

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»  
Электротехнический факультет  
Кафедра: Информационные технологии и автоматизированные системы

Дисциплина: «Математические методы теории систем»  
Лабораторная работа № 5  
на тему: «Вычисление статистических характеристик в среде R»

Выполнил: студент группы АСУ4-22-1м  
Попов Кирилл Михайлович  
Проверил: ассистент кафедры ИТАС  
Тютюных Артём Александрович

## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- знакомство с языком программирования R;
- Изучение базовых конструкций языка R.

## ЗАДАНИЕ

**Задание 1.** Сгенерируйте вектор длины  $N = 1000$ , элементами которого являются реализации случайной величины с распределением, указанным в вариантах. Подсчитайте с использованием встроенных функций и без использования встроенных функций математическое ожидание (как среднее арифметическое элементов вектора), стандартное отклонение и медиану вектора. Сравните полученный результат. Исследуйте изменение значения математического ожидания при росте  $N$  ( $N = 1000, 2000, 4000, 8000, 16000, 32000, 64000$ ). Результат представьте в виде графика.

**Вариант 9.** Выборка из логнормального распределения,  $\text{meanlog} = 1$ ,  $\text{sdlog} = 1$

**Задание 2.** Создайте фрейм данных из  $N = 20$  записей со следующими полями: *Nrow* – номер записи, *Name* – имя сотрудника, *BirthYear* – год рождения, *EmployYear* – год приема на работу, *Salary* – зарплата. Заполните данный фрейм данными так, что *Nrow* изменяется от 1 до  $N$ , *Name* задается произвольно, *BirthYear* распределен равномерно (случайно) на отрезке  $[1960, 1985]$ , *EmployYear* распределен равномерно на отрезке  $[\text{BirthYear} + 18, 2006]$ , *Salary* для работников младше 1975 г.р. определяется по формуле  $\text{Salary} = (\log(2007 - \text{EmployYear}) + 1) * 8000$ , для остальных  $\text{Salary} = (\log_2(2007 - \text{EmployYear}) + 1) * 8000$ . Подсчитайте число сотрудников, у которых зарплата больше 15000. Добавьте в таблицу поле, соответствующее значению подоходного налога для сотрудника (ставка 13%).

## ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

### Задание 1.

Работа выполнена в среде Rstudio. Далее, на рисунках, приведено поэтапное выполнение задания 1.

```
> # Лабораторная работа 5
> # Выполнил студент гр. АСУ4-22-1м
> # Попов Кирилл Михайлович
> # Задание 1. Вариант 9
> # Задание вектора длиной 1000 из логнормального распределения
> {
+   x <- 1000
+   r1_norm <- rlnorm(x, meanlog=1, sdlog=1)
+   print(r1_norm)
+ }
```

[1]	1.7439192	2.0490318	1.3948790	2.5755551	5.3681065	17.5159305	1.4998939	2.6908601	5.5153138	12.7449535	0.6125858
[12]	6.0428117	5.0655569	9.0362239	2.2112402	0.6175713	2.6834557	2.9855929	1.2684986	16.1701574	1.2939209	6.5111748
[23]	4.7342517	2.8971954	1.8440733	3.3864050	1.5181658	1.0628198	7.6741999	2.2854931	0.8097288	0.8121929	2.0209299

Рис 1. Задание вектора

```
> # Вычисление с помощью встроенных функций
> {
+   cat("Мат. ожидание 1: ", mean(r1_norm), "\n")
+   cat("Стандартное отклонение 1: ", sd(r1_norm), "\n")
+   cat("Медиана вектора 1: ", median(r1_norm), "\n")
+ }
```

Мат. ожидание 1: 4.825993  
Стандартное отклонение 1: 6.318195  
Медиана вектора 1: 2.795723  
>

