

# Лабораторная работа №3

Компьютерный практикум по статистическому анализу данных

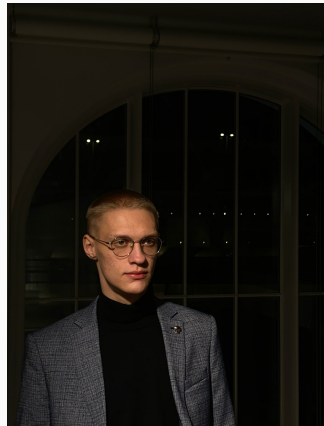
---

Махорин И. С.

2024

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

- Махорин Иван Сергеевич
- Студент группы НПИбд-02-21
- Студ. билет 1032211221
- Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы



- Освоить применение циклов функций и сторонних для Julia пакетов для решения задач линейной алгебры и работы с матрицами.

## Выполнение лабораторной работы

---

## Циклы while и for

[11]: *# Формирование элементов массива:*

```
# пока n<10 прибавить к n единицу и распечатать значение:
n = 0
while n < 10
  n += 1
  println(n)
end
```

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10

[8]: *# Демонстрация использования while при работе со строковыми элементами массива:*

```
myfriends = ["Ted", "Robyn", "Barney", "Lily", "Marshall"]
```

```
i = 1
while i <= length(myfriends)
  friend = myfriends[i]
  println("Hi $friend, it's great to see you!")
  i += 1
end
```

Hi Ted, it's great to see you!  
Hi Robyn, it's great to see you!  
Hi Barney, it's great to see you!  
Hi Lily, it's great to see you!  
Hi Marshall, it's great to see you!

Рис. 1: Примеры использования цикла while

```
[9]: # Рассмотренные выше примеры, но с использованием цикла for:  
for n in 1:2:10  
    println(n)  
end
```

```
1  
3  
5  
7  
9
```

```
[10]: # Рассмотренные выше примеры, но с использованием цикла for:  
myfriends = ["Ted", "Robyn", "Barney", "Lily", "Marshall"]  
  
for friend in myfriends  
    println("Hi $friend, it's great to see you!")  
end
```

```
Hi Ted, it's great to see you!  
Hi Robyn, it's great to see you!  
Hi Barney, it's great to see you!  
Hi Lily, it's great to see you!  
Hi Marshall, it's great to see you!
```

Рис. 2: Примеры использования цикла for

# Циклы while и for

```
[14]: # Пример использования цикла for для создания двумерного массива,  
# в котором значение каждой записи является суммой индексов строки и столбца:
```

```
# инициализация массива m x n из нулей:  
m, n = 5, 5  
A = fill(0, (m, n))  
  
# формирование массива, в котором значение каждой записи  
# является суммой индексов строки и столбца:  
for i in 1:m  
    for j in 1:n  
        A[i, j] = i + j  
    end  
end  
A
```

```
[14]: 5×5 Matrix{Int64}:  
 2  3  4  5  6  
 3  4  5  6  7  
 4  5  6  7  8  
 5  6  7  8  9  
 6  7  8  9 10
```

```
[15]: # Другая реализация примера выше:
```

```
# инициализация массива m x n из нулей:  
B = fill(0, (m, n))  
  
for i in 1:m, j in 1:n  
    B[i, j] = i + j  
end  
B
```

```
[15]: 5×5 Matrix{Int64}:  
 2  3  4  5  6  
 3  4  5  6  7  
 4  5  6  7  8  
 5  6  7  8  9  
 6  7  8  9 10
```

```
[16]: # Ещё одна реализация этого же примера:
```

```
C = [i + j for i in 1:m, j in 1:n]  
C
```

Рис. 3: Пример использования цикла for для создания двумерного массива

## Условные выражения

```
[18]: # Пусть для заданного числа N требуется вывести слово «Fizz», если N делится на 3,  
      # «Buzz», если N делится на 5, и «FizzBuzz», если N делится на 3 и 5:
```

```
# используем `&&` для реализации операции "AND"  
# операция % вычисляет остаток от деления  
N = 100
```

```
if (N % 3 == 0) && (N % 5 == 0)  
    println("FizzBuzz")  
elseif N % 3 == 0  
    println("Fizz")  
elseif N % 5 == 0  
    println("Buzz")  
else  
    println(N)  
end
```

```
Buzz
```

```
[20]: # Пример использования тернарного оператора:
```

```
x = 5  
y = 10  
  
(x > y) ? x : y
```

```
[20]: 10
```

