

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
“ЛЭТИ” ИМ. В.И.УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра ВТ

ОТЧЕТ
по практической работе
“Оптимизация и многокритериальный выбор”

Выполнил студент гр.0306

Семёнов М.Д.

Санкт-Петербург
2022

Оглавление

Задание 1	3
Задание 2	5
Задание 3	7
Приложение А	15
Приложение В	17
Приложение С	19

Цель работы: научиться пользоваться статистическими функциями в R, находить дескриптивные статистики и строить отъюстированные диаграммы для нормального и равномерного распределений. На конкретных примерах рассмотреть, как применяются расчеты дескриптивных статистик и построение гистограмм.

Задание 1

Задача: построить отъюстированную гистограмму для равномерного распределения.

Исходные данные

Размер выборки $n = 2750$

Среднее значение $x_{ср} = 10$

Отклонения от среднего значения $d = \pm 30\%$

Результаты выполнение задания

Результаты выполнения задания 1 представлены на рисунках 1-4, код представлен в приложении А.

I	pocketCentres	pocketBounds	frequency
1	6.750000	7.000000	0
2	7.295455	7.545455	241
3	7.840909	8.090909	257
4	8.386364	8.636364	223
5	8.931818	9.181818	247
6	9.477273	9.727273	247
7	10.022727	10.272727	238
8	10.568182	10.818182	260
9	11.113636	11.363636	264
10	11.659091	11.909091	268
11	12.204545	12.454545	263
12	12.750000	13.000000	242
13	13.295455	13.545455	0

Рисунок 1. Данные для юстировки

```
> cat("Всего подсчитано: ", sum(frequency))
Всего подсчитано: 2750>
> #строим гистограмму
```

Рисунок 2.Проверка правильности юстировки

Дескриптивные характеристики	
Среднее:	10.0401452677065
Дисперсия:	2.99247568959249
СКО:	1.72987736258744
Медиана:	10.085003657965
Дов. интервал:	10.04 \pm 0.06, P = 95%

Рисунок 3.Дескриптивные характеристики



Рисунок 4.Гистограмма равномерного распределения

Задание 2

Задача: построить отъюстированную гистограмму для нормального распределения.

Исходные данные

Размер выборки $n = 1250$

Среднее значение $x_{ср} = 100$

СКО = 30

Результаты выполнение задания

Результаты выполнения задания 2 представлены на рисунках 5-7, код представлен в приложении В.

	pocketCentres	pocketBounds	frequency
1	2.50000	10.00000	2
2	18.86364	26.36364	5
3	35.22727	42.72727	24
4	51.59091	59.09091	94
5	67.95455	75.45455	143
6	84.31818	91.81818	226
7	100.68182	108.18182	272
8	117.04545	124.54545	247
9	133.40909	140.90909	136
10	149.77273	157.27273	65
11	166.13636	173.63636	30
12	182.50000	190.00000	4
13	198.86364	206.36364	2

```
>  
> cat("Всего подсчитано: ", sum(frequency))  
Всего подсчитано: 1250>  
> #строим гистограмму
```

Рисунок 5.Результаты выполнения задания 2

Дескриптивные характеристики	
Среднее:	99.3417399636751
Дисперсия:	886.206729155336
СКО:	29.7692245306346
Медиана:	100.299156999379
Дов. интервал:	99.34 \pm 1.65, P = 95%