Рис 2. Вычисление с помощью встроенных функций

```

> # Вычисление без встроенных функций
> {
+   s <- 0 # сумма элементов
+   m <- 0 # среднее арифметическое (мат.ожидание) значение вектора
+   q <- 0 # стандартное отклонение
+   md <- 0 # медиана вектора
+
+   # Математическое ожидание
+   for (v in r1_norm){
+     s <- s+v
+   }
+   m <- s/x
+   cat("Мат. ожидание 2 : ", m, "\n")
+
+   # стандартное отклонение
+   sum <- 0
+   for (z in r1_norm){
+     s1 <- (z-m)^2
+     sum = sum + s1
+   }
+   q <- sqrt(sum/x)
+   cat("стандартное отклонение 2 : ", q, "\n")
+
+   # Медиана вектора
+   ord <- order(r1_norm)
+   ord <- r1_norm[ord]
+   if(x%%2 == 0){
+     md1 <- ord[x/2]
+     md2 <- ord[x/2 + 1]
+     md = (md1 + md2)/2
+     #md = md/2
+   }else{
+     md <- ord[x/2 +0.5]
+   }
+
+   cat("медиана вектора 2 : ", md, "\n")
+ }
Мат. ожидание 2 : 4.825993
стандартное отклонение 2 : 6.315036
медиана вектора 2 : 2.795723
>

```

Рис 3. Вычисление без встроенных функций

```

> # Исследование изменений значений мат. ожидания логнормального распределения
> {
+   calc_mean <- function(x)
+   {
+     rlnorm = rlnorm(x,meanlog=1,sdlog=1)
+     mean_rlnorm <- mean(rlnorm)
+     cat("Мат. ожидание: ", mean_rlnorm, "\n")
+     return(mean_rlnorm)
+   }
+
+   c <- calc_mean(1000)
+   c <- c(c, calc_mean(2000))
+   c <- c(c, calc_mean(4000))
+   c <- c(c, calc_mean(8000))
+   c <- c(c, calc_mean(16000))
+   c <- c(c, calc_mean(32000))
+   c <- c(c, calc_mean(64000))
+   plot(c)
+   lines(c)
+ }
Мат. ожидание: 4.099914
Мат. ожидание: 4.604788
Мат. ожидание: 4.359504
Мат. ожидание: 4.563886
Мат. ожидание: 4.478409
Мат. ожидание: 4.437913
Мат. ожидание: 4.493201
>