Рис. 4: Примеры использования условного выражения



## Функции

```
[23]: # Первый способ требует ключевых слов function и end:

function sayhi(name)
    println("Hi $name, it's great to see you!")
end
# функция возведения в квадрат:
function f(x)
    x^2
end

# вызов функции осуществляется по её имени с указанием аргументов, например:
sayhi("C-3PO")
f(42)

Hi C-3PO, it's great to see you!

[23]: 1764

[27]: # В качестве альтернативы, можно объявить любую из выше определённых функций в одной строке:

sayhi2(name) = println("Hi $name, it's great to see you!")
f2(x) = x^2

sayhi("C-3PO")
f(42)

Hi C-3PO, it's great to see you!

[27]: 1764

[28]: # Наконец, можно объявить выше определённые функции как «анонимные»:

sayhi3 = name -> println("Hi $name, it's great to see you!")
f3 = x -> x^2

sayhi("C-3PO")
f(42)

Hi C-3PO, it's great to see you!

[28]: 1764
```

Рис. 5: Примеры способов написания функции

```
[34]: # Сравнение результата применения sort и sort!:
```

```
# задаём массив v:
```

```
v = [3, 5, 2]
```

```
sort(v)
```

```
v
```

```
[34]: 3-element Vector{Int64}:
```

```
3
```

```
5
```

```
2
```

```
[125]: sort!(v)
```

```
v
```

```
[125]: 3-element Vector{Int64}:
```

```
2
```

```
3
```

```
5
```

Рис. 6: Сравнение результатов вывода

```
[38]: # В Julia функция map является функцией высшего порядка, которая принимает функцию  
# в качестве одного из своих входных аргументов и применяет эту функцию к каждому  
# элементу структуры данных, которая ей передаётся также в качестве аргумента  
  
f(x) = x^3  
map(f, [1, 2, 3])  
  
[38]: 3-element Vector{Int64}:  
      1  
      8  
     27  
  
[39]: # Функция broadcast – ещё одна функция высшего порядка в Julia, представляющая собой обобщение функции map.  
# Функция broadcast() будет пытаться привести все объекты к общему измерению, map() будет напрямую применять  
# данную функцию поэлементно  
  
f(x) = x^3  
broadcast(f, [1, 2, 3])  
  
[39]: 3-element Vector{Int64}:  
      1  
      8  
     27
```

Рис. 7: Примеры использования функций map() и broadcast()

## Сторонние библиотеки (пакеты) в Julia

```
[44]: # Добавим и загрузим пакет Colors:
import Pkg
Pkg.add("Colors")
using Colors

# Затем создадим палитру из 100 разных цветов:
palette = distinguishable_colors(100)

# а затем определим матрицу 3 x 3 с элементами в форме случайного цвета из палитры, используя функцию rand:
rand(palette, 3, 3)
```

```
Resolving package versions...
No Changes to `C:\Users\Ivan\.julia\environments\v1.10\Project.toml`
No Changes to `C:\Users\Ivan\.julia\environments\v1.10\Manifest.toml`
```

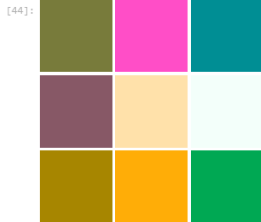


Рис. 8: Пример использования сторонних библиотек

## №1. Используя циклы while и for:

- 1.1) выведите на экран целые числа от 1 до 100 и напечатайте их квадраты:

```
[47]: # while  
  
n = 1  
while n <= 100  
    println("$n^2 = $(n^2)")  
    n += 1  
end
```

```
1^2 = 1  
2^2 = 4  
3^2 = 9  
4^2 = 16  
5^2 = 25  
6^2 = 36  
7^2 = 49  
8^2 = 64  
9^2 = 81  
10^2 = 100  
11^2 = 121  
12^2 = 144  
13^2 = 169
```

Рис. 9: Выполнение подпунктов задания №1

```
[48]: # for  
  
for n in 1:100  
    println("$n^2 = $(n^2)")  
end  
  
1^2 = 1  
2^2 = 4  
3^2 = 9  
4^2 = 16  
5^2 = 25  
6^2 = 36  
7^2 = 49  
8^2 = 64  
9^2 = 81  
10^2 = 100  
11^2 = 121  
12^2 = 144  
13^2 = 169  
14^2 = 196  
15^2 = 225  
16^2 = 256  
17^2 = 289  
18^2 = 324  
19^2 = 361  
20^2 = 400  
21^2 = 441  
22^2 = 484  
23^2 = 529
```

Рис. 10: Выполнение подпунктов задания №1

1.2) Создайте словарь squares, который будет содержать целые числа в качестве ключей и квадраты в качестве их пар-значений:

```
[51]: squares = Dict()
      for n in 1:100
        squares[n] = n^2
      end
      println(squares)
```

```
Dict{Any, Any}{5 => 25, 56 => 3136, 35 => 1225, 55 => 3025, 60 => 3600, 30 => 900, 32 => 1024, 6 => 36, 67 => 4489, 45 => 2025, 73 => 5329, 64 => 4096, 90 => 8100, 4 => 16, 13 => 169, 54 => 2916, 63 => 3969, 86 => 7396, 91 => 8281, 62 => 3844, 58 => 3364, 52 => 2704, 12 => 144, 28 => 784, 75 => 5625, 23 => 529, 92 => 8464, 41 => 1681, 43 => 1849, 11 => 121, 36 => 1296, 68 => 4624, 69 => 4761, 98 => 9604, 82 => 6724, 85 => 7225, 39 => 1521, 84 => 7056, 77 => 5929, 7 => 49, 25 => 625, 95 => 9025, 71 => 5041, 66 => 4356, 76 => 5776, 34 => 1156, 50 => 2500, 59 => 3481, 93 => 8649, 2 => 4, 10 => 100, 18 => 324, 26 => 676, 27 => 729, 42 => 1764, 87 => 7569, 100 => 10000, 79 => 6241, 16 => 256, 20 => 400, 81 => 6561, 19 => 361, 49 => 2401, 44 => 1936, 9 => 81, 31 => 961, 74 => 5476, 61 => 3721, 29 => 841, 94 => 8836, 46 => 2116, 57 => 3249, 70 => 4900, 21 => 441, 38 => 1444, 88 => 7744, 78 => 6084, 72 => 5184, 24 => 576, 8 => 64, 17 => 289, 37 => 1369, 1 => 1, 53 => 2809, 22 => 484, 47 => 2209, 83 => 6889, 99 => 9801, 89 => 7921, 14 => 196, 3 => 9, 80 => 6400, 96 => 9216, 51 => 2601, 33 => 1089, 40 => 1600, 48 => 2304, 15 => 225, 65 => 4225, 97 => 9409}
```

Рис. 11: Выполнение подпунктов задания №1

1.3) Создайте массив `squares_arr`, содержащий квадраты всех чисел от 1 до 100:

```
[53]: squares_arr = [n^2 for n in 1:100]  
print(squares_arr)
```

```
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100, 121, 144, 169, 196, 225, 256, 289, 324, 361, 400, 441, 484, 529, 576, 625, 676, 729, 784, 841, 900, 961, 1024, 1089, 1156, 1225, 1296, 1369, 1444, 1521, 1600, 1681, 1764, 1849, 1936, 2025, 2116, 2209, 2304, 2401, 2500, 2601, 2704, 2809, 2916, 3025, 3136, 3249, 3364, 3481, 3600, 3721, 3844, 3969, 4096, 4225, 4356, 4489, 4624, 4761, 4900, 5041, 5184, 5329, 5476, 5625, 5776, 5929, 6084, 6241, 6400, 6561, 6724, 6889, 7056, 7225, 7396, 7569, 7744, 7921, 8100, 8281, 8464, 8649, 8836, 9025, 9216, 9409, 9604, 9801, 10000]
```

Рис. 12: Выполнение подпунктов задания №1



№2. Напишите условный оператор, который печатает число, если число чётное, и строку «нечётное», если число нечётное. Перепишите код, используя тернарный оператор:

[55]: *# Условный оператор*

```
n = 42
if n % 2 == 0
  println(n)
else
  println("нечётное")
end
42
```

[56]: *# Тернарный оператор*

```
println(n % 2 == 0 ? n : "нечётное")
42
```

Рис. 13: Выполнение задания №2

- ▼ №3. Напишите функцию `add_one`, которая добавляет 1 к своему входу:

```
[57]: function add_one(x)
      return x + 1
      end
      println(add_one(5))
```