Рисунок 6.Результаты выполнения задания 2

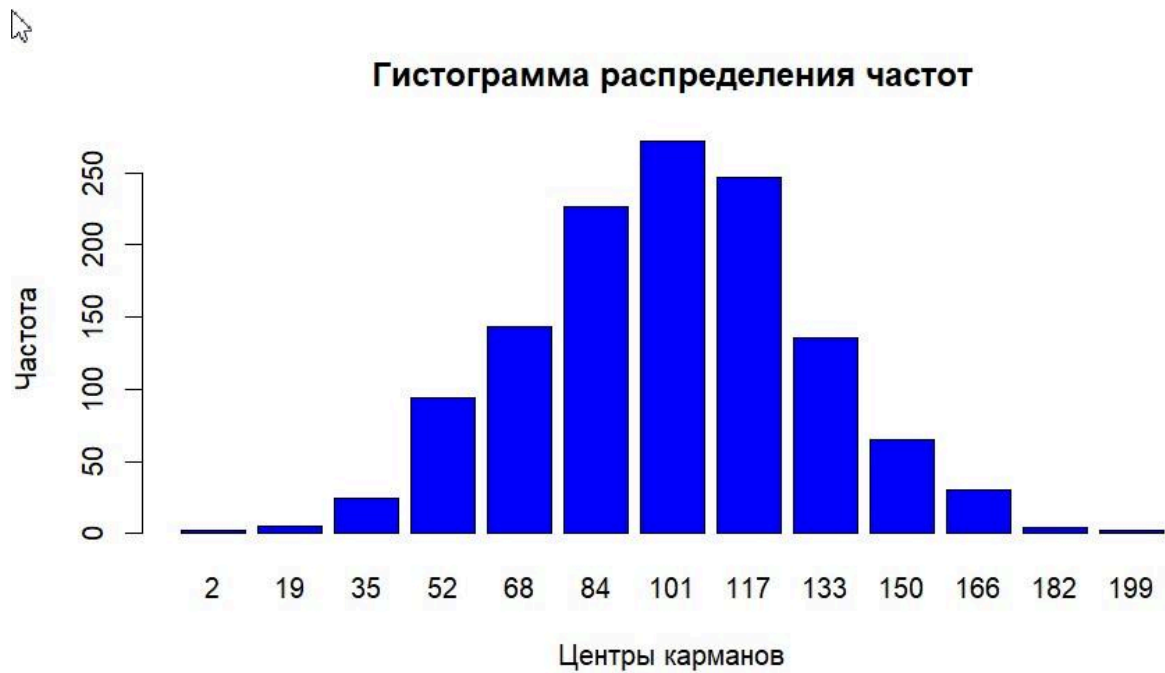


Рисунок 7.Результаты выполнения задания 2

Задание 3

Задача: на конкретном примере применить расчет дескриптивных статистик и построить отъюстированную гистограмму.

Исходные данные

Задание 7.3

Сложение нормальных распределений по среднему

1_Построить отъюстированную гистограмму распределений

для суммы нормальных распределений $N1(a1, v1)$ и $N2(a2, v2)$,

где $a1$ - среднее и $v1$ — СКО распределения $N1$

где $a2$ - среднее и $v2$ — СКО распределения $N2$

2_Расчитать дескриптивные параметры. Объем выборки= 1000

3_Проследить на дополнительных гистограммах — как изменится суммарная гистограмма, когда вторая гистограмма сдвигается вправо по среднему $a2$ на 30, на 60, на 90, на 120, но при сохранении СКО

Построить графики изменения дескриптивных статистик

Результаты выполнения задания

Результаты выполнения задания 3 представлены на рисунках 8-19, код представлен в приложении С.

	pocketCentres	pocketBounds	frequency
1	61.25	75.0	0
2	88.75	102.5	0
3	116.25	130.0	3
4	143.75	157.5	38
5	171.25	185.0	98
6	198.75	212.5	204
7	226.25	240.0	263
8	253.75	267.5	217
9	281.25	295.0	121
10	308.75	322.5	42
11	336.25	350.0	13
12	363.75	377.5	1
13	391.25	405.0	0
14	418.75	432.5	0
Всего подсчитано:			1000

Рисунок 8.Результаты выполнения задания 3

```
> freqs2 = histAndInfo(V2, pockets, 45, 375,
+                       xAxisName = "Центры карманов",
+                       yAxisName = "Частоты попадания",
+                       mainName = "Гистограмма распределения частот V2",
+                       color = "Red")
```

	pocketCentres	pocketBounds	frequency
1	31.25	45.0	1
2	58.75	72.5	0
3	86.25	100.0	6
4	113.75	127.5	36
5	141.25	155.0	93
6	168.75	182.5	212
7	196.25	210.0	258
8	223.75	237.5	222
9	251.25	265.0	119
10	278.75	292.5	43
11	306.25	320.0	9
12	333.75	347.5	1
13	361.25	375.0	0
14	388.75	402.5	0
Всего подсчитано:			1000

Рисунок 9.Результаты выполнения задания 3


```

> freqs3 = histAndInfo(V3, pockets, 15, 345,
+                       xAxisName = "Центры карманов",
+                       yAxisName = "Частоты попадания",
+                       mainName = "Гистограмма распределения частот V3",
+                       color = "Blue"
+ )

```

	pocketCentres	pocketBounds	frequency
1	1.25	15.0	0
2	28.75	42.5	0
3	56.25	70.0	5
4	83.75	97.5	39
5	111.25	125.0	99
6	138.75	152.5	207
7	166.25	180.0	230
8	193.75	207.5	225
9	221.25	235.0	129
10	248.75	262.5	51
11	276.25	290.0	13
12	303.75	317.5	2
13	331.25	345.0	0
14	358.75	372.5	0

Всего подсчитано: 1000

Рисунок 10. Результаты выполнения задания 3

```

> freqs4 = histAndInfo(V4, pockets, -15, 315,
+                       xAxisName = "Центры карманов",
+                       yAxisName = "Частоты попадания",
+                       mainName = "Гистограмма распределения частот V4",
+                       color = "Brown"
+ )

```

	pocketCentres	pocketBounds	frequency
1	-28.75	-15.0	0
2	-1.25	12.5	0
3	26.25	40.0	10
4	53.75	67.5	30
5	81.25	95.0	91
6	108.75	122.5	206
7	136.25	150.0	273
8	163.75	177.5	223
9	191.25	205.0	115
10	218.75	232.5	41
11	246.25	260.0	11
12	273.75	287.5	0
13	301.25	315.0	0
14	328.75	342.5	0

Всего подсчитано: 1000

Рисунок 11. Результаты выполнения задания 3

```

> freqs5 = histAndInfo(V5, pockets, -45, 275,
+                       xAxisName = "Центры карманов",
+                       yAxisName = "Частоты попадания",
+                       mainName = "Гистограмма распределения частот V5",
+                       color = "pink"
+ )

```

	pocketCentres	pocketBounds	frequency
1	-58.33333	-45.000000	0
2	-31.66667	-18.333333	0
3	-5.00000	8.333333	8
4	21.66667	35.000000	19
5	48.33333	61.666667	90
6	75.00000	88.333333	185
7	101.66667	115.000000	246
8	128.33333	141.666667	232
9	155.00000	168.333333	143
10	181.66667	195.000000	57
11	208.33333	221.666667	18
12	235.00000	248.333333	2
13	261.66667	275.000000	0
14	288.33333	301.666667	0
Всего подсчитано:			1000

