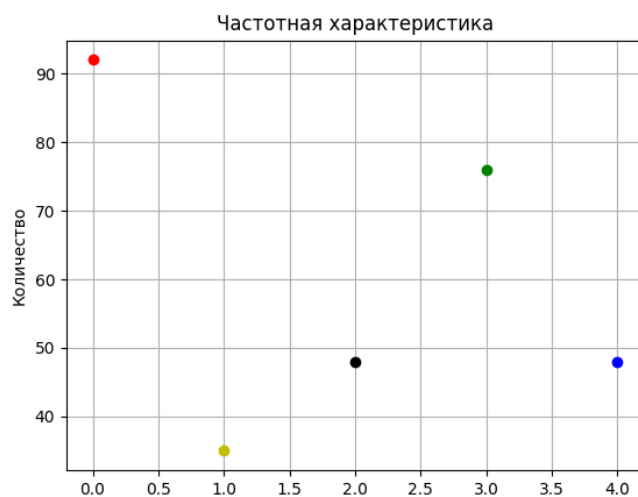


Рис. 63 – Частотная характеристика

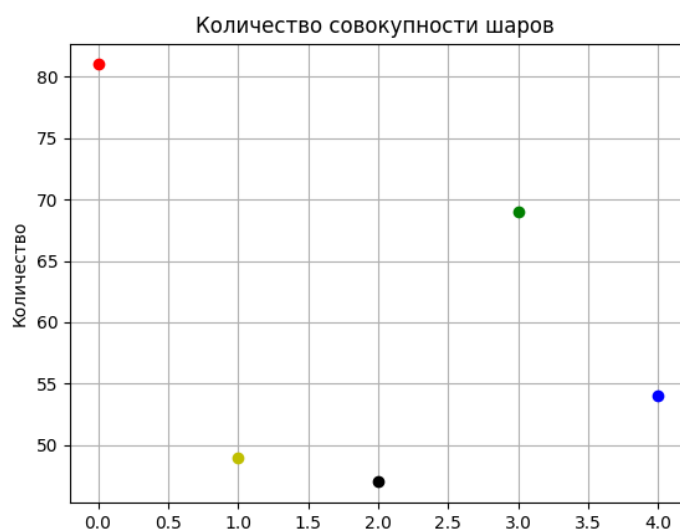


Рис. 64 – Количество совокупности шаров

Опыт № 50

Вероятнее всего:

красных: 197 белых: 88 черных: 119 зеленых: 180 синих: 117

Расчет количества:

красных: 92 белых: 35 черных: 48 зеленых: 76 синих: 48

Рис. 65 – Вычисления для опыта 50

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 81 Белых: 49 Черных: 47 Зеленых: 69 Синих: 54

Рис. 66 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №100:

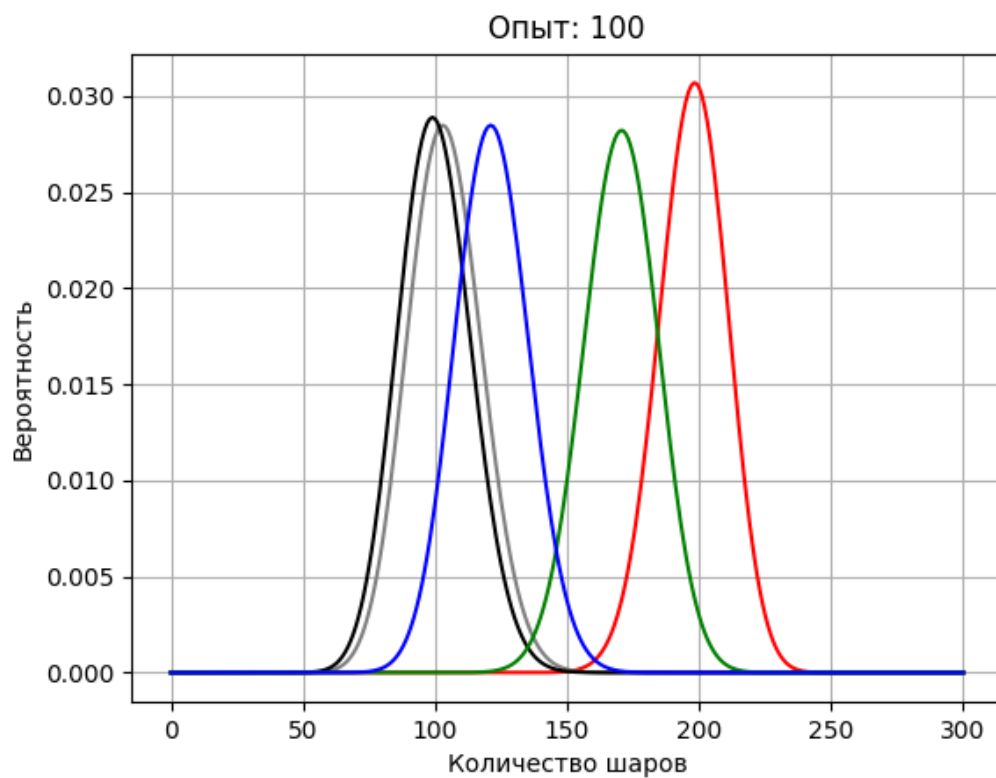


Рис. 67 - Расчет количества шаров по отдельности

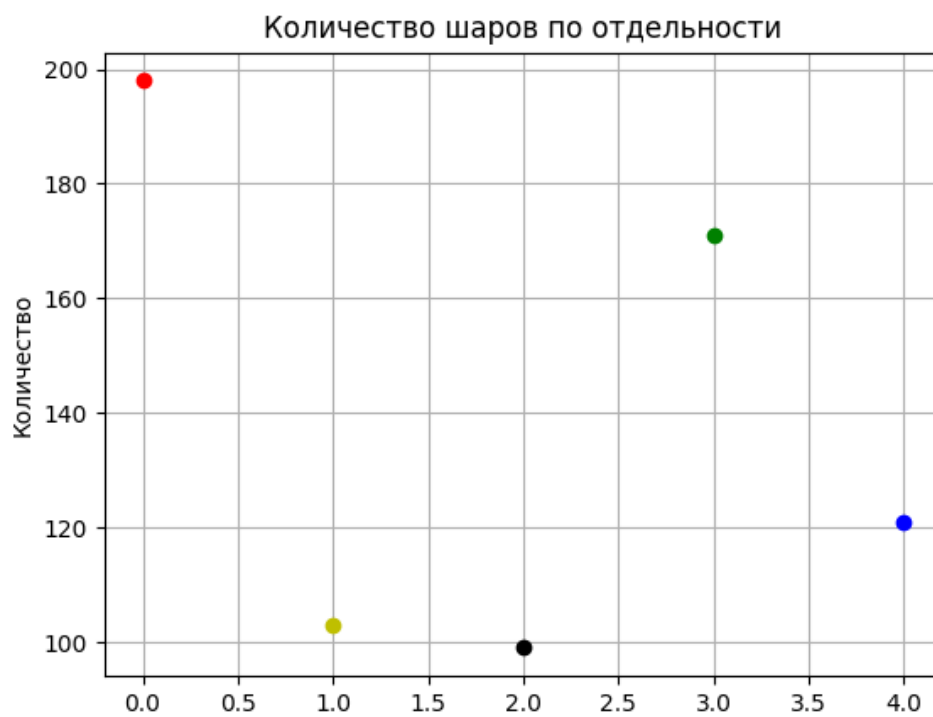


Рис. 68 – Количество шаров по отдельности

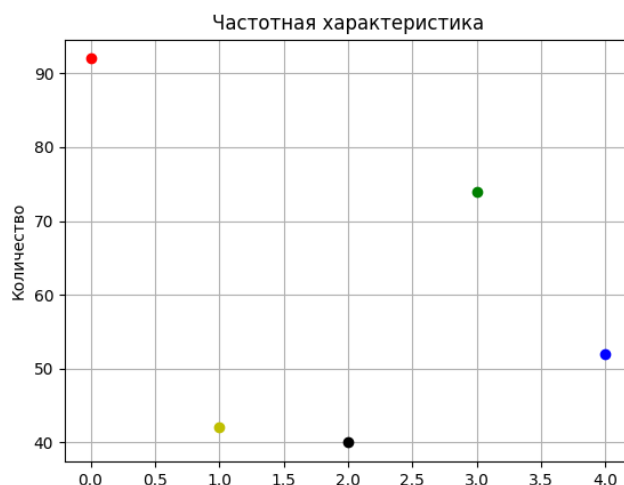


Рис. 69 – Количество совокупности шаров

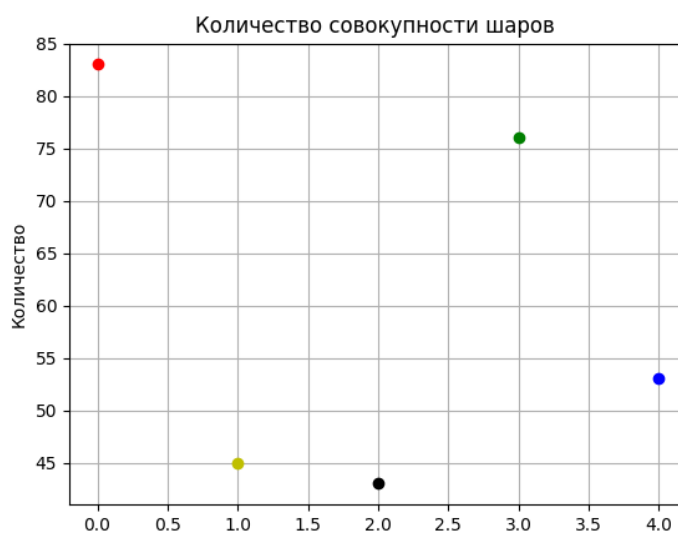


Рис. 70 – Частотная характеристика

Опыт № 100

Вероятнее всего:

красных: 198 белых: 103 черных: 99 зеленых: 171 синих: 121

Расчет количества:

красных: 92 белых: 42 черных: 40 зеленых: 74 синих: 52

Рис. 71 – Вычисления для опыта 100

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 83 Белых: 45 Черных: 43 Зеленых: 76 Синих: 53

Рис. 72 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №200:

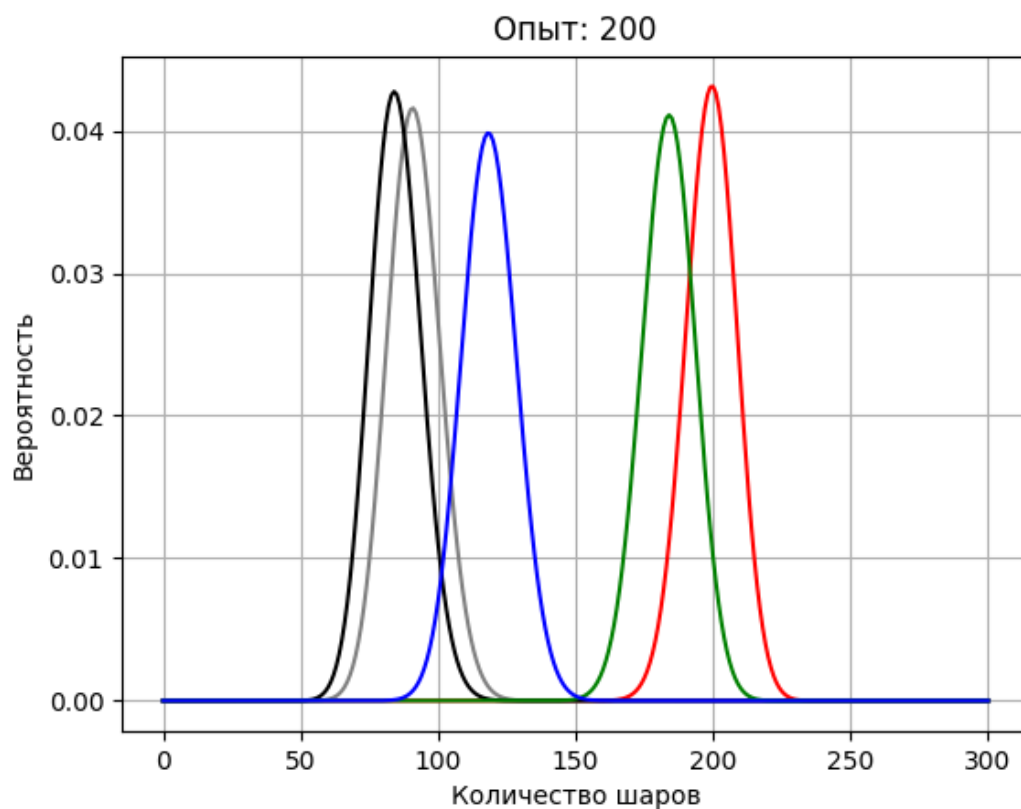


Рис. 73 - Расчет количества шаров по отдельности

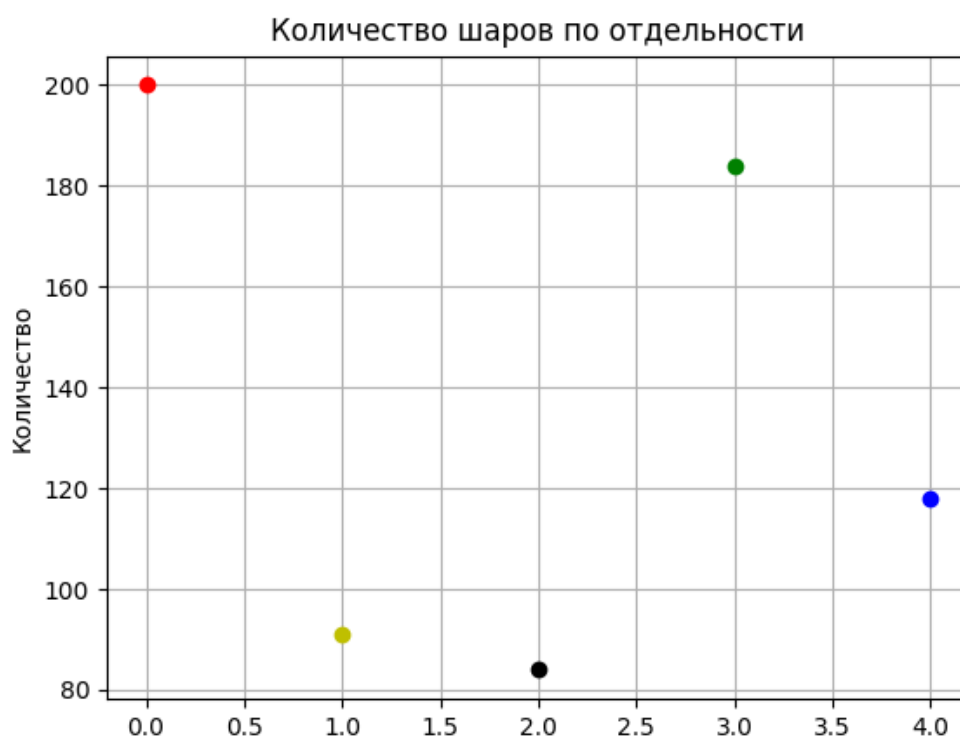


Рис. 74 – Количество шаров по отдельности

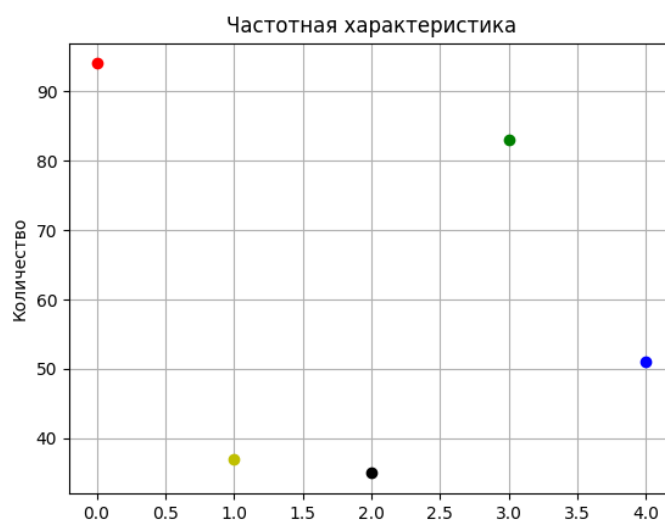


Рис. 75 – Частотная характеристика

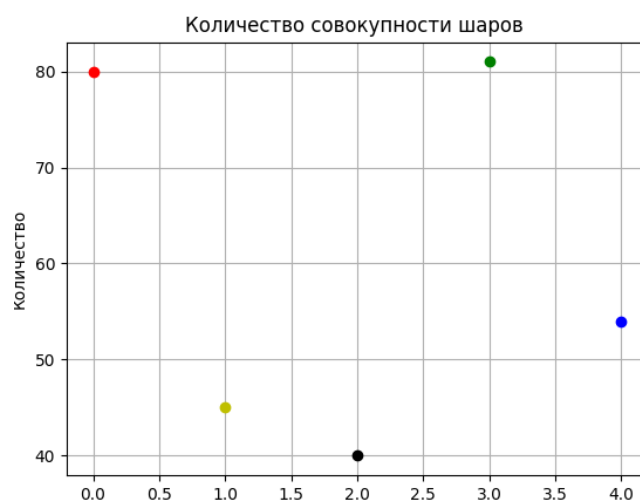


Рис. 66 – Количество совокупности шаров

Опыт № 200

Вероятнее всего:

красных: 200 белых: 91 черных: 84 зеленых: 184 синих: 118

Расчет количества:

красных: 94 белых: 37 черных: 35 зеленых: 83 синих: 51

Рис. 77 – Вычисления для опыта 200

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 80 Белых: 45 Черных: 40 Зеленых: 81 Синих: 54

Рис. 78 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №500:

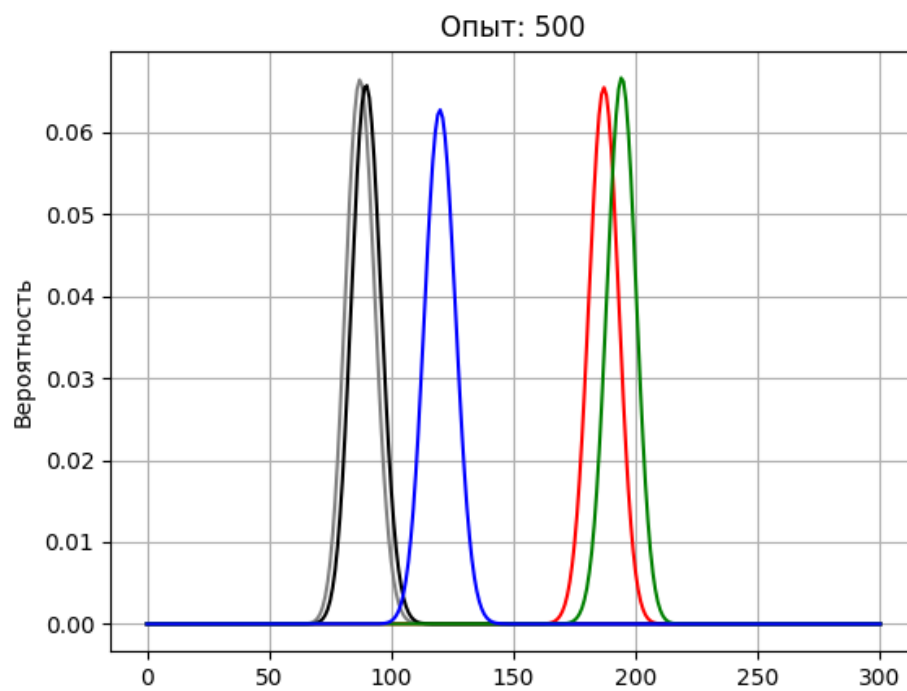


Рис. 79 - Расчет количества шаров по отдельности

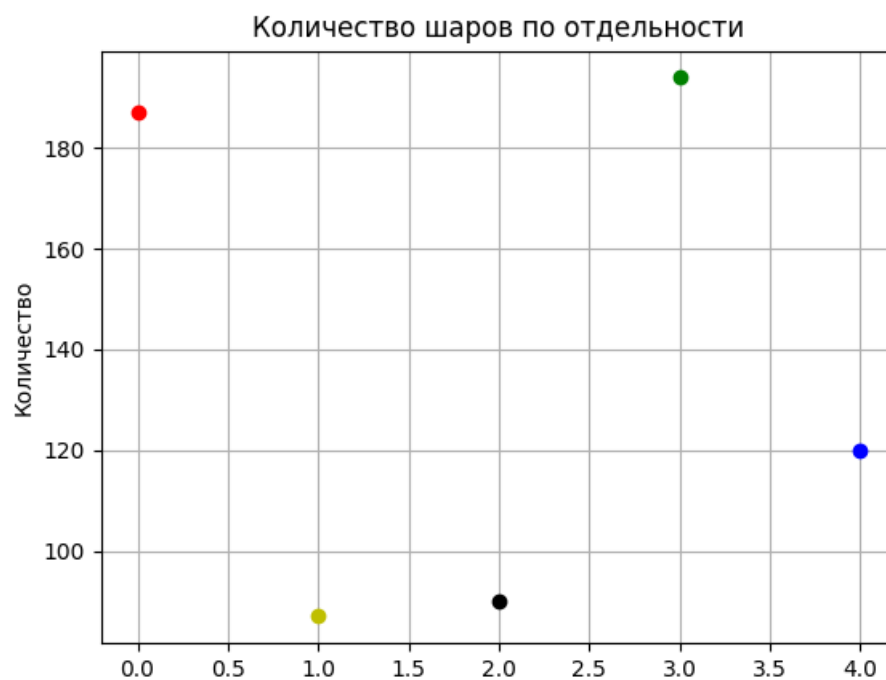


Рис. 80 – Количество шаров по отдельности

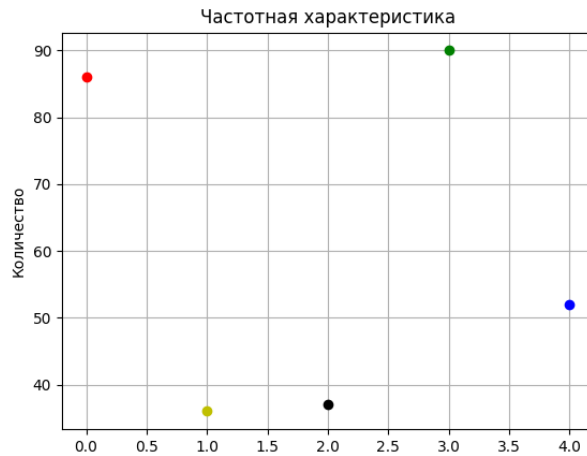


Рис. 81 – Частотная характеристика

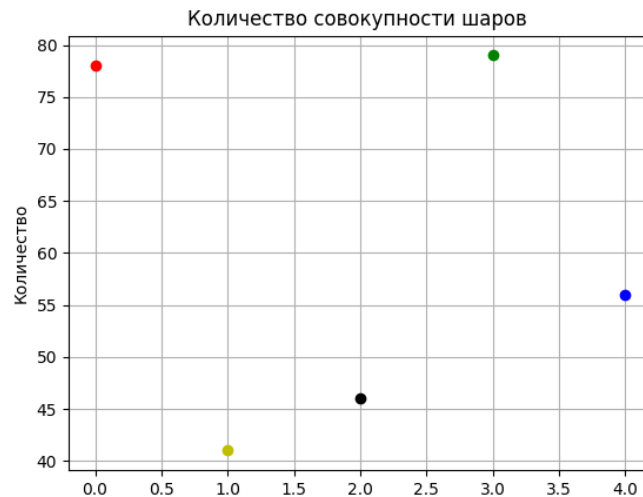


Рис. 82 – Количество совокупности шаров

Опыт № 500

Вероятнее всего:

красных: 187 белых: 87 черных: 90 зеленых: 194 синих: 120

Расчет количества:

красных: 86 белых: 36 черных: 37 зеленых: 90 синих: 52

Рис. 83 – Вычисления для опыта 500

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 78 Белых: 41 Черных: 46 Зеленых: 79 Синих: 56

Рис. 84 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №1000:

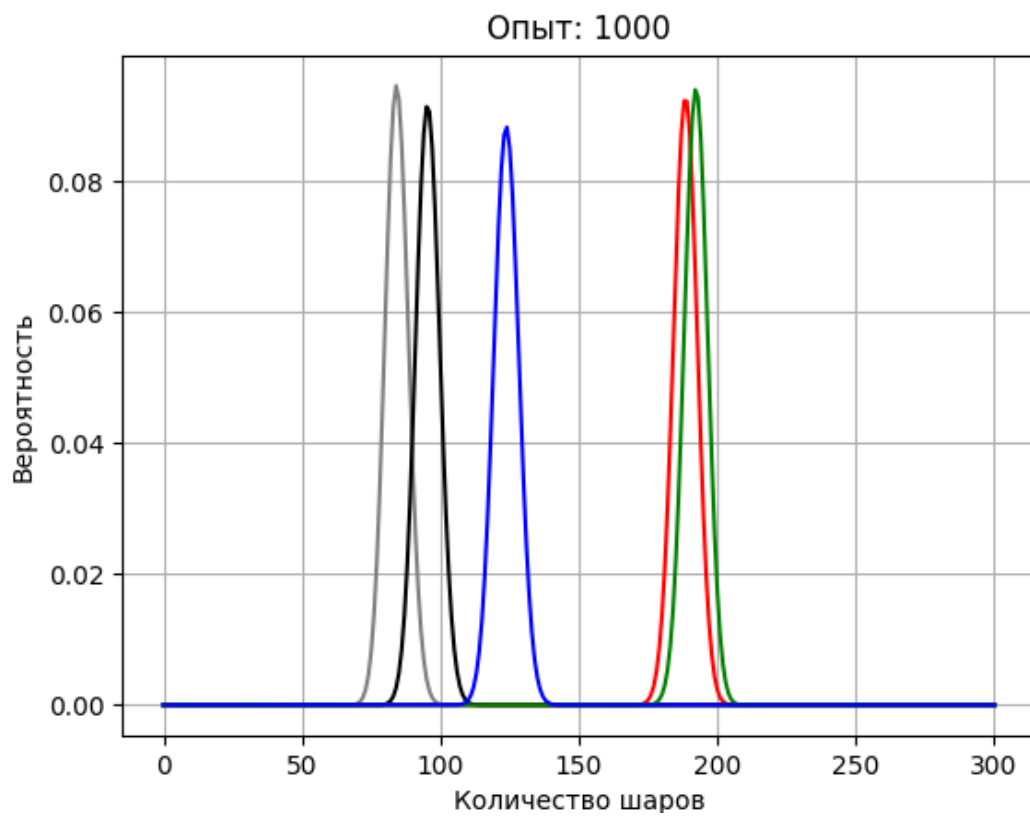


Рис. 85 - Расчет количества шаров по отдельности

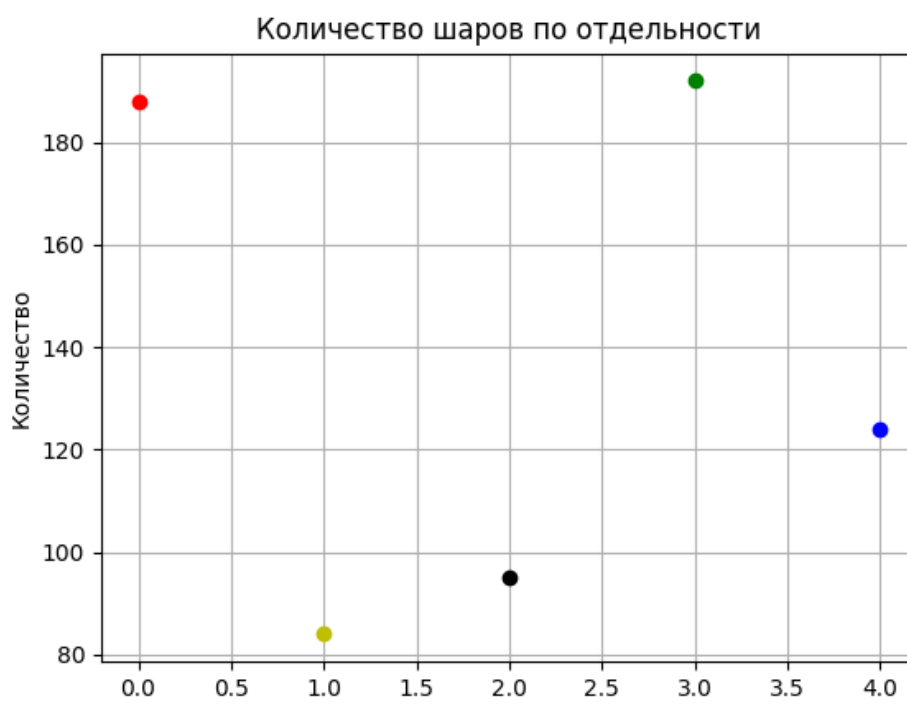


Рис. 86 – Количество шаров по отдельности

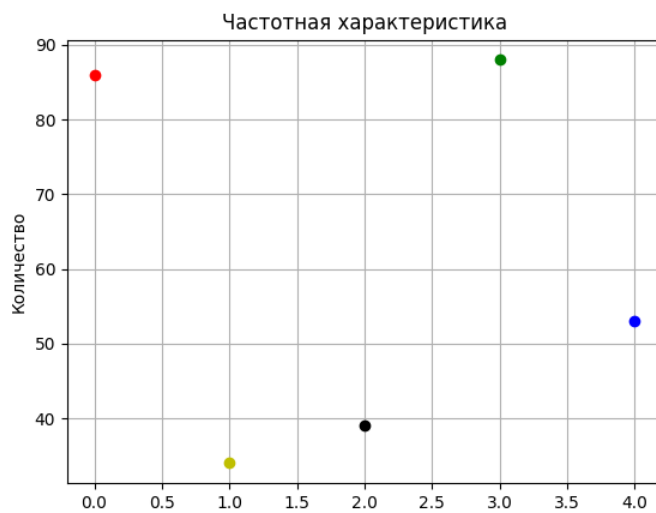


Рис. 87 – Частотная характеристика

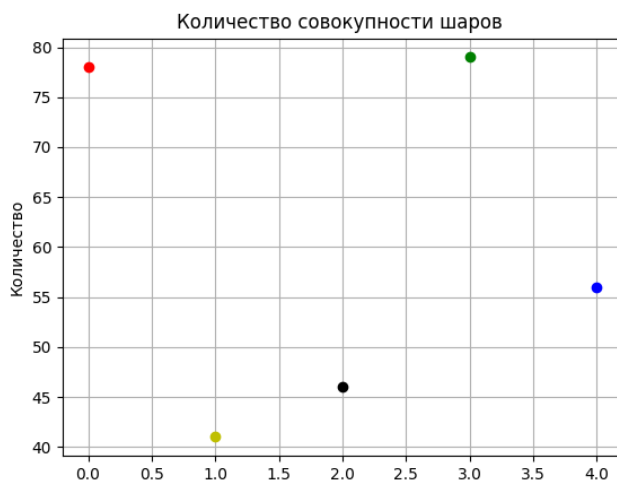


Рис. 88 – Количество совокупности шаров

Опыт № 1000

Вероятнее всего:

красных: 188 белых: 84 черных: 95 зеленых: 192 синих: 124

Расчет количества:

красных: 86 белых: 34 черных: 39 зеленых: 88 синих: 53

Рис. 89 – Вычисления для опыта

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 78 Белых: 41 Черных: 46 Зеленых: 79 Синих: 56

Рис. 90 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №1500:

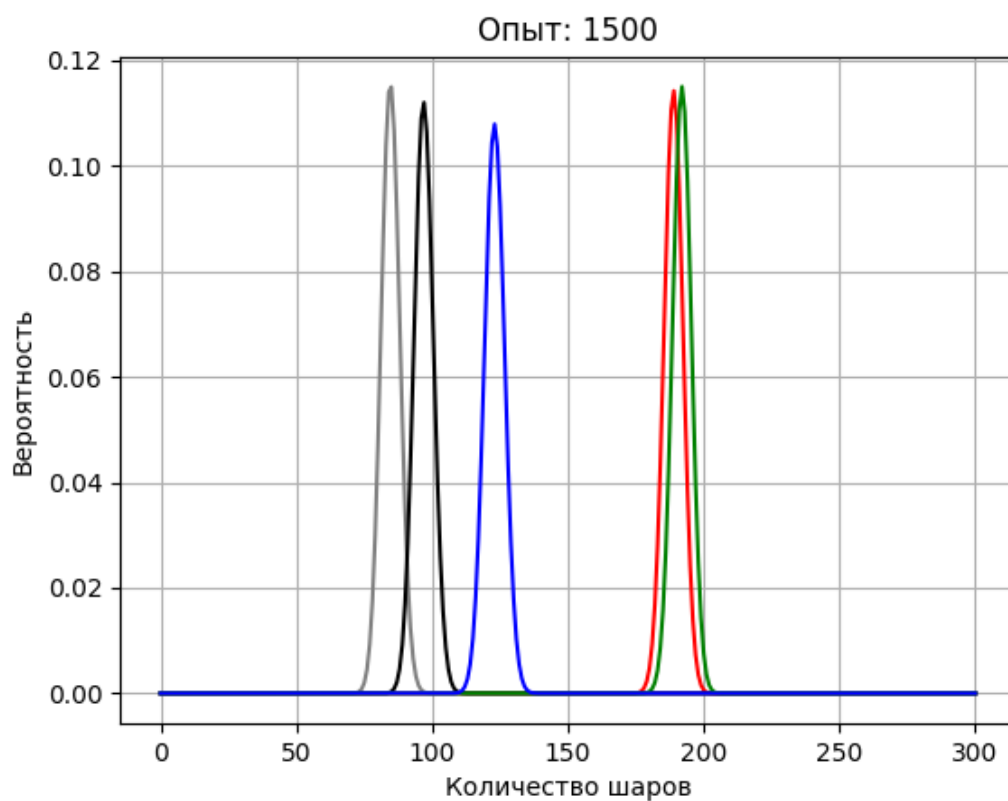


Рис. 91 - Расчет количества шаров по отдельности

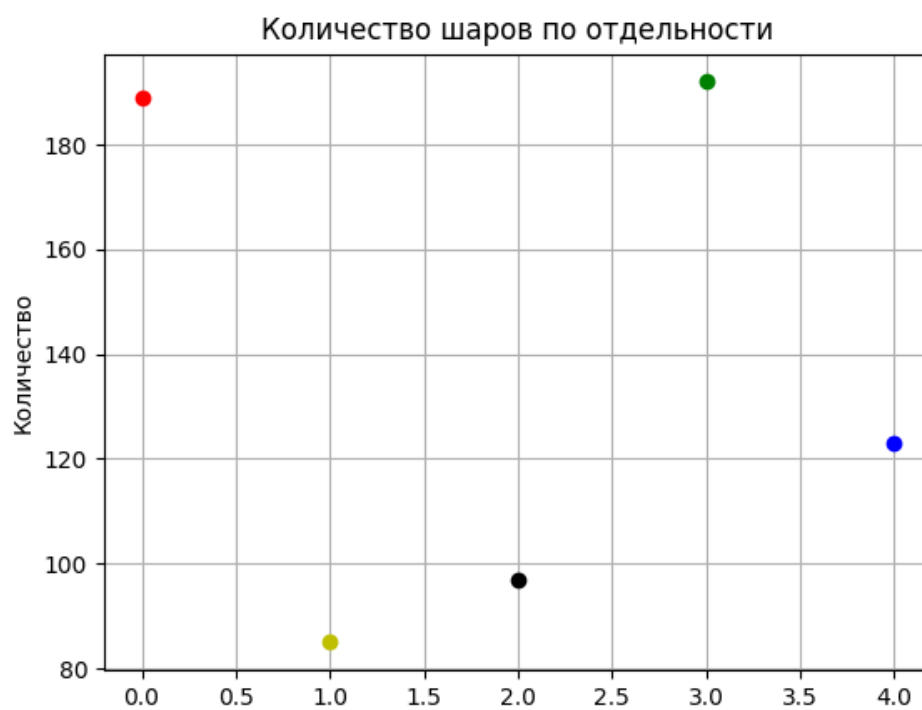


Рис. 92 – Количество шаров по отдельности

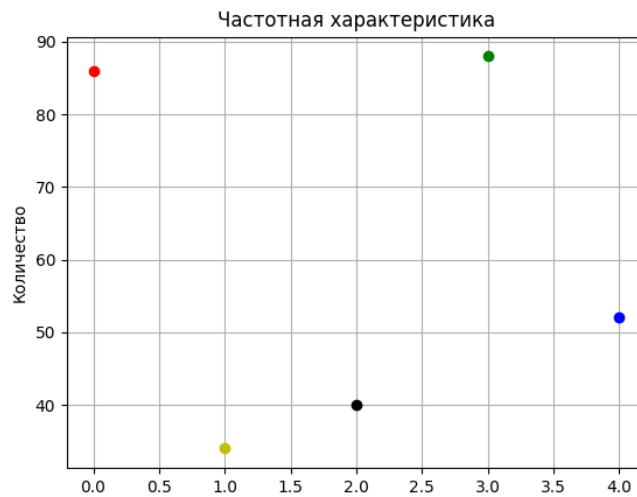


Рис. 93 – Частотная характеристика

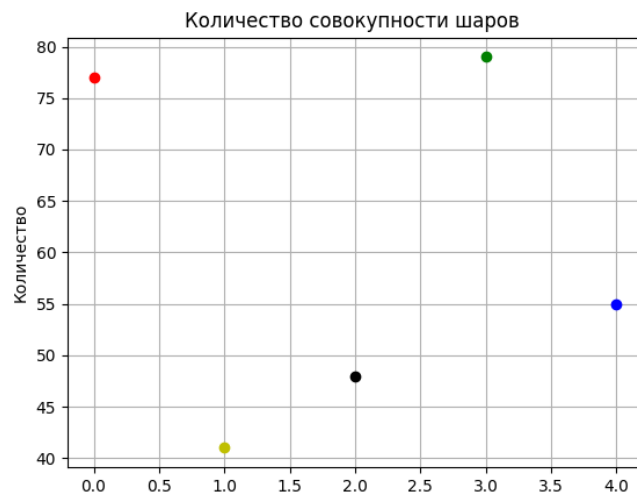


Рис. 94 – Количество совокупности шаров

Опыт № 1500

Вероятнее всего:

красных: 189 белых: 85 черных: 97 зеленых: 192 синих: 123

Расчет количества:

красных: 86 белых: 34 черных: 40 зеленых: 88 синих: 52

Рис. 95 – Вычисления для опыта 1500

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 77 Белых: 41 Черных: 48 Зеленых: 79 Синих: 55

Рис. 96 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №2000:

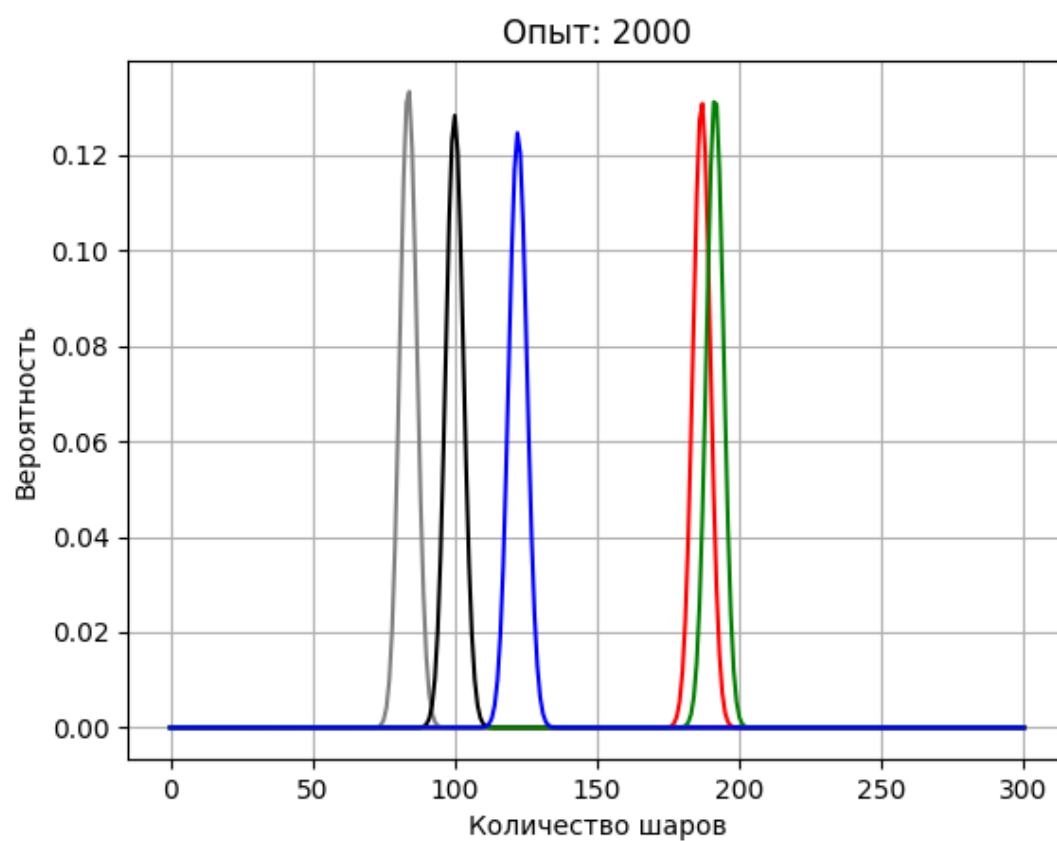


Рис. 97 - Расчет количества шаров по отдельности

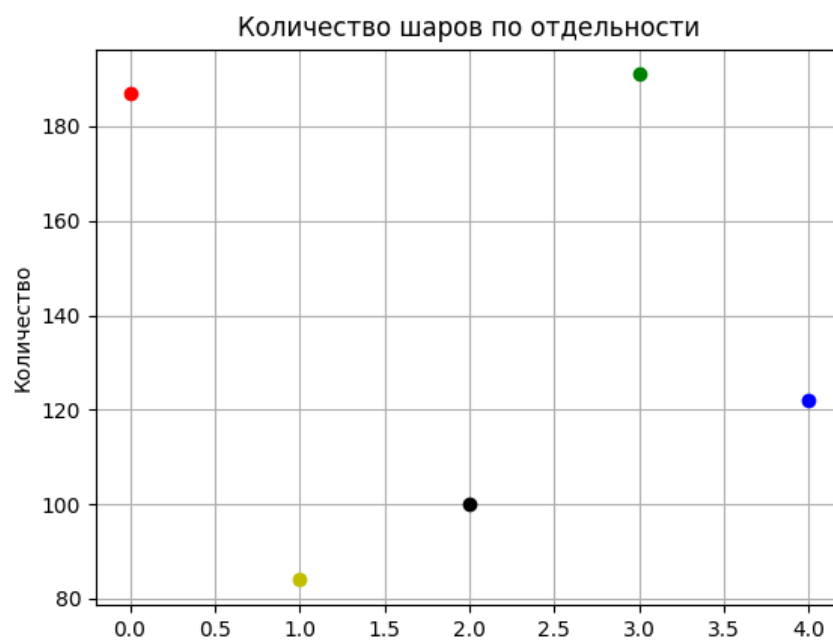


Рис. 98 – Количество шаров по отдельности

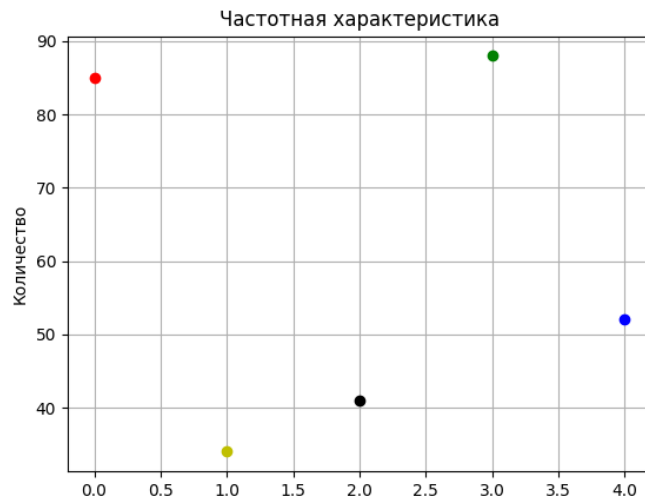


Рис. 99 – Частотная характеристика

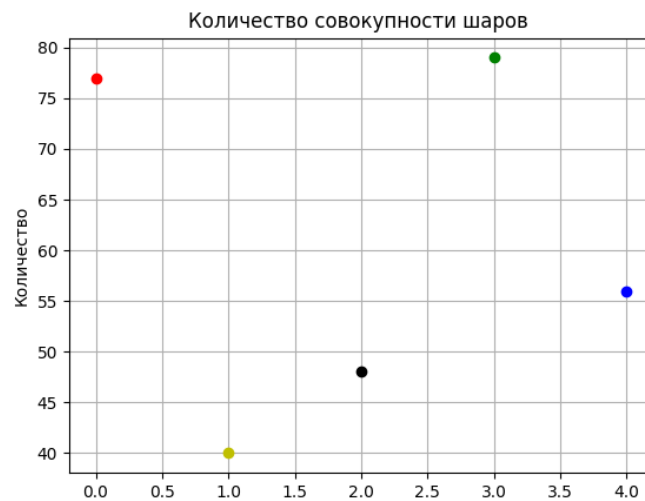


Рис. 100 – Количество совокупности шаров

Опыт № 2000

Вероятнее всего:

красных: 187 белых: 84 черных: 100 зеленых: 191 синих: 122

Расчет количества:

красных: 85 белых: 34 черных: 41 зеленых: 88 синих: 52

Рис. 101 – Вычисления для опыта 2000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 77 Белых: 40 Черных: 48 Зеленых: 79 Синих: 56

Рис. 102 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №3000:

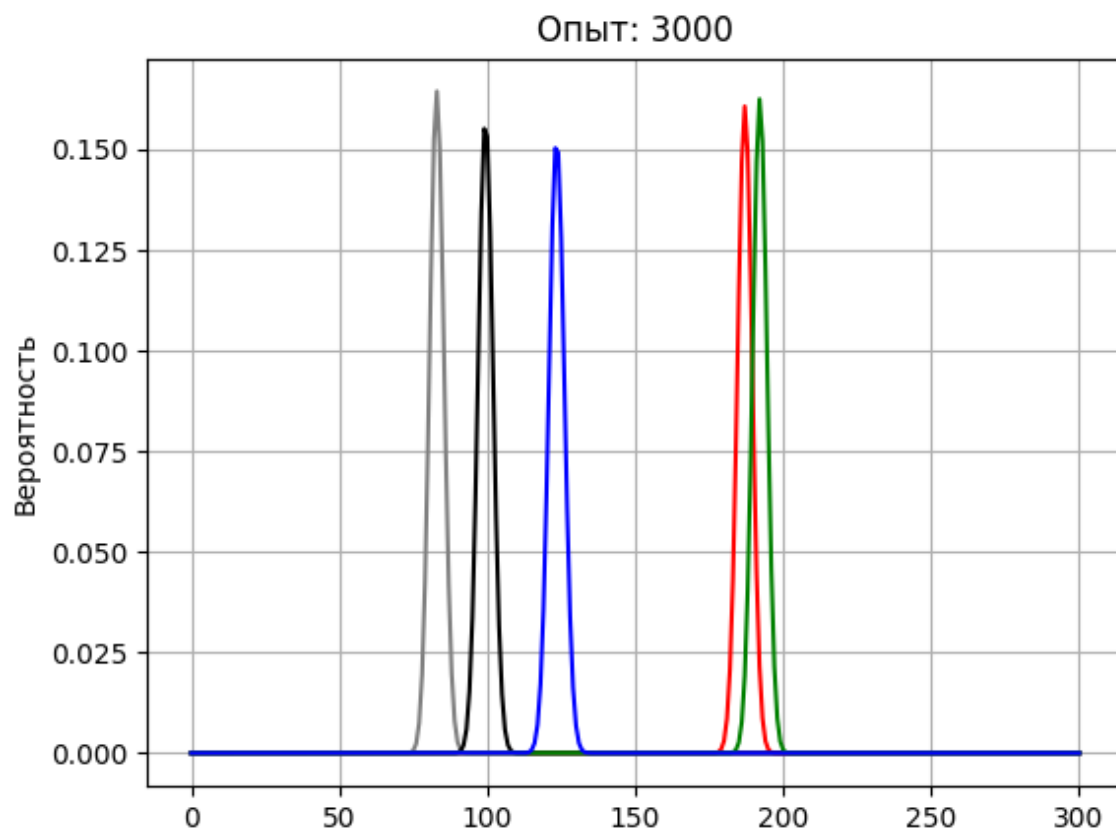


Рис. 103 - Расчет количества шаров по отдельности

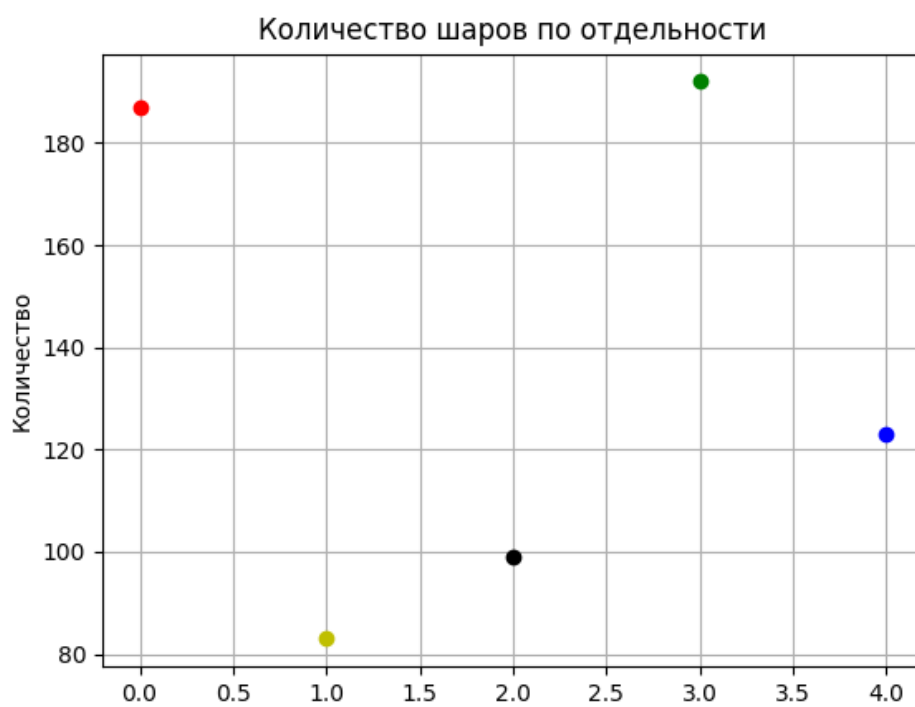


Рис. 104 – Количество шаров по отдельности

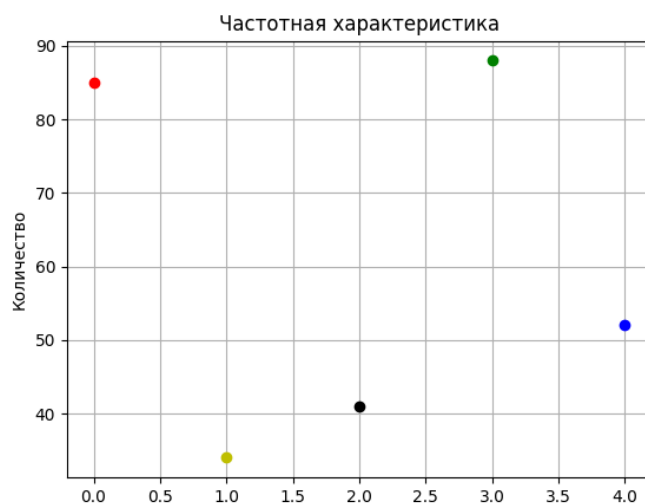


Рис. 105 – Частотная характеристика

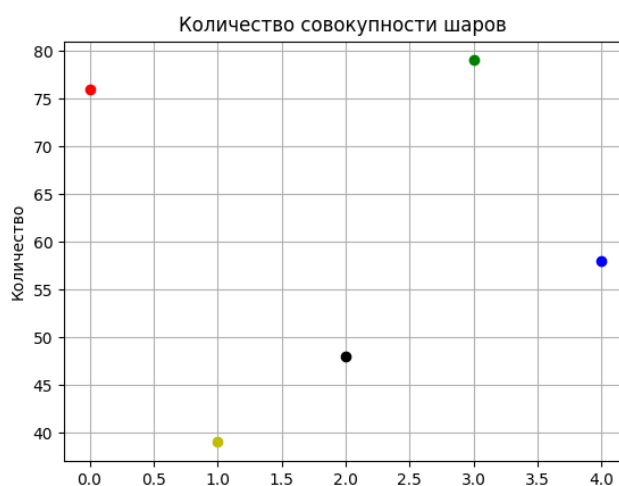


Рис. 106 – Количество совокупности шаров

Опыт № 3000

Вероятнее всего:

красных: 187 белых: 83 черных: 99 зеленых: 192 синих: 123

Расчет количества:

красных: 85 белых: 34 черных: 41 зеленых: 88 синих: 52

Рис. 107 – Вычисления для опыта 3000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 76 Белых: 39 Черных: 48 Зеленых: 79 Синих: 58

Рис. 108 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №4000:

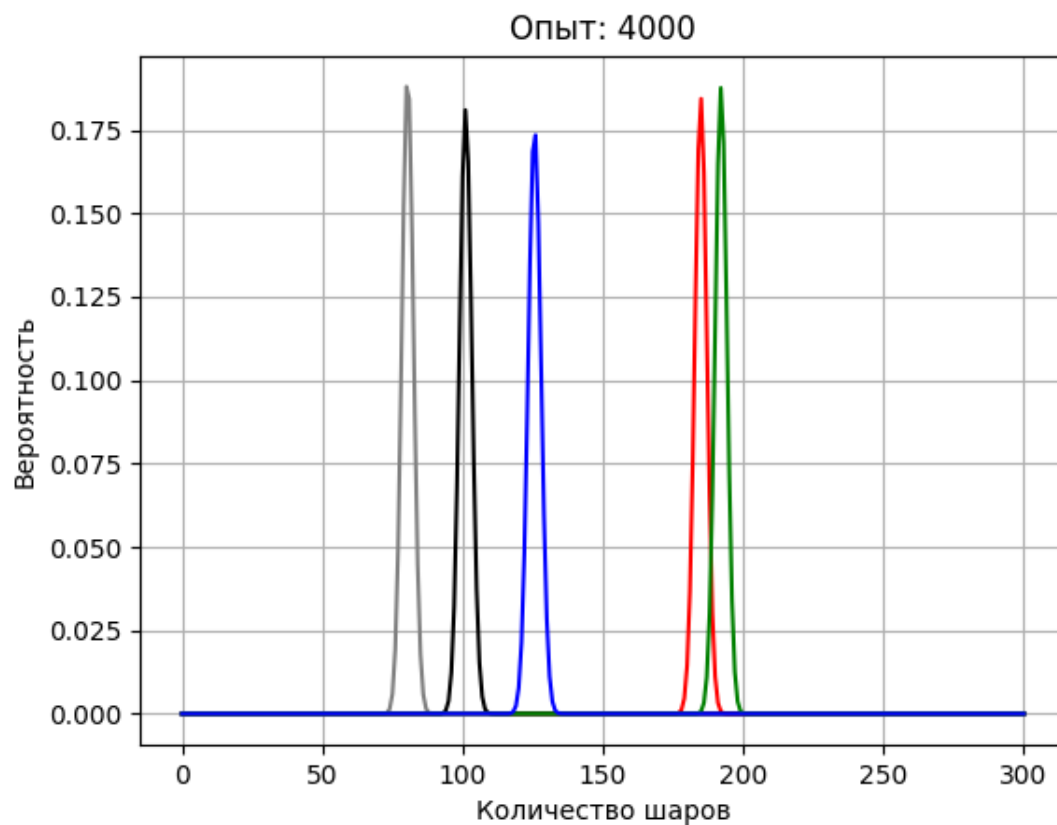


Рис. 109 - Расчет количества шаров по отдельности

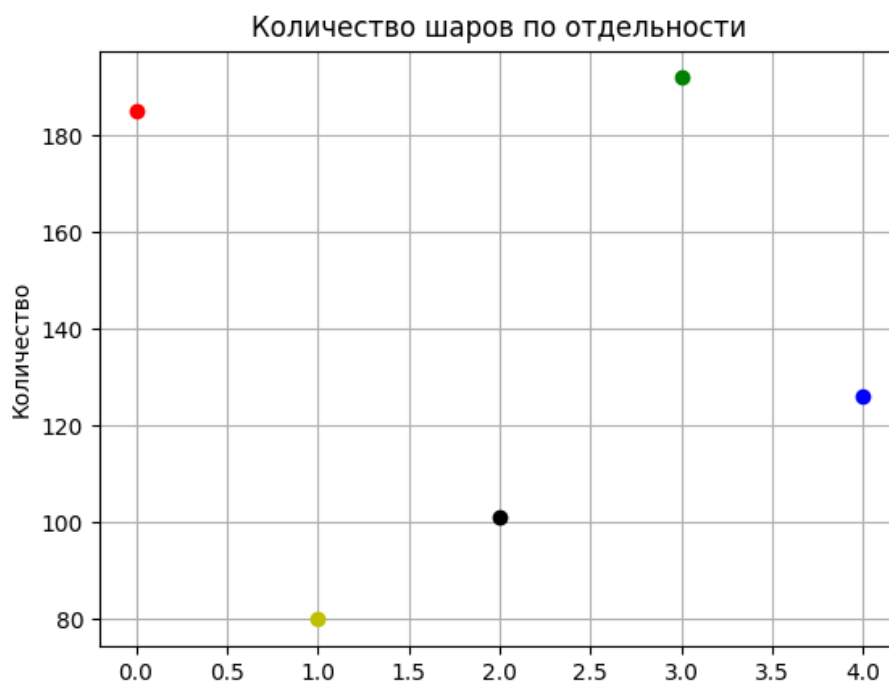


Рис. 110 – Количество шаров по отдельности

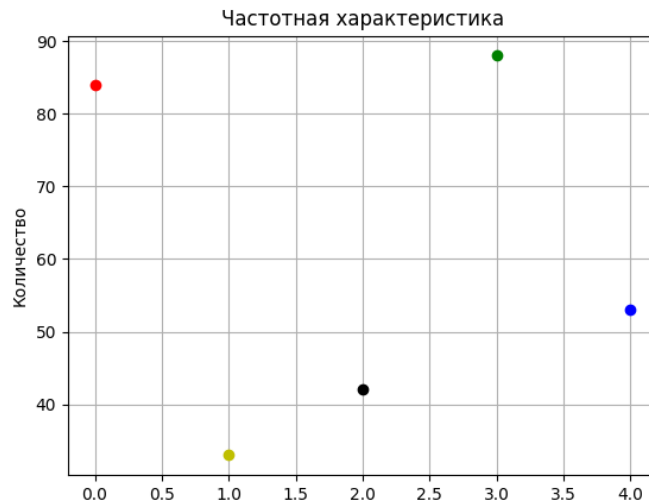


Рис. 111 – Частотная характеристика

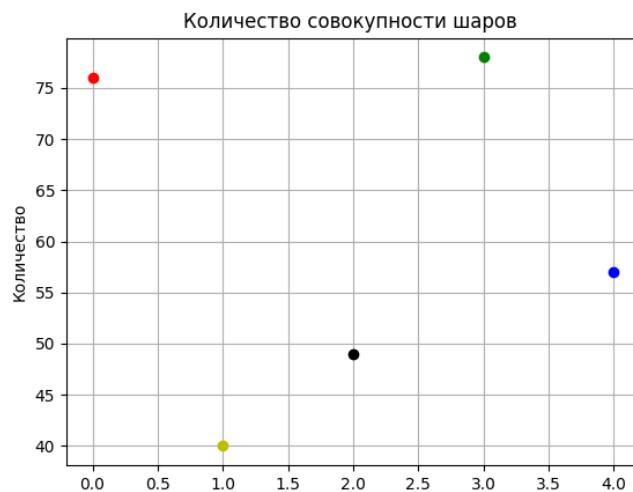


Рис. 112 – Количество совокупности шаров

Опыт № 4000

Вероятнее всего:

красных: 185 белых: 80 черных: 101 зеленых: 192 синих: 126

Расчет количества:

красных: 84 белых: 33 черных: 42 зеленых: 88 синих: 53

Рис. 113 – Вычисления для опыта 4000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 76 Белых: 40 Черных: 49 Зеленых: 78 Синих: 57

Рис. 114 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №5000:

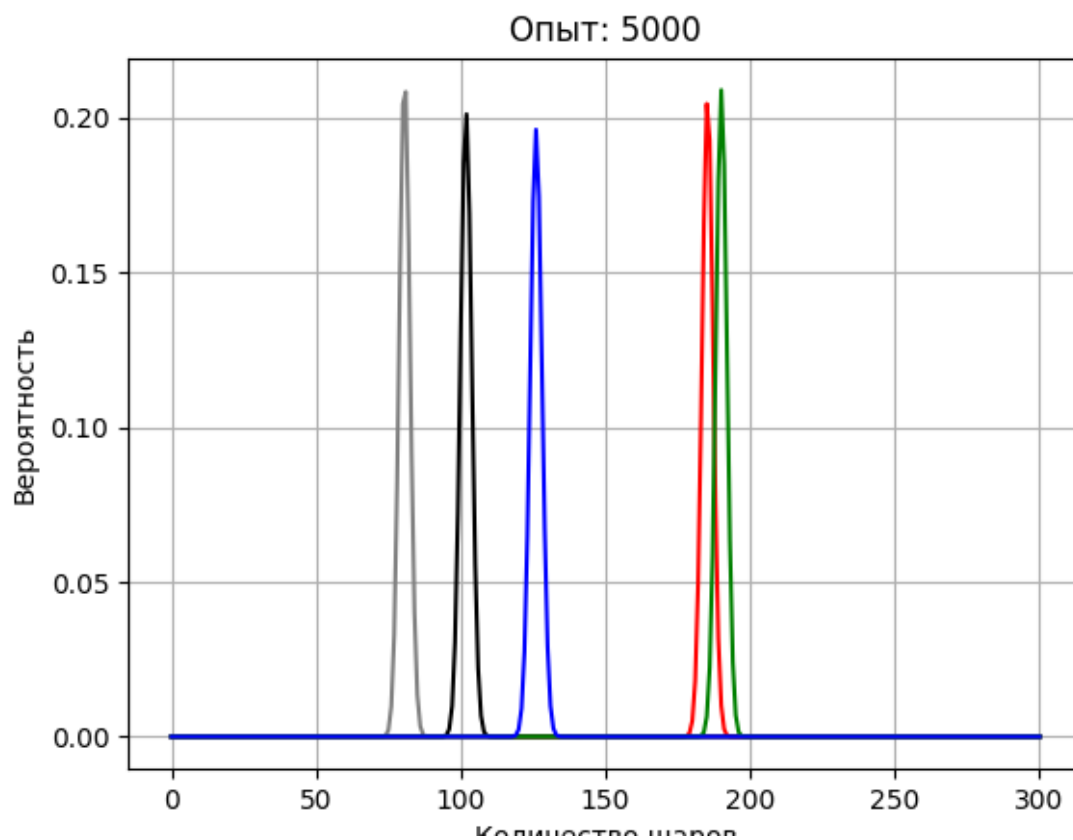


Рис. 115 - Расчет количества шаров по отдельности

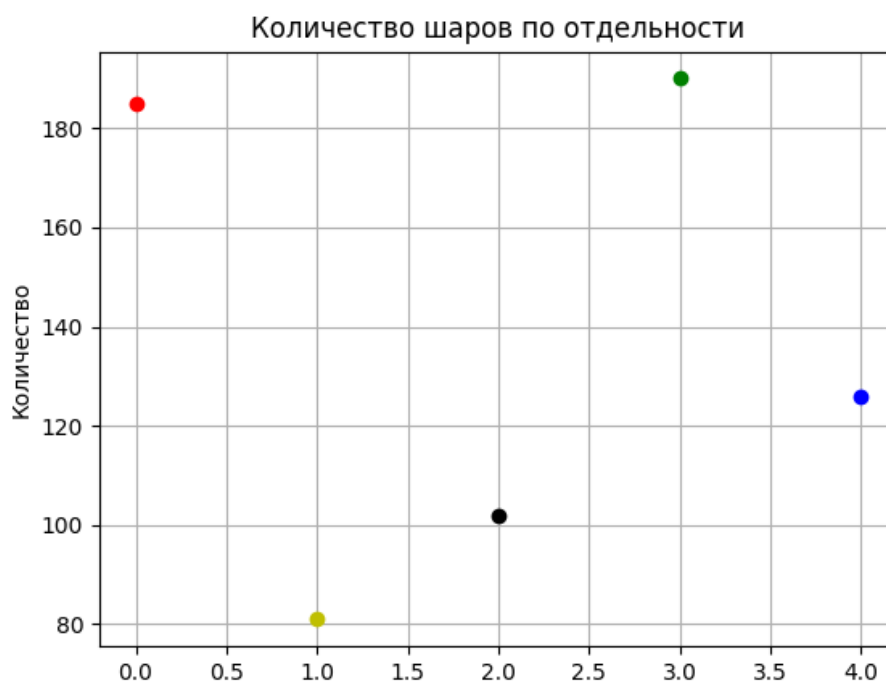


Рис. 116 – Количество шаров по отдельности

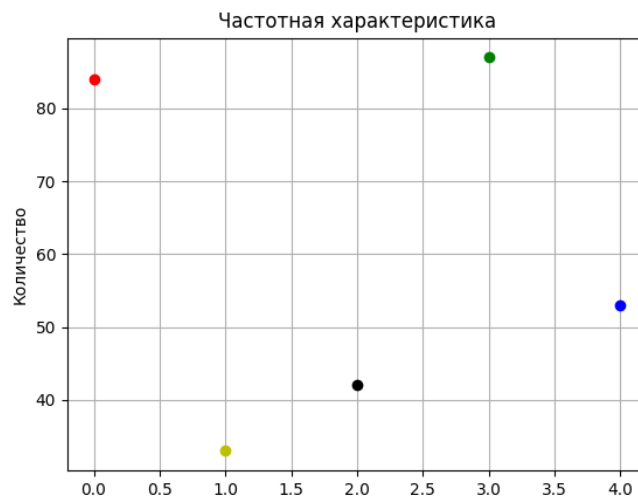


Рис. 117 – Частотная характеристика

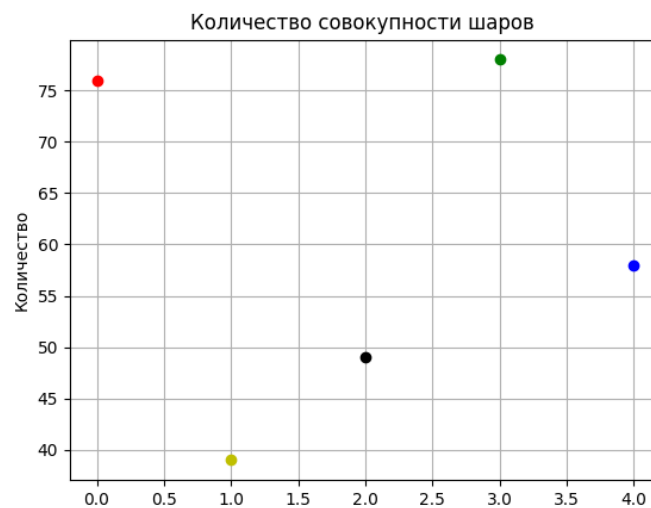


Рис. 118 – Количество совокупности шаров

Опыт № 5000

Вероятнее всего:

красных: 185 белых: 81 черных: 102 зеленых: 190 синих: 126

Расчет количества:

красных: 84 белых: 33 черных: 42 зеленых: 87 синих: 53

Рис. 119 – Вычисления для опыта 5000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 76 Белых: 39 Черных: 49 Зеленых: 78 Синих: 58

Рис. 120 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №6000:

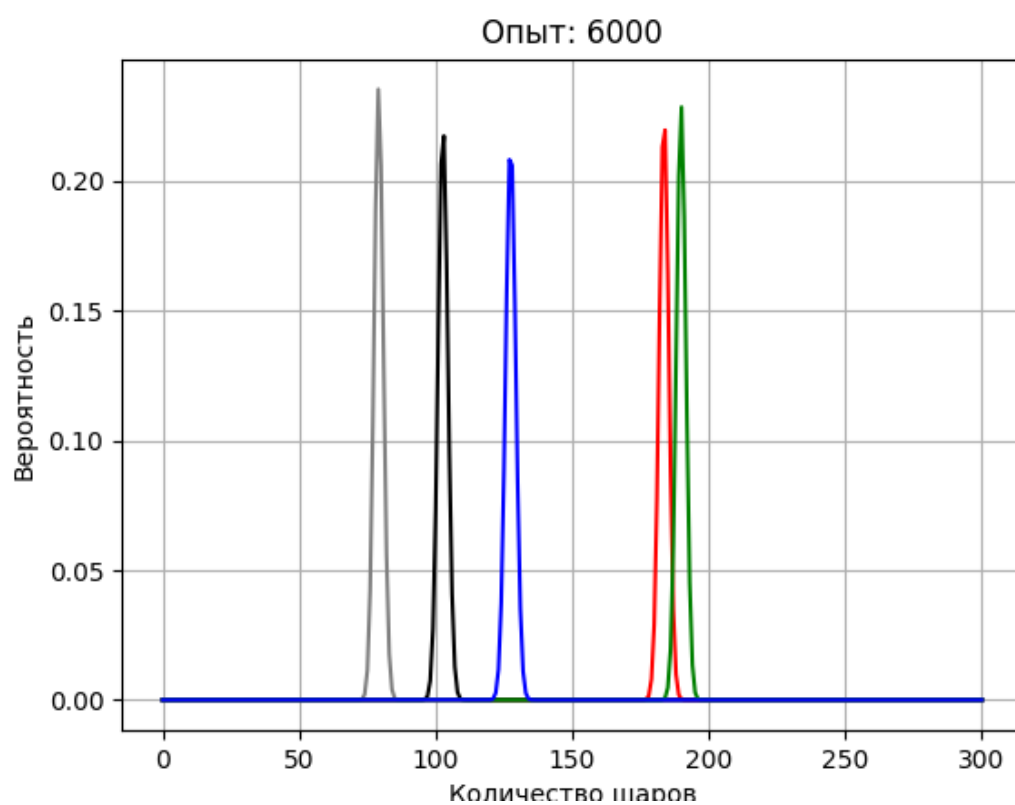


Рис. 121 - Расчет количества шаров по отдельности

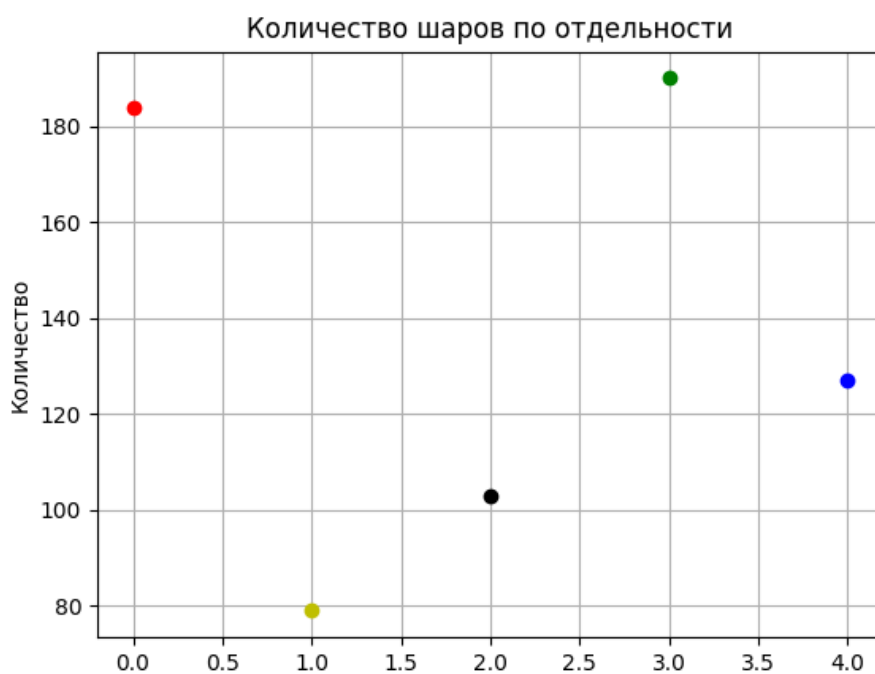


Рис. 122 – Количество шаров по отдельности

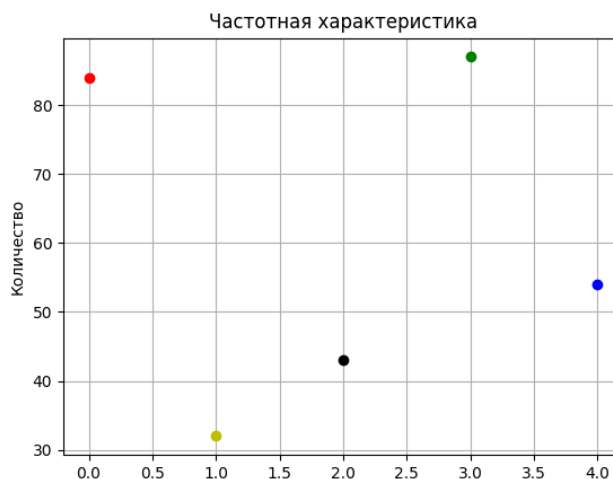


Рис.123 – Частотная характеристика

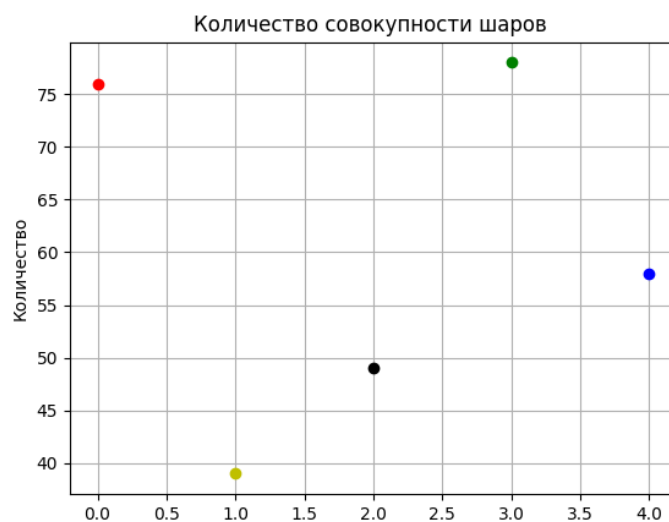


Рис. 124 – Количество совокупности шаров

Опыт № 6000

Вероятнее всего:

красных: 184 белых: 79 черных: 103 зеленых: 190 синих: 127

Расчет количества:

красных: 84 белых: 32 черных: 43 зеленых: 87 синих: 54

Рис. 125 – Вычисления для опыта 6000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 76 Белых: 39 Черных: 49 Зеленых: 78 Синих: 58

Рис. 126– Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №7000:

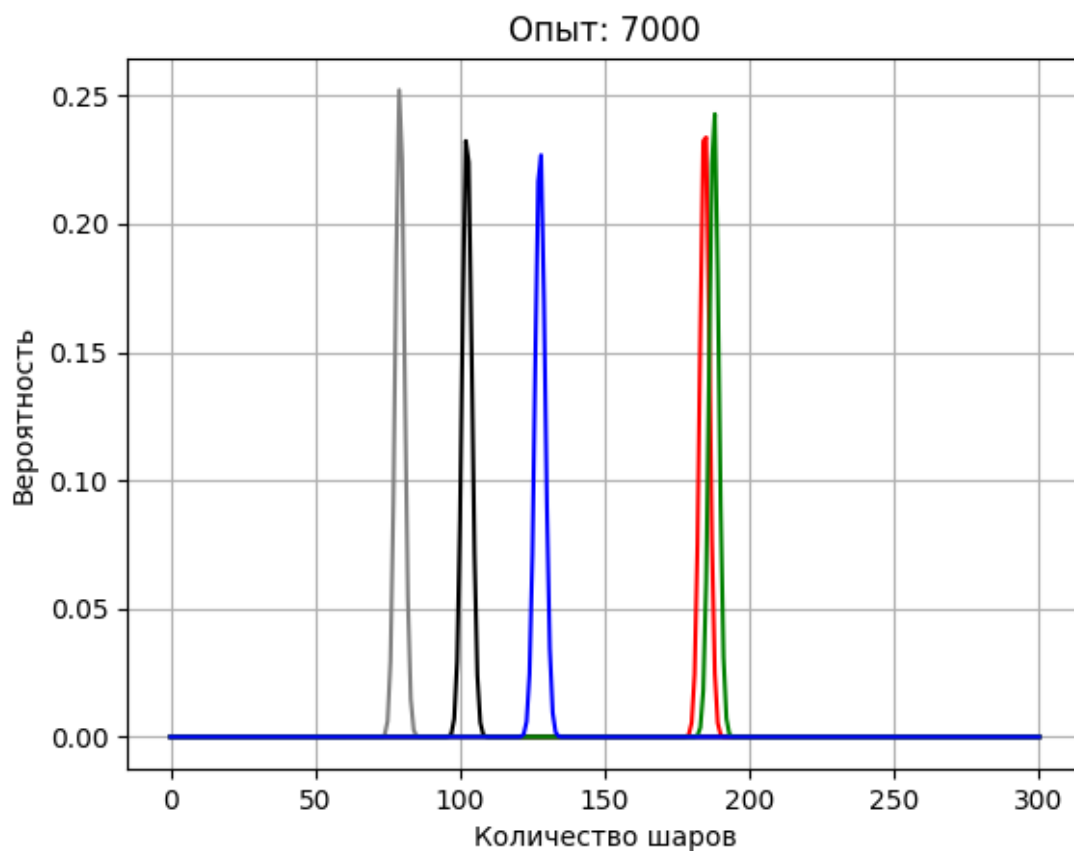


Рис. 127 - Расчет количества шаров по отдельности

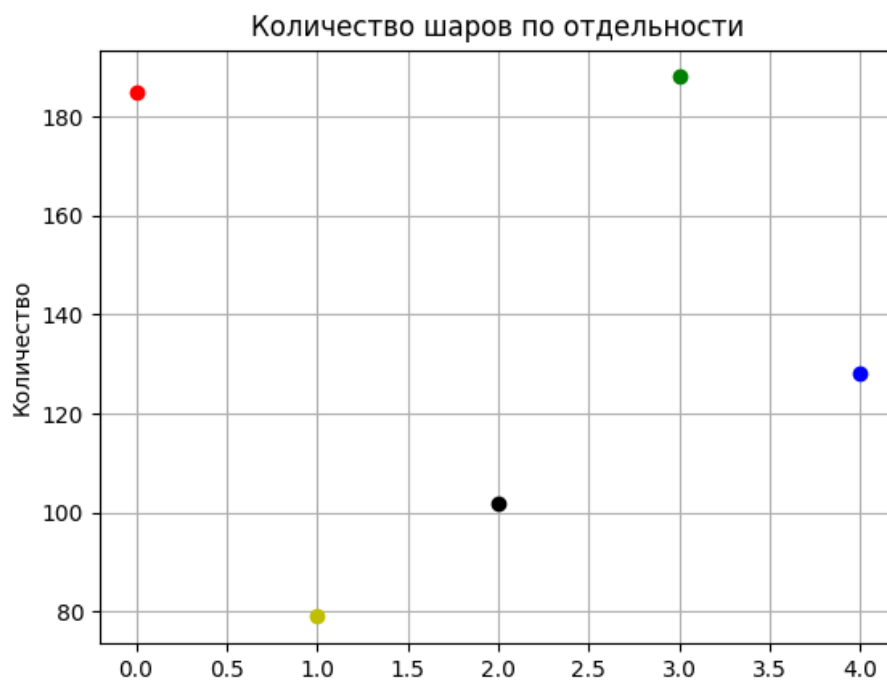


Рис. 128 – Количество шаров по отдельности

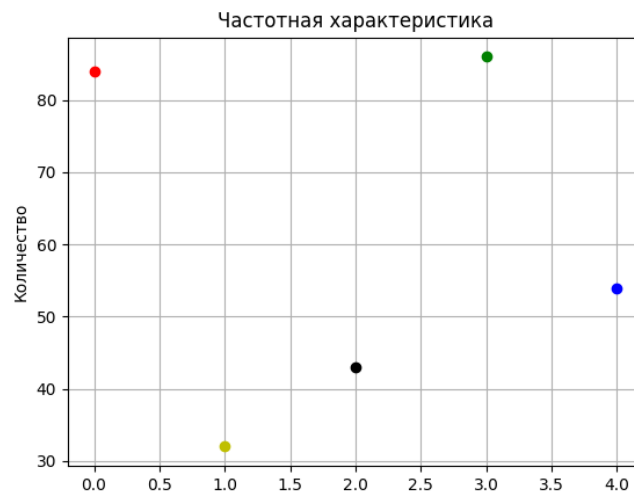


Рис. 129 – Частотная характеристика

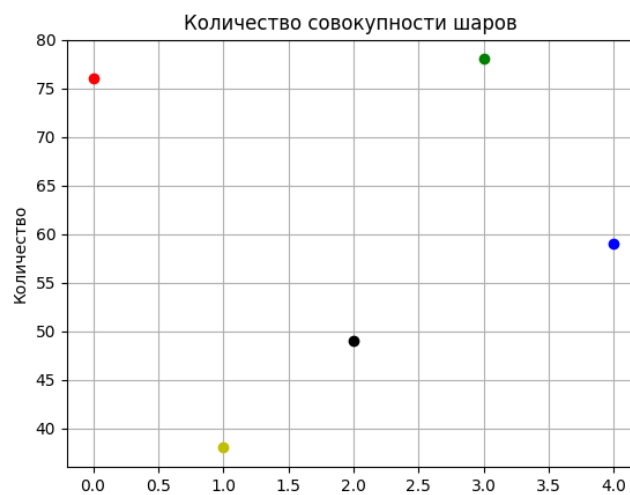


Рис. 130 – Количество совокупности шаров

Опыт № 7000

Вероятнее всего:

красных: 185 белых: 79 черных: 102 зеленых: 188 синих: 128

Расчет количества:

красных: 84 белых: 32 черных: 43 зеленых: 86 синих: 54

Рис. 131– Вычисления для опыта 7000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 76 Белых: 38 Черных: 49 Зеленых: 78 Синих: 59

Рис. 132 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №8000:

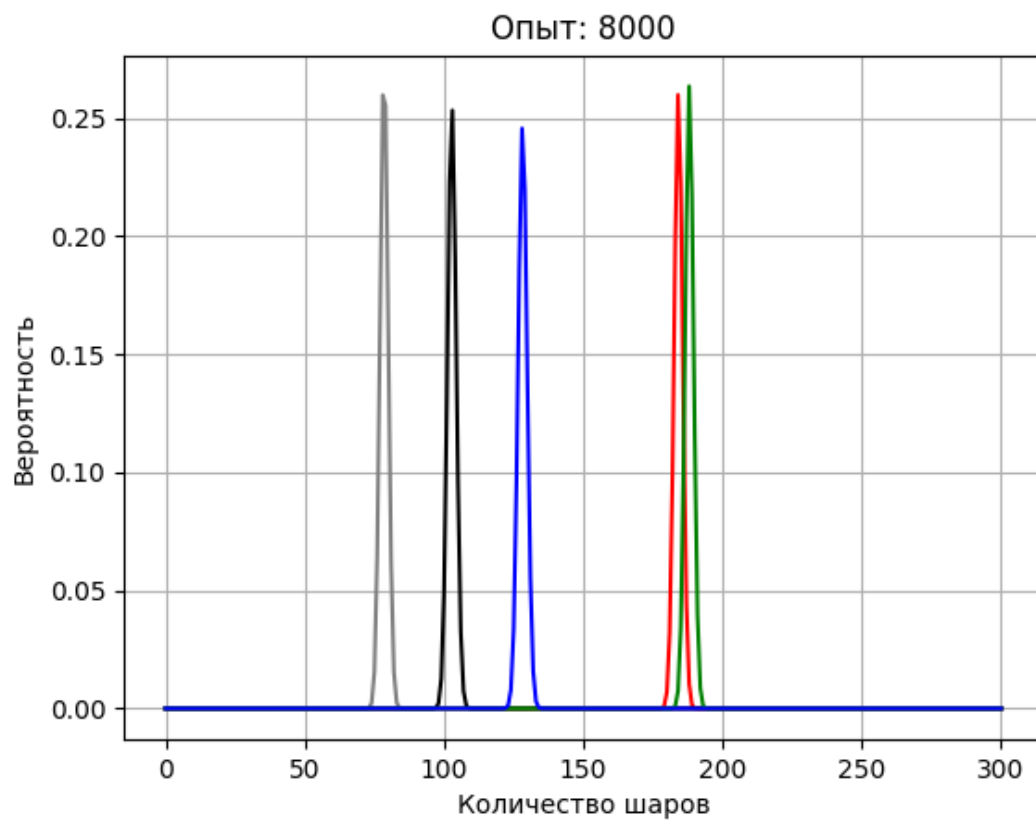


Рис. 133 - Расчет количества шаров по отдельности

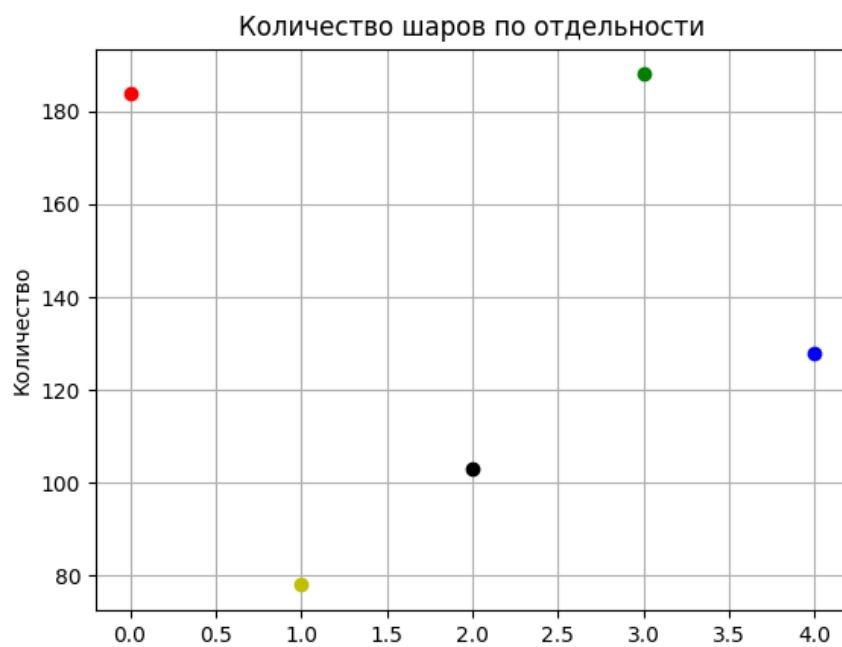


Рис. 134 – Количество шаров по отдельности

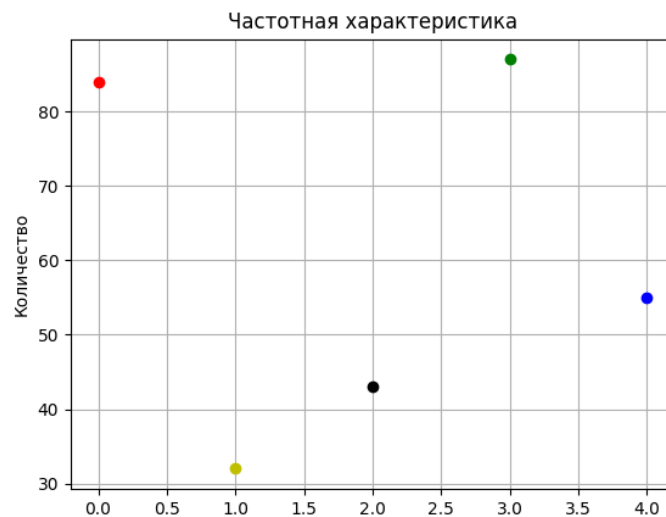


Рис. 135 – Частотная характеристика

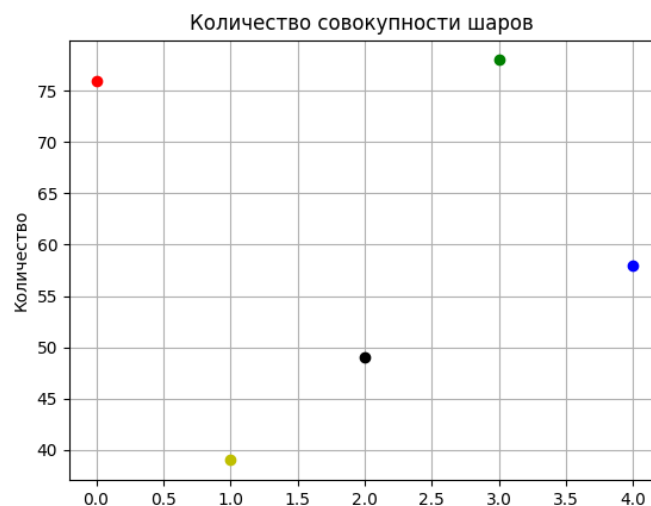


Рис. 146 – Количество совокупности шаров

Опыт № 8000

Вероятнее всего:

красных: 184 белых: 78 черных: 103 зеленых: 188 синих: 128

Расчет количества:

красных: 84 белых: 32 черных: 43 зеленых: 87 синих: 55

Рис.137 – Вычисления для опыта 8000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 76 Белых: 39 Черных: 49 Зеленых: 78 Синих: 58

Рис. 138 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №9000:

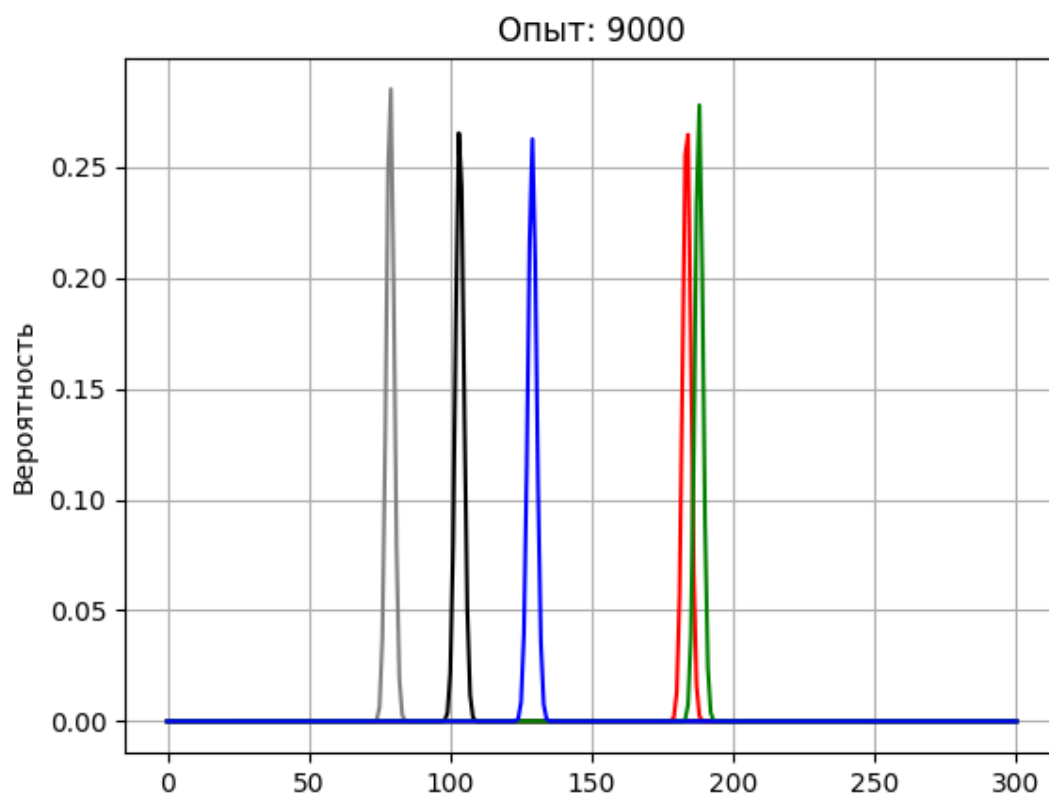


Рис.139 - Расчет количества шаров по отдельности

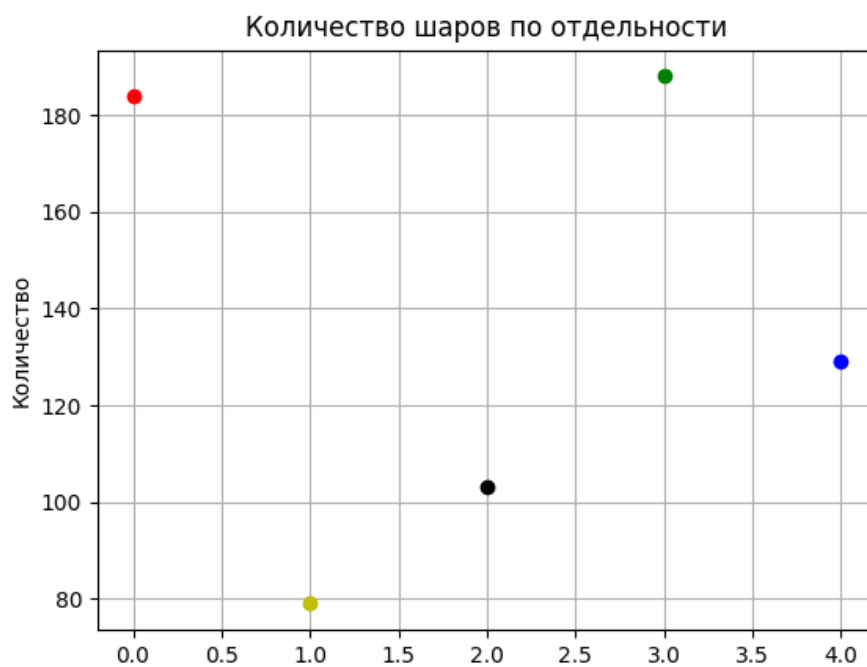


Рис. 140 – Количество шаров по отдельности

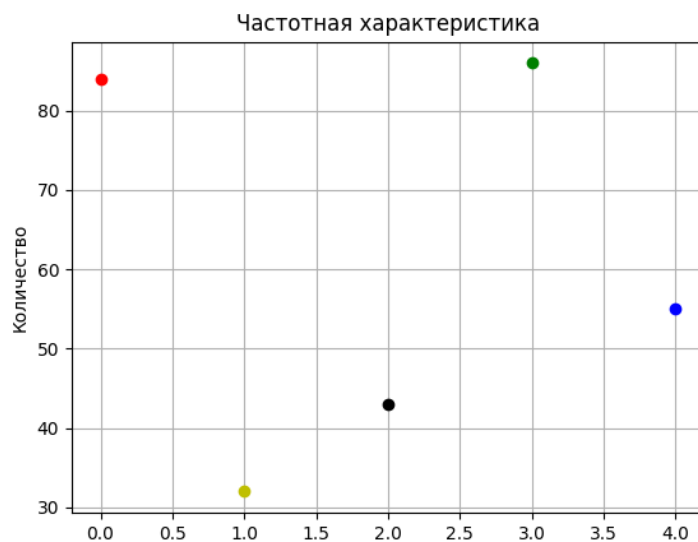


Рис. 141 – Частотная характеристика

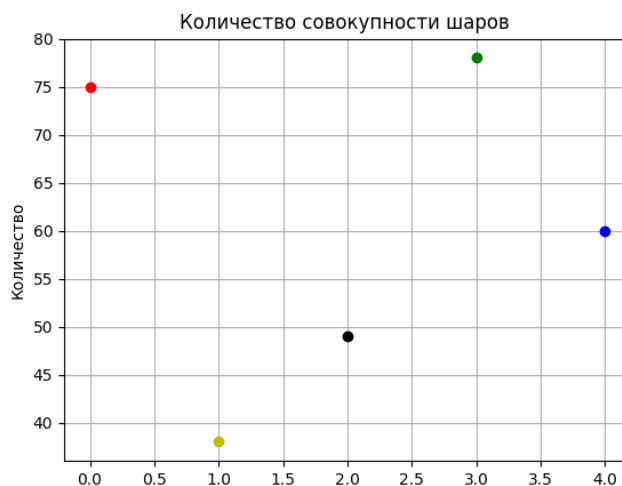


Рис. 142 – Количество совокупности шаров

Опыт № 9000

Вероятнее всего:

красных: 184 белых: 79 черных: 103 зеленых: 188 синих: 129

Расчет количества:

красных: 84 белых: 32 черных: 43 зеленых: 86 синих: 55

Рис. 143 – Вычисления для опыта 9000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 75 Белых: 38 Черных: 49 Зеленых: 78 Синих: 60

Рис. 144 – Наиболее вероятная конфигурация

Опыт №10000:

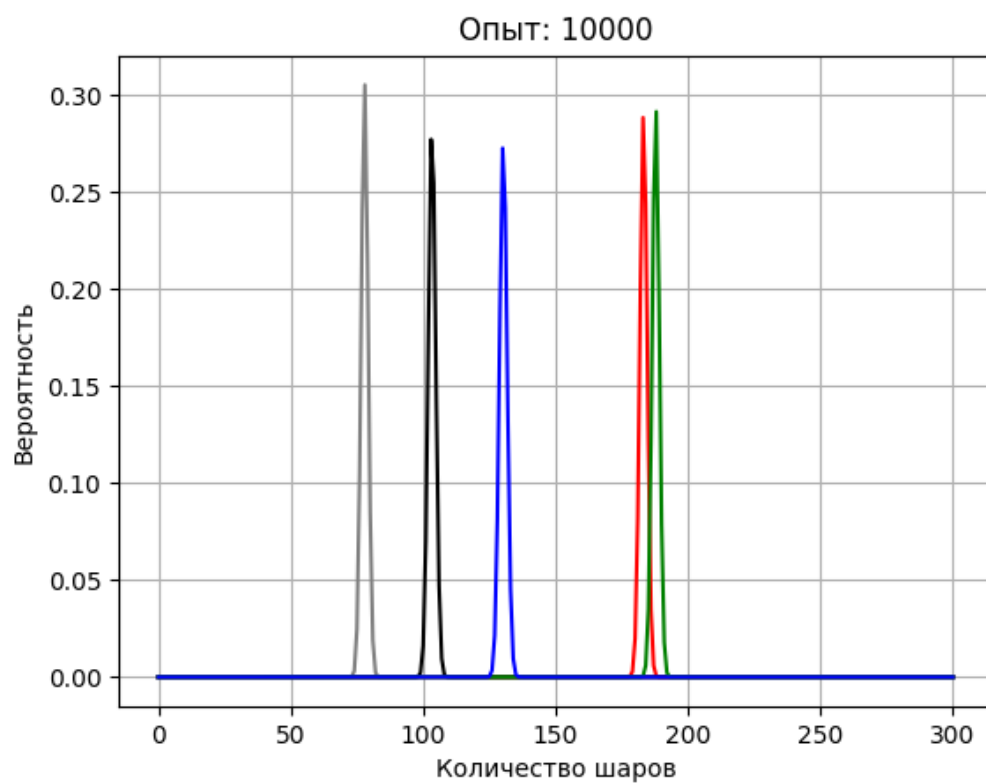


Рис. 145 - Расчет количества шаров по отдельности

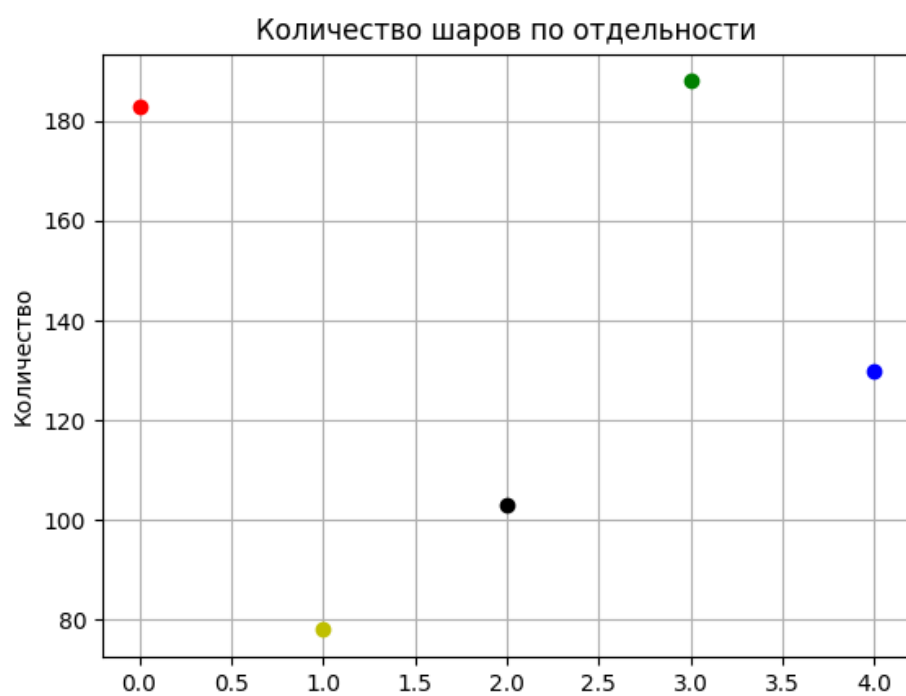


Рис. 146 – Количество шаров по отдельности

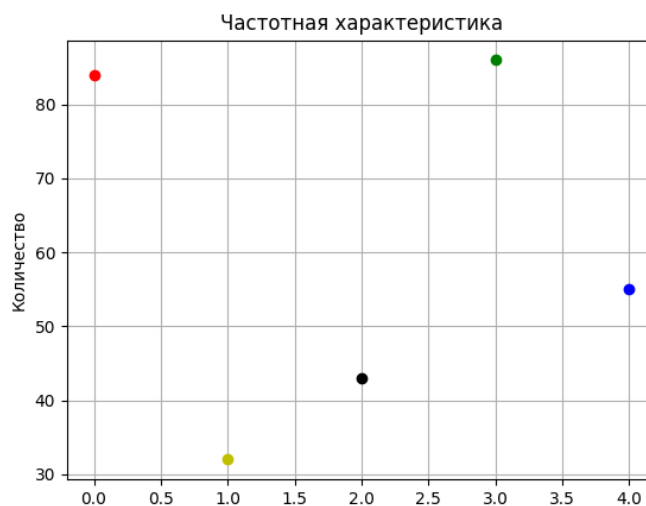


Рис. 147 – Частотная характеристика

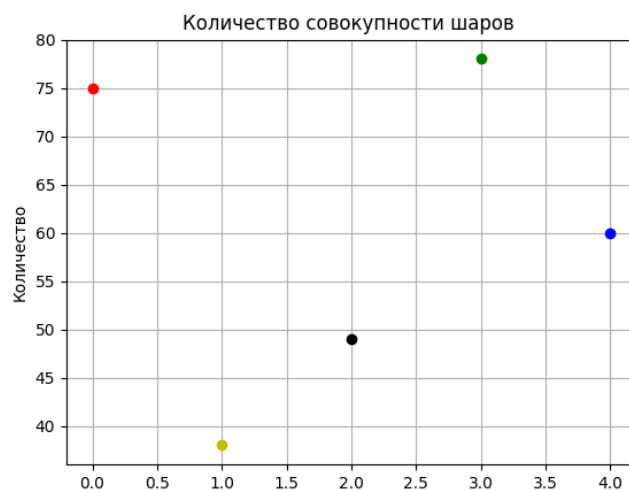


Рис. 148 – Количество совокупности шаров

Опыт № 10000

Вероятнее всего:

красных: 183 белых: 78 черных: 103 зеленых: 188 синих: 130

Расчет количества:

красных: 84 белых: 32 черных: 43 зеленых: 86 синих: 55

Рис. 149 – Вычисления для опыта 10000

Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:

Красных: 75 Белых: 38 Черных: 49 Зеленых: 78 Синих: 60

Рис. 150 – Наиболее вероятная конфигурация

Из результатов работы программы видно, что результаты расчета вероятного количества шаров близки друг к другу, особенно это отслеживается на графиках. Из графиков вероятностей количества шаров видно, что пик вероятностей становится все более и более выраженным – приближение к наиболее точной конфигурации.