6

Рис. 14: Выполнение задания №3

№4. Используйте `map()` или `broadcast()` для задания матрицы *A*, каждый элемент которой увеличивается на единицу по сравнению с предыдущим:

```
[126]: # map  
  
A = reshape(1:9, 3, 3) # Пример матрицы  
B = map(x -> x + 1, A)  
println(B)  
  
[2 5 8; 3 6 9; 4 7 10]
```

```
[59]: # broadcast  
  
B = broadcast(x -> x + 1, A)  
println(B)  
  
[2 5 8; 3 6 9; 4 7 10]
```

Рис. 15: Выполнение задания №4

▼ №5. Задайте матрицу  $A$  следующего вида. Найдите  $A^3$ . Замените третий столбец матрицы  $A$  на сумму второго и третьего столбцов: 1

```
[70]: # Определение матрицы  
A = [1 1 3; 5 2 6; -2 -1 -3]
```

```
# Вычисление  $A$  в 3 степени  
println(map(x -> x^3, A))
```

```
[1 1 27; 125 8 216; -8 -1 -27]
```

```
[64]: # Замена третьего столбца на сумму второго и третьего столбцов
```

```
A[:, 3] = A[:, 2] + A[:, 3]  
println(A)
```

```
[1 1 4; 5 2 8; -2 -1 -4]
```

Рис. 16: Выполнение задания №5

№6. Создайте матрицу  $B$  с элементами  $B_{i1} = 10$ ,  $B_{i2} = -10$ ,  $B_{i3} = 10$ ,  $i = 1, 2, \dots, 15$ . Вычислите матрицу  $C = B^T B$ :

```
[74]: # Создание матрицы B
      B = repeat([10 -10 10], 15, 1)

[74]: 15x3 Matrix{Int64}:
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10
      10  -10  10

[75]: # Вычисление C как B' * B
      C = B' * B
      println(C)

[1500 -1500 1500; -1500 1500 -1500; 1500 -1500 1500]
```

Рис. 17: Выполнение задания №6

№7. Создайте матрицу  $Z$  размерности  $6 \times 6$ , все элементы которой равны нулю, и матрицу  $E$ , все элементы которой равны 1. Используя цикл `while` или `for` и закономерности расположения элементов, создайте следующие матрицы размерности  $6 \times 6$ :

```
[98]: # Функция для красивого вывода матриц
function print_matrix(mat)
    for row in eachrow(mat)
        println(row)
    end
    println()
end

# Создаем матрицу Z размерности 6x6, все элементы которой равны 0
Z = zeros{Int, 6, 6}

println("Матрица Z:")
print_matrix(Z)

# Матрица Z1
Z1 = copy(Z)
for i in 1:6
    for j in 1:6
        if abs(i - j) == 1
            Z1[i, j] = 1
        end
    end
end

# Матрица Z4
Z4 = copy(Z)
for i in 1:6
    for j in 1:6
        if (i + j) % 2 == 0
            Z4[i, j] = 1
        end
    end
end

# Выводим все матрицы
println("Матрица Z1:")
print_matrix(Z1)
println("Матрица Z4:")
print_matrix(Z4)
```

Рис. 18: Выполнение задания №7

Матрица Z:

```
[0, 0, 0, 0, 0, 0]  
[0, 0, 0, 0, 0, 0]  
[0, 0, 0, 0, 0, 0]  
[0, 0, 0, 0, 0, 0]  
[0, 0, 0, 0, 0, 0]  
[0, 0, 0, 0, 0, 0]
```

Матрица Z1:

```
[0, 1, 0, 0, 0, 0]  
[1, 0, 1, 0, 0, 0]  
[0, 1, 0, 1, 0, 0]  
[0, 0, 1, 0, 1, 0]  
[0, 0, 0, 1, 0, 1]  
[0, 0, 0, 0, 1, 0]
```

Матрица Z4:

```
[1, 0, 1, 0, 1, 0]  
[0, 1, 0, 1, 0, 1]  
[1, 0, 1, 0, 1, 0]  
[0, 1, 0, 1, 0, 1]  
[1, 0, 1, 0, 1, 0]  
[0, 1, 0, 1, 0, 1]
```

Рис. 19: Выполнение задания №7

- ▼ №8. В языке R есть функция `outer()`. Фактически, это матричное умножение с возможностью изменить применяемую операцию (например, заменить произведение