Рисунок 12.Результаты выполнения задания 3

	Дескриптивные характеристики V1
Среднее:	229.02949145776
Дисперсия:	1676.03550772551
СКО:	40.9394126450968
Медиана:	229.218865684145
Дов. интервал:	229.03 +- 2.54, P = 95%

Рисунок 13.Результаты выполнения задания 3

	Дескриптивные характеристики V2
Среднее:	199.093206334455
Дисперсия:	1679.1496439309
СКО:	40.9774284689864
Медиана:	197.882029411404
Дов. интервал:	199.09 +- 2.54, P = 95%

Рисунок 14.Результаты выполнения задания 3

I	Дескриптивные характеристики V3
Среднее:	170.732065896029
Дисперсия:	1801.68186866592
СКО:	42.4462232556198
Медиана:	169.999341041458
Дов. интервал:	170.73 \pm 2.63, P = 95%

Рисунок 15.Результаты выполнения задания 3

	Дескриптивные характеристики V4
Среднее:	139.34751987058
Дисперсия:	1596.97343253532
СКО:	39.9621499989092
Медиана:	139.815566624717
Дов. интервал:	139.35 \pm 2.48, P = 95%

Рисунок 16.Результаты выполнения задания 3

I	Дескриптивные характеристики V5
Среднее:	110.869480889756
Дисперсия:	1633.44284924262
СКО:	40.4158737285565
Медиана:	110.820398778203
Дов. интервал:	110.87 \pm 2.51, P = 95%