```

Рис 4. Исследование значений мат. ожидания

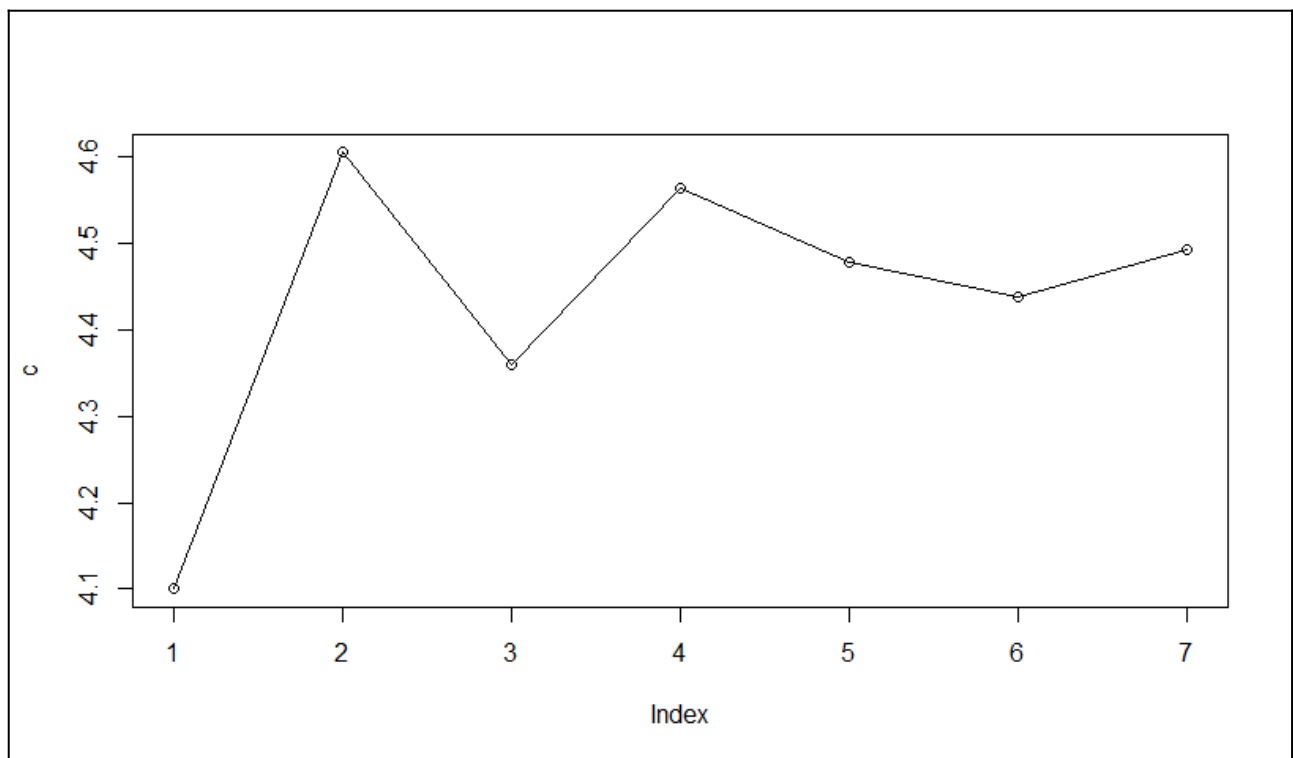


Рис 5. График изменения мат. ожидания

На рис. 6 приведены переменные среды, полученные в результате проведения предыдущих вычислений.

values	
c	num [1:7] 4.1 4.6 4.36 4.56 4.48 ...
m	4.82599310405775
md	2.79572315388236
md1	2.79186412375798
md2	2.79958218400675
ord	num [1:1000] 0.127 0.18 0.188 0.23 0.231 ...
q	6.31503550048084
r1_norm	num [1:1000] 1.74 2.05 1.39 2.58 5.37 ...
s	4825.99310405775
s1	1.54949045644762
sum	39879.6733723332
v	3.58120779869476
x	1000
z	3.58120779869476
Functions	
calc_mean	function (x)

Рис 6. Переменные среды

## Задание 2.

На рис. 7 приведен процесс вычисления для получения фрейма данных.

```
> # лабораторная работата 5
> # Выполнил студент гр. АСУ4-22-1м
> # Попов Кирилл Михайлович
> # Задание 2
> # Проведение вычислений:
> {
+   names <- c("кирилл", "михаил", "иван", "фёдор", "игорь", "алексей", "александр", "григорий", "виктор", "олег",
+             "артур", "евгений", "максим", "фёдор", "генадий", "сергей", "даниил", "константин", "николай", "никита")
+   familys <- c("попов", "пушкин", "сидоров", "иванов", "жуков", "герасимов", "фролов", "лермонтов", "красильников", "чуприянов",
+               "мояковский", "онегин", "пушной", "менделеев", "распутин", "галкин", "докучаев", "прянишников", "кондратьев", "Тро
цкий")
+   names <- sample(names, 20, replace=TRUE) # с тёсками по имени
+   familys <- sample(familys, 20, replace=FALSE) # Без родственников и однофамильцев
+   full_names = paste(familys, names)
+
+   BY <- ceiling(sample(runif((1960:1985),1960, 1985), 20, replace=FALSE))
+   BY_18 <- BY + 18
+
+   EY_1 <- ceiling(sample(runif((BY_18[1]:2006),BY_18[1], 2006), 1))
+   EY_2 <- ceiling(sample(runif((BY_18[2]:2006),BY_18[2], 2006), 1))
+   EY_3 <- ceiling(sample(runif((BY_18[3]:2006),BY_18[3], 2006), 1))
+   EY_4 <- ceiling(sample(runif((BY_18[4]:2006),BY_18[4], 2006), 1))
+   EY_5 <- ceiling(sample(runif((BY_18[5]:2006),BY_18[5], 2006), 1))
+   EY_6 <- ceiling(sample(runif((BY_18[6]:2006),BY_18[6], 2006), 1))
+   EY_7 <- ceiling(sample(runif((BY_18[7]:2006),BY_18[7], 2006), 1))
+   EY_8 <- ceiling(sample(runif((BY_18[8]:2006),BY_18[8], 2006), 1))
+   EY_9 <- ceiling(sample(runif((BY_18[9]:2006),BY_18[9], 2006), 1))
+   EY_10 <- ceiling(sample(runif((BY_18[10]:2006),BY_18[10], 2006), 1))
+   EY_11 <- ceiling(sample(runif((BY_18[11]:2006),BY_18[11], 2006), 1))
+   EY_12 <- ceiling(sample(runif((BY_18[12]:2006),BY_18[12], 2006), 1))
+   EY_13 <- ceiling(sample(runif((BY_18[13]:2006),BY_18[13], 2006), 1))
+   EY_14 <- ceiling(sample(runif((BY_18[14]:2006),BY_18[14], 2006), 1))
+   EY_15 <- ceiling(sample(runif((BY_18[15]:2006),BY_18[15], 2006), 1))
+   EY_16 <- ceiling(sample(runif((BY_18[16]:2006),BY_18[16], 2006), 1))
+   EY_17 <- ceiling(sample(runif((BY_18[17]:2006),BY_18[17], 2006), 1))
+   EY_18 <- ceiling(sample(runif((BY_18[18]:2006),BY_18[18], 2006), 1))
+   EY_19 <- ceiling(sample(runif((BY_18[19]:2006),BY_18[19], 2006), 1))
+   EY_20 <- ceiling(sample(runif((BY_18[20]:2006),BY_18[20], 2006), 1))
+
+   EY <- c(EY_1, EY_2, EY_3, EY_4, EY_5, EY_6, EY_7, EY_8, EY_9, EY_10,
+           EY_11, EY_12, EY_13, EY_14, EY_15, EY_16, EY_17, EY_18, EY_19, EY_20)
+
+   for(i in BY){
+     if(i > 1975){
+       slry <- ceiling((log(2007-EY)+1)*8000)
+     }
+     else{
+       slry <- ceiling((log2(2007-EY)+1)*8000)
+     }
+   }
+ }
> |
```