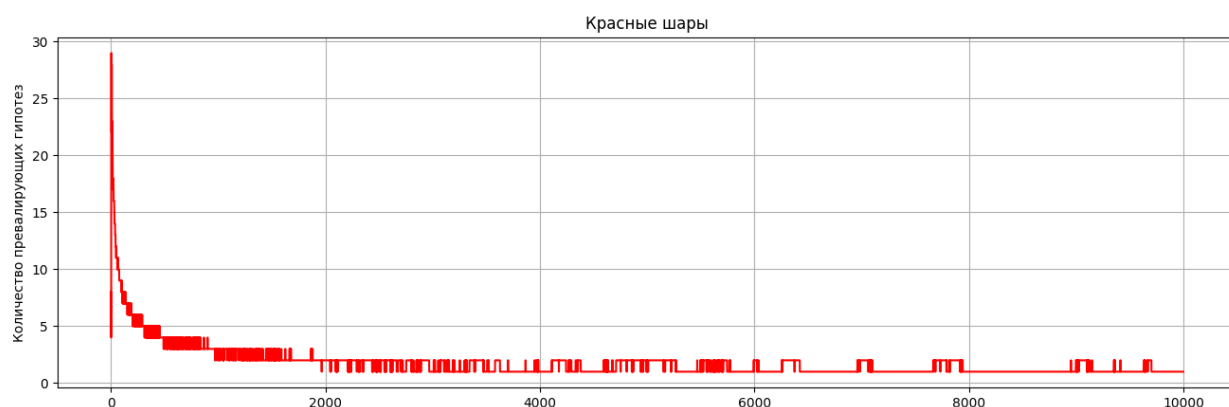


Рис. 151 - Изменение превалирующих гипотез для красных шаров

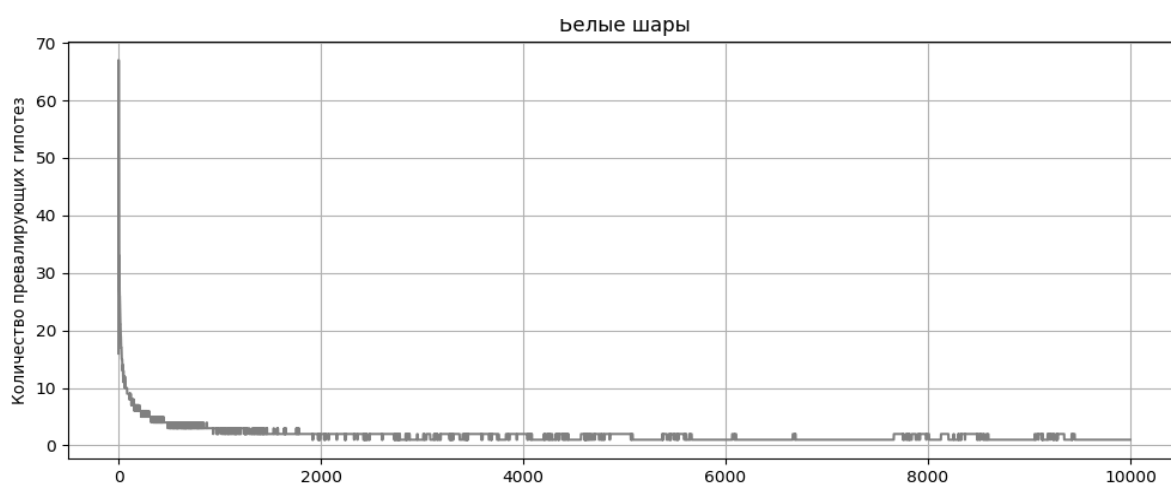


Рис. 152 – Изменение превалирующих гипотез для белых шаров

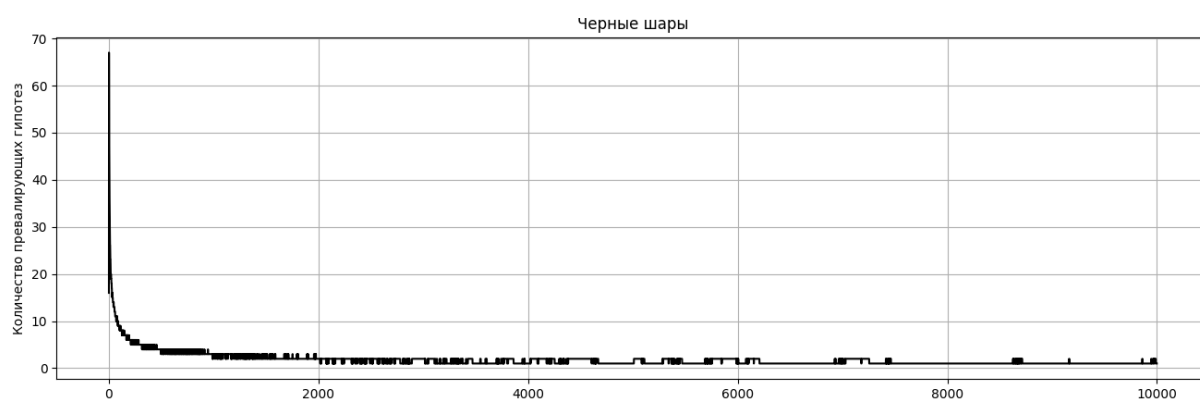


Рис. 153 – Изменение превалирующих гипотез для черных шаров



Рис. 154 – Изменение превалирующих гипотез для зеленых шаров



Рис. 155 – Изменение превалирующих гипотез для синих шаров

Из графиков изменения превалирующих гипотез можно сделать вывод, что с увеличением количества опытов количество превалирующих гипотез стремится к 1.

4. Вывод

В ходе выполнения данного расчетного задания было рассмотрено приложение формулы Байеса для принятия решения – определения количества шаров в корзине.

Для решения поставленной задачи были выдвинуты гипотезы о количестве шаров определенного цвета в корзине, которые изначально имели одинаковый приоритет, то есть были равновероятны. На основе того, что определенный шар вытащили, и с учетом того, сколько раз это произошло за одно вытаскивание, происходил пересчет вероятностей той или иной гипотезы, и в качестве наиболее правдоподобной выбиралась та, вероятность которой оказывалась наибольшей.

Таким образом, удалось составить предположения о наиболее очной конфигурации шаров.

5. Листинг

```
def fileAnalyzer(line1):  
    for word in line1:  
        if word.__contains__("Red"):  
            subColorBalls["Red"] += 1  
        if word.__contains__("White"):  
            subColorBalls["White"] += 1  
        if word.__contains__("Black"):  
            subColorBalls["Black"] += 1  
        if word.__contains__("Green"):  
            subColorBalls["Green"] += 1  
        if word.__contains__("Blue"):  
            subColorBalls["Blue"] += 1  
  
def calculationPandH():  
    for j in range(m):  
        colorBalls[currentColor.get(j)] +=  
subColorBalls[currentColor.get(j)]  
        P = 0  
        if subColorBalls[currentColor.get(j)] != 0:  
            for k1 in range(N + 1):  
                P += (PH[j][k1] * ((k1 / N) **  
subColorBalls[currentColor.get(j)]))  
            for l in range(N + 1):  
                PH[j][l] *= ((1 / N) ** subColorBalls[currentColor.get(j)])  
/ P  
        else:  
            for k1 in range(N + 1):  
                P += PH[j][k1] * ((N - k1) / N)  
            for l in range(N + 1):  
                PH[j][l] *= ((N - 1) / N) / P  
for prob in PH[j]:  
    if prob >= 0.95 * max(PH[j]):  
        hForBalls[j][i] += 1  
  
def polynomialDistribution():  
    a = cycleValues(PH[0].index(max(PH[0])))  
    for i1 in range(a[0], a[1]):  
  
        b = cycleValues(PH[1].index(max(PH[1])))  
        for i2 in range(b[0], b[1]):  
  
            c = cycleValues(PH[2].index(max(PH[2])))  
            for i3 in range(c[0], c[1]):  
  
                d = cycleValues(PH[3].index(max(PH[3])))  
                for i4 in range(d[0], d[1]):  
  
                    e = cycleValues(PH[4].index(max(PH[4])))  
                    for i5 in range(e[0], e[1]):  
                        if i1 + i2 + i3 + i4 + i5 == N:  
                            mult = logsumexp([PH[0][i1] for x in range(i1)]  
+  
                                                [PH[1][i2] for x in range(i2)]  
+  
                                                [PH[2][i3] for x in range(i3)]  
+  
                                                [PH[3][i4] for x in range(i4)]  
+  
                                                [PH[4][i5] for x in range(i5)])]  
numberProbability.append([(i1, i2, i3, i4, i5),  
                           (factN /
```

```

(math.factorial(i1) *
math.factorial(i2) *
math.factorial(i3) *
math.factorial(i4) *
math.factorial(i5))
* mult))
maxConfig = ([0] * m, -1.0)
for x, y in numberProbability:
    if y >= maxConfig[1]:
        maxConfig = (x, y)

for x, y in numberProbability:
    if y == maxConfig[1]:
        hForAllBalls[int(i / k)] += 1
print("Наиболее вероятная конфигурация шаров по результатам:")
print("Красных:", maxConfig[0][0],
      "Белых:", maxConfig[0][1],
      "Черных:", maxConfig[0][2],
      "Зеленых:", maxConfig[0][3],
      "Синих:", maxConfig[0][4])

plt.plot(0, maxConfig[0][0], 'ro',
         1, maxConfig[0][1], 'yo',
         2, maxConfig[0][2], 'ko',
         3, maxConfig[0][3], 'go',
         4, maxConfig[0][4], 'bo')
plt.ylabel('Количество')
plt.title('Количество совокупности шаров ')
plt.grid()
plt.show()

for t in range(4):
    file.readline()

for i in range(Nexp):
    line = file.readline().split()
    fileAnalyzer(line)
    calculationPandH()
    sumOfPH = 0
    for probability in range(m):
        sumOfPH += PH[probability].index(max(PH[probability]))
    if (i + 1) / k in range(1, 11):
        polynomialDistribution()
    if i + 1 <= 15 or i + 1 == 100 or (i + 1) / k in range(1, 11):
        print("Опыт №", i + 1)
        plt.plot(PH[0], 'red', PH[1], 'grey', PH[2], 'black', PH[3],
'green', PH[4], 'blue')
        plt.title('Опыт: ' + str(i + 1))
        plt.xlabel('Количество шаров')
        plt.ylabel('Вероятность')
        plt.grid()
        plt.show()
        print("Вероятнее всего: ")
        print("красных:", PH[0].index(max(PH[0])),
              "белых:", PH[1].index(max(PH[1])),
              "черных:", PH[2].index(max(PH[2])),
              "зеленых:", PH[3].index(max(PH[3])),
              "синих:", PH[4].index(max(PH[4])))
        plt.plot(0, PH[0].index(max(PH[0])), 'ro',
                 1, PH[1].index(max(PH[1])), 'yo',
                 2, PH[2].index(max(PH[2])), 'ko',
                 3, PH[3].index(max(PH[3])), 'go',
                 4, PH[4].index(max(PH[4])), 'bo')
        plt.ylabel('Количество')

```

```

plt.title('Количество шаров по отдельности')
plt.grid()
plt.show()
sumOfBalls = sum(colorBalls.values())
print("Расчет количества:")
red = round(colorBalls[currentColor.get(0)] / sumOfBalls * N)
white = round(colorBalls[currentColor.get(1)] / sumOfBalls * N)
black = round(colorBalls[currentColor.get(2)] / sumOfBalls * N)
green = round(colorBalls[currentColor.get(3)] / sumOfBalls * N)
blue = round(colorBalls[currentColor.get(4)] / sumOfBalls * N)
print("красных:", red,
      "белых:", white,
      "черных:", black,
      "зеленых:", green,
      "синих:", blue)
plt.plot(0, red, 'ro',
         1, white, 'yo',
         2, black, 'ko',
         3, green, 'go',
         4, blue, 'bo')
plt.ylabel('Количество')
plt.title('Частотная характеристика')
plt.grid()
plt.show()
if i + 1 == 10000:
    plt.plot(hForAllBalls)
    plt.xlabel('Эксперимент')
    plt.ylabel('Количество превалирующих гипотез совокупности шаров')
    plt.grid()
    plt.show()
    plt.plot(hForBalls[0], 'red')
    plt.xlabel('Эксперимент')
    plt.title('Красные шары')
    plt.ylabel('Количество превалирующих гипотез')
    plt.grid()
    plt.show()
    plt.plot(hForBalls[1], 'grey')
    plt.title('Белые шары')
    plt.xlabel('Эксперимент')
    plt.ylabel('Количество превалирующих гипотез')
    plt.grid()
    plt.show()
    plt.plot(hForBalls[2], 'black')
    plt.title('Черные шары')
    plt.xlabel('Эксперимент')
    plt.ylabel('Количество превалирующих гипотез')
    plt.grid()
    plt.show()
    plt.plot(hForBalls[3], 'green')
    plt.title('Зеленые шары')
    plt.xlabel('Эксперимент')
    plt.ylabel('Количество превалирующих гипотез')
    plt.grid()
    plt.show()
    plt.plot(hForBalls[4], 'blue')
    plt.title('Синие шары')
    plt.xlabel('Эксперимент')
    plt.ylabel('Количество превалирующих гипотез')
    plt.grid()
    plt.show()
    subColorBalls = dict([("Red", 0), ("White", 0), ("Black", 0), ("Green", 0), ("Blue", 0)])

```