Рисунок 17.Результаты выполнения задания 3

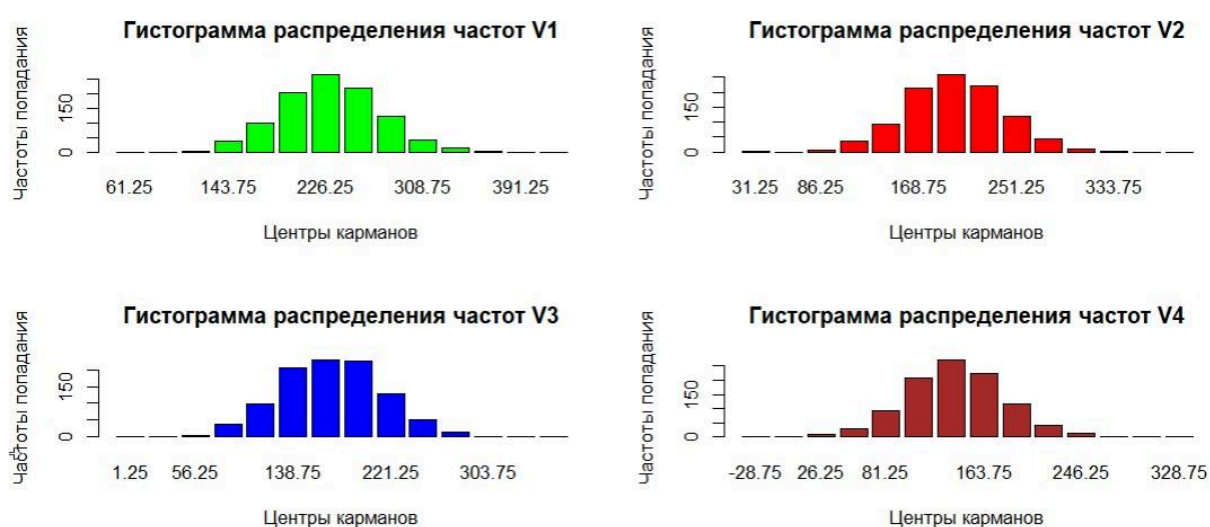


Рисунок 18.Результаты выполнения задания 3

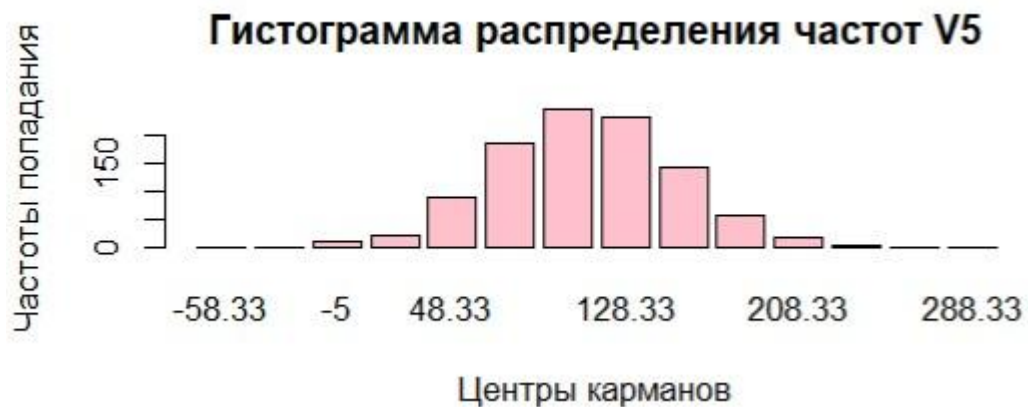


Рисунок 19.Результаты выполнения задания 3

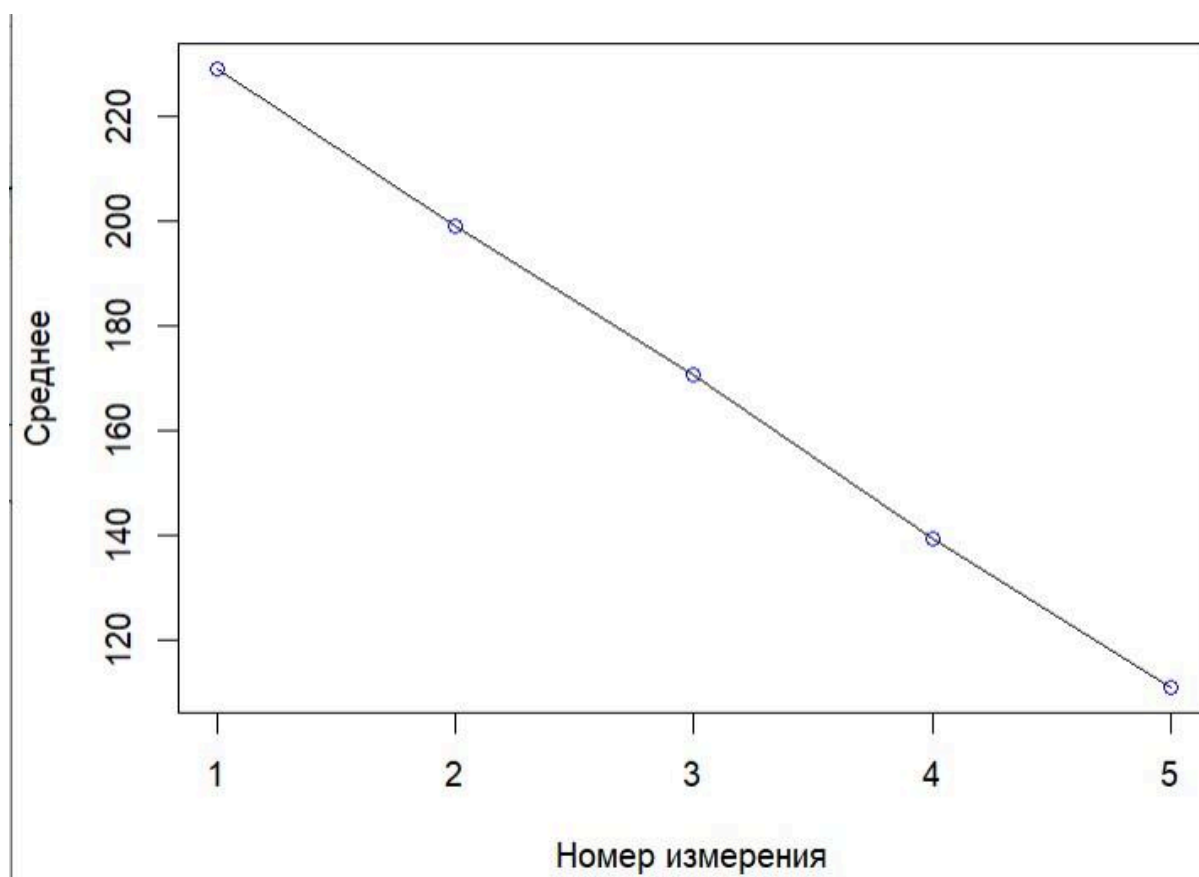


Рисунок 20.Результаты выполнения задания 3

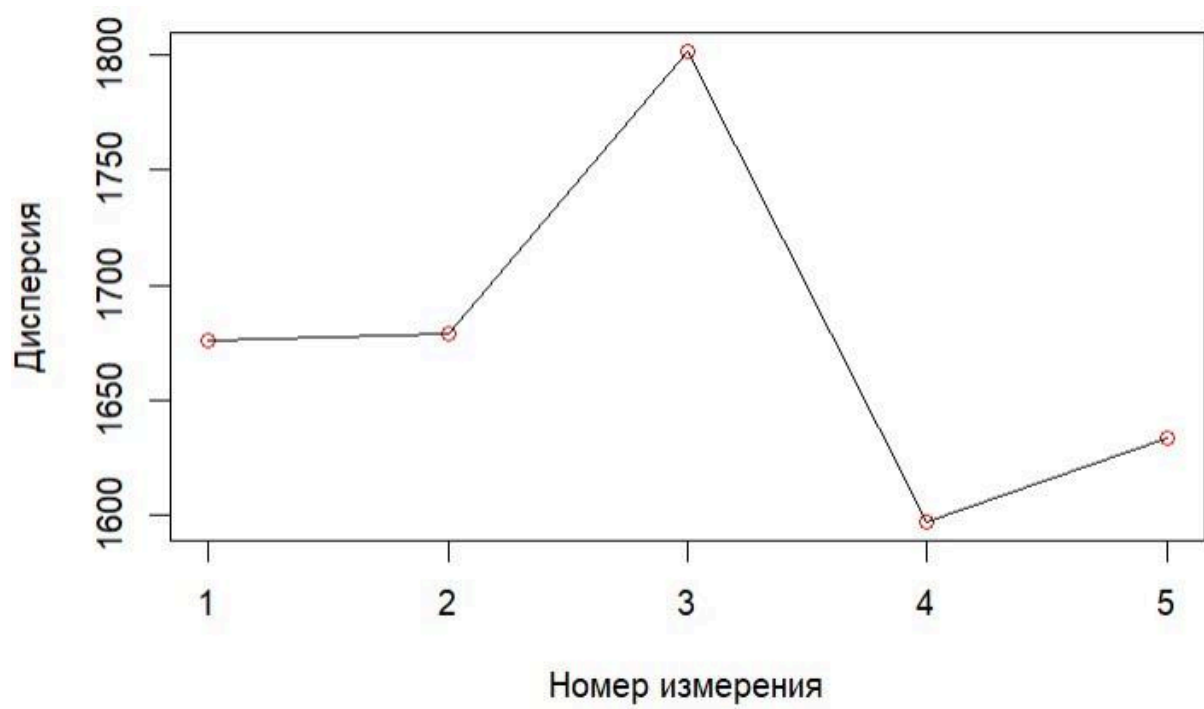


Рисунок 21. Результаты выполнения задания 3

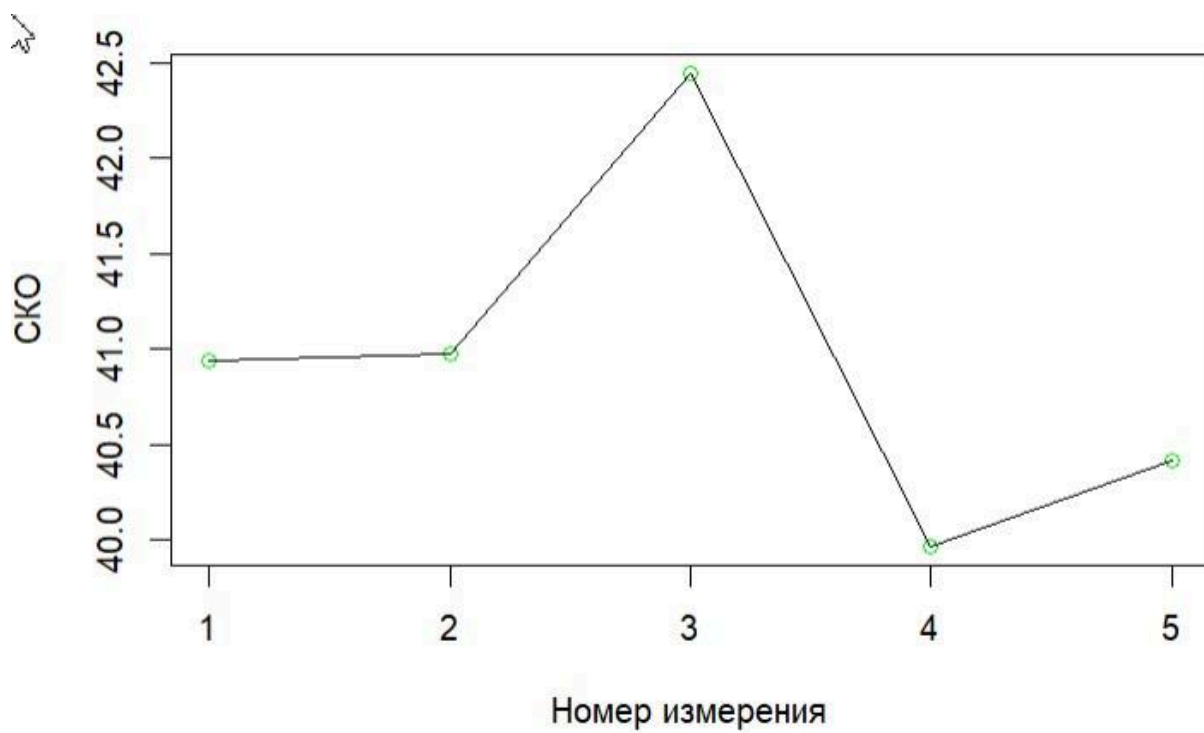


Рисунок 22. Результаты выполнения задания 3

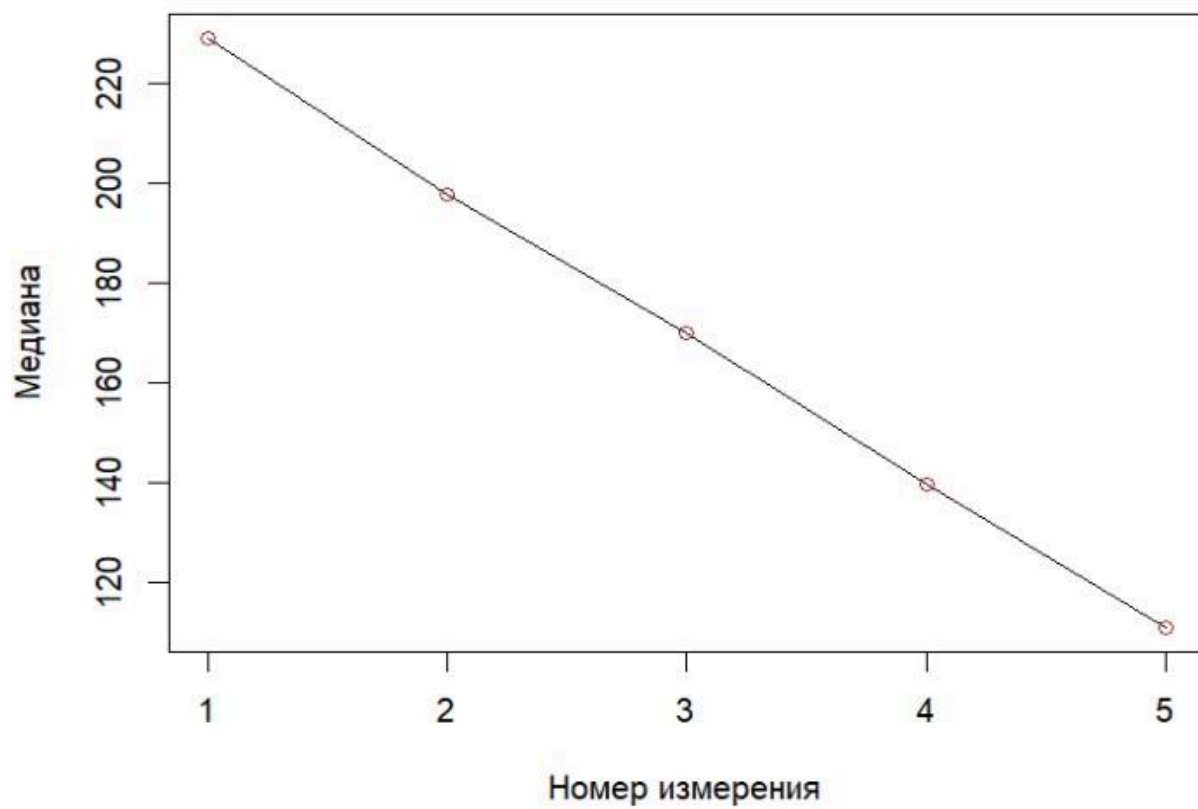


Рисунок 23.Результаты выполнения задания 3

Приложение А

Код программы для задания 1.

```
#Семёнов Михаил 0306
```

```
#равномерное n = 2750, хср = 10, d = +/- 30%
```

```
n <- 2750
```

```
# Численное значение d
```

```
d = 10/100*30
```

```
#Найдем а и b
```

```
a = 10 - d
```

```
b = 10 + d
```

```
pockets <- 12
```

```