Рис 7. Проведение вычислений

На рис. 8 приведён результирующий фрейм данных.

```
> # Получение фрейма
> {
+   print(c("Фрейм данных:"))
+   Nrow = c((1:20))
+   Name = c(full_names)
+   BirthYear = c(BY)
+   EmployYear = c(EY)
+   Salary = c(sly)
+   tax = ceiling(sly*0.13)
+   f = data.frame(Nrow, Name, BirthYear, EmployYear, Salary, tax)
+   print(f)
+
+   n <- 0
+   for(i in sly){
+     if (i > 15000){
+       n = n +1
+     }
+   }
+   print(paste("Количество людей, чья з/п > 15000: ",n))
+ }
[1] "Фрейм данных:"
  Nrow      Name BirthYear EmployYear Salary  tax
1     1  Онегин Сергей   1981       2004  16789 2183
2     2  Докучаев Григорий 1961       1996  27184 3534
3     3   Пушкин Артур   1976       2005  13546 1761
4     4  Прянишников Николай 1963       1985  32729 4255
5     5  Красильников Виктор 1973       1996  27184 3534
6     6   Пушной Даниил  1971       1990  30666 3987
7     7  Менделеев Артур   1976       1996  27184 3534
8     8  Кондратьев Олег   1961       1986  32357 4207
9     9  Лермонтов Олег   1972       2006   8000 1040
10    10  Чуприянов Максим 1985       2006   8000 1040
11    11   Фролов Игорь   1966       1987  31966 4156
12    12   Попов Григорий 1978       2004  16789 2183
13    13  Мояковский Никита 1972       2000  23568 3064
14    14   Жуков Никита   1971       1990  30666 3987
15    15   Галкин Геннадий 1966       2005  13546 1761
16    16  Иванов Александр 1979       2003  19091 2482
17    17  Распутин Никита   1962       1984  33084 4301
18    18  Герасимов Никита 1967       2000  23568 3064
19    19   Сидоров Олег   1965       1990  30666 3987
20    20  Троцкий Игорь   1984       2006   8000 1040
[1] "Количество людей, чья з/п > 15000: 15"
> |
```

Рис 8. Фрейм данных

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Программный код и отчёт, разработанные в среде RStudio, находятся по адресу:  
[https://github.com/Kirpo97/MMTS\\_labs/tree/main/lab\\_5](https://github.com/Kirpo97/MMTS_labs/tree/main/lab_5).