sequence <- runif(n, a, b)
```

```
#выводим последовательность
```

```
print(paste(sequence))
```

```
#выводим дескриптивные характеристики:
```

```
mn <- mean(sequence)
```

```
chars <- c(mn, var(sequence), sd(sequence), median(sequence), paste(c(round(mn, digits = 2), " +/- ", round(sqrt(var(sequence) / n)* 1.96, digits = 2), ", P = 95%"), collapse = ""))
```

```
rowNames <- c("Среднее:", "Дисперсия:", "СКО:", "Медиана:", "Дов. интервал:")
```

```
dataframe=data.frame(chars)
```

```
row.names(dataframe) <- rowNames
```

```
colnames(dataframe) <- c("Дескриптивные характеристики")
```

```
dataframe
```



```

#получаем данные для юстировки

leftBound <- a

rightBound <- b

pocketBounds <- seq(leftBound, rightBound, length.out = pockets)

step = (rightBound - leftBound) / pockets

pocketCentres <- seq(leftBound - step/2, rightBound - step/2, length.out = pockets)

frequency = seq(0,0,length.out=pockets + 1)

frequency[1] = length(sequence[sequence < pocketBounds[1]])

for(i in 2:pockets)

  frequency[i] = length(sequence[sequence >= pocketBounds[i-1] & sequence <
pocketBounds[i]])

frequency[pockets + 1] = length(sequence[sequence >= pocketBounds[pockets]])

pocketCentres[pockets + 1] = pocketCentres[pockets] + pocketCentres[pockets] -
pocketCentres[pockets - 1]

pocketBounds[pockets + 1] = pocketBounds[pockets] + pocketBounds[pockets] -
pocketBounds[pockets - 1]

#выводим данные для юстировки

dataframe=data.frame(pocketCentres, pocketBounds, frequency)

print(dataframe)

cat("Всего подсчитано: ", sum(frequency))

#строим гистограмму

barplot(frequency, col = "red", names.arg = round(pocketCentres), xlab = "Центры
карманов", ylab = "Частота", main = "Гистограмма распределения частот")

```

Приложение В

Код программы для задания 2.

```
#Семёнов Михаил 0306
```

```
#нормальное n = 1250, хср = 100, СКО = 30
```

```
#Генерируем случайную последовательность:
```

```
n <- 1250
```

```
theorMean <- 100
```

```
theorSd <- 30
```

```
pockets <- 12
```

```
sequence <- rnorm(n, theorMean, theorSd)
```

```
#выводим последовательность
```

```
print(paste(sequence))
```

```
#выводим дескриптивные характеристики:
```

```
mn <- mean(sequence)
```

```
chars <- c(mn, var(sequence), sd(sequence), median(sequence), paste(c(round(mn, digits =  
2), " +- ", round(sqrt(var(sequence) / n)* 1.96, digits = 2), ", P = 95%"), collapse = ""))
```

```
rowNames <- c("Среднее:", "Дисперсия:", "СКО:", "Медиана:", "Дов. интервал:")
```

```
dataframe=data.frame(chars)
```

```
row.names(dataframe) <- rowNames
```

```
colnames(dataframe) <- c("Дескриптивные характеристики")
```

```
dataframe
```

```
#получаем данные для юстировки
```

```
leftBound <- theorMean - 3*theorSd
```

```
rightBound <- theorMean + 3*theorSd
```

```

pocketBounds <- seq(leftBound, rightBound, length.out = pockets)

step = (rightBound - leftBound) / pockets

pocketCentres <- seq(leftBound - step/2, rightBound - step/2, length.out = pockets)

frequency = seq(0,0,length.out=pockets)

frequency[1] = length(sequence[sequence < pocketBounds[1]])

for(i in 2:pockets)

  frequency[i] = length(sequence[sequence >= pocketBounds[i-1] & sequence <
pocketBounds[i]])

frequency[pockets + 1] = length(sequence[sequence >= pocketBounds[pockets]])

pocketCentres[pockets + 1] = pocketCentres[pockets] + pocketCentres[pockets] -
pocketCentres[pockets - 1]

pocketBounds[pockets + 1] = pocketBounds[pockets] + pocketBounds[pockets] -
pocketBounds[pockets - 1]

#выводим данные для юстировки

dataframe=data.frame(pocketCentres, pocketBounds, frequency)

print(dataframe)

cat("Всего подсчитано: ", sum(frequency))

#строим гистограмму

barplot(frequency, col = "blue", names.arg = round(pocketCentres), xlab = "Центры
карманов", ylab = "Частота", main = "Гистограмма распределения частот")

```

Приложение С

Код программы для задания 3.

```

#функция принимает на вход:

# sqnc - исследуемую последовательность,

# pckts - количество значимых карманов,

# lBound - начало первого значимого кармана,

# rBound - конец последнего значимого кармана,

# xAxisName - имя оси X ("X" по умолчанию),

# yAxisName - имя оси Y ("Y" по умолчанию),

# mainName - имя гистограммы ("Histogram" по умолчанию),

# color - цвет, которым закрашивать гистограмму ("Red" по умолчанию);

#вычисляет центры карманов, их границы и частоты попадания в них элементов
sequence;

#эти данные выводятся на экран в виде таблицы, затем строится гистограмма;

#в гистограмме и таблице присутствуют два дополнительных кармана:

#в первой - количество элементов, меньших lBound, в последнем - количество
элементов, превосходящих rBound;

#функция возвращает:

# frequency - вектор частот попадания элементов sequence карманы.

histAndInfo <- function(sqnc, pckts, lBound, rBound, xAxisName = "X", yAxisName = "Y",
mainName = "Histogram", color = "Red") {

  #юстируем

  step = (rBound-lBound)/ pckts

  pocketBounds = seq(lBound,rBound + step, by = step)

  pocketCentres = seq(lBound - step/2, rBound + step/2, by = step)

  frequency = seq(0,0,length.out=pckts + 2)

```

```

frequency[1] = length(sqnc[sqnc < pocketBounds[1]])

for(i in 2:(pckts + 1))

frequency[i] = length(sqnc[sqnc >= pocketBounds[i-1] & sqnc < pocketBounds[i]])

frequency[pckts + 2] = length(sqnc[sqnc >= pocketBounds[pckts + 1]])

#выводим данные для юстировки

dataframe=data.frame(pocketCentres, pocketBounds, frequency)

print(dataframe)

cat("Всего подсчитано: ", sum(frequency), "\n")

#строим гистограмму

barplot(frequency, col = color,

        names.arg = round(pocketCentres, 2),

        xlab = xAxisName,

        ylab = yAxisName,

        main = mainName

)

return (frequency)

}

#размер выборки

n <- 1000

#желаемое количество столбцов гистограмм плюс 1

pockets <- 12

N <- rnorm(n, 100, 30)

N1 <- rnorm(n, 130, 30)

```

```
N2 <- rnorm(n, 100, 30)

N3 <- rnorm(n, 70, 30)

N4 <- rnorm(n, 40, 30)

N5 <- rnorm(n, 10, 30)

#Выведем распределение:

print(N)

#Выведем распределение:

print(N1)

#Выведем распределение:

print(N2)

#Выведем распределение:

print(N3)

#Выведем распределение:

print(N4)

#Выведем распределение:

print(N5)

#Вычисляем сумму:

#V1 = N + N1

#V2 = N + N2

#V3 = N + N3

#V4 = N + N5

#V5 = N + N5

V1 <- rep(0, n)
```

```

V2 <- rep(0, n)

V3 <- rep(0, n)

V4 <- rep(0, n)

V5 <- rep(0, n)

for (i in 1:n)

  V1[i] = h[i]+h1[i]

for (i in 1:n)

  V2[i] = h[i]+h2[i]

for (i in 1:n)

  V3[i] = h[i]+h3[i]

for (i in 1:n)

  V4[i] = h[i]+h4[i]

for (i in 1:n)

  V5[i] = h[i]+h5[i]

#Результат сложения 1:

print(V1)

#Результат сложения 2:

print(V2)

#Результат сложения 3:

print(V3)

#Результат сложения 4:

print(V4)

#Результат сложения 5:

```

```
print(V5)
```

```
#выводим дескриптивные характеристики V1:
```

```
mn <- mean(V1)
```

```
chars <- c(mn, var(V1), sd(V1), median(V1), paste(c(round(mn, digits = 2), " +- ",  
round(sqrt(var(V1) / n)* 1.96, digits = 2), ", P = 95%"), collapse = ""))
```

```
rowNames <- c("Среднее:", "Дисперсия:", "СКО:", "Медиана:", "Дов. интервал:")
```

```
dataframe=data.frame(chars)
```

```
row.names(dataframe) <- rowNames
```

```
colnames(dataframe) <- c("Дескриптивные характеристики V1")
```

```
dataframe
```

```
#выводим дескриптивные характеристики V2:
```

```
mn <- mean(V2)
```

```
chars <- c(mn, var(V2), sd(V2), median(V2), paste(c(round(mn, digits = 2), " +- ",  
round(sqrt(var(V2) / n)* 1.96, digits = 2), ", P = 95%"), collapse = ""))
```

```
rowNames <- c("Среднее:", "Дисперсия:", "СКО:", "Медиана:", "Дов. интервал:")
```

```
dataframe=data.frame(chars)
```

```
row.names(dataframe) <- rowNames
```

```
colnames(dataframe) <- c("Дескриптивные характеристики V2")
```

```
dataframe
```

```
#выводим дескриптивные характеристики V2:
```

```
mn <- mean(V3)
```

```
chars <- c(mn, var(V3), sd(V3), median(V3), paste(c(round(mn, digits = 2), " +- ",  
round(sqrt(var(V3) / n)* 1.96, digits = 2), ", P = 95%"), collapse = ""))
```

```
rowNames <- c("Среднее:", "Дисперсия:", "СКО:", "Медиана:", "Дов. интервал:")
```

```

dataframe=data.frame(chars)

row.names(dataframe) <- rowNames

colnames(dataframe) <- c("Дескриптивные характеристики V3")

dataframe

#выводим дескриптивные характеристики V4:

mn <- mean(V4)

chars <- c(mn, var(V4), sd(V4), median(V4), paste(c(round(mn, digits = 2), " +- ",
round(sqrt(var(V4) / n)* 1.96, digits = 2), ", P = 95%"), collapse = ""))

rowNames <- c("Среднее:", "Дисперсия:", "СКО:", "Медиана:", "Дов. интервал:")

dataframe=data.frame(chars)

row.names(dataframe) <- rowNames

colnames(dataframe) <- c("Дескриптивные характеристики V4")

dataframe

#выводим дескриптивные характеристики V5:

mn <- mean(V5)

chars <- c(mn, var(V5), sd(V5), median(V5), paste(c(round(mn, digits = 2), " +- ",
round(sqrt(var(V5) / n)* 1.96, digits = 2), ", P = 95%"), collapse = ""))

rowNames <- c("Среднее:", "Дисперсия:", "СКО:", "Медиана:", "Дов. интервал:")

dataframe=data.frame(chars)

row.names(dataframe) <- rowNames

colnames(dataframe) <- c("Дескриптивные характеристики V5")

dataframe

#Гистограммы:

```



```

freqs1 = histAndInfo(V1, pockets, 75, 405,

    xAxisName = "Центры карманов",

    yAxisName = "Частоты попадания",

    mainName = "Гистограмма распределения частот V1",

    color = "Green"

)

freqs2 = histAndInfo(V2, pockets, 45, 375,

    xAxisName = "Центры карманов",

    yAxisName = "Частоты попадания",

    mainName = "Гистограмма распределения частот V2",

    color = "Red"

)

freqs3 = histAndInfo(V3, pockets, 15, 345,

    xAxisName = "Центры карманов",

    yAxisName = "Частоты попадания",

    mainName = "Гистограмма распределения частот V3",

    color = "Blue"

)

freqs4 = histAndInfo(V4, pockets, -15, 315,

    xAxisName = "Центры карманов",

    yAxisName = "Частоты попадания",

    mainName = "Гистограмма распределения частот V4",

    color = "Brown"

```

)

```
freqs5 = histAndInfo(V5, pockets, -45, 275,
```

```
    xAxisName = "Центры карманов",
```

```
    yAxisName = "Частоты попадания",
```

```
    mainName = "Гистограмма распределения частот V5",
```

```
    color = "Pink"
```

)

```
#Построение графиков
```

```
means <-c(mean(V1),mean(V2),mean(V3),mean(V4),mean(V5))
```

```
vars<- c(var(V1),var(V2),var(V3),var(V4),var(V5))
```

```
sds<- c(sd(V1),sd(V2),sd(V3),sd(V4),sd(V5))
```

```
medians <-c(median(V1),median(V2),median(V3),median(V4),median(V5))
```

```
numbs <-c(1,2,3,4,5)
```

```
plot(numbs,means,col="blue",xlab = "Номер измерения",ylab = "Среднее")
```

```
lines(numbs,means)
```

```
plot(numbs,vars,col="red",xlab = "Номер измерения",ylab = "Дисперсия")
```

```
lines(numbs,vars)
```

```
plot(numbs,sds,col="green",xlab = "Номер измерения",ylab = "СКО")
```

```
lines(numbs,sds)
```

```
plot(numbs,medians,col="brown",xlab = "Номер измерения",ylab = "Медиана")
```

```
lines(numbs,medians)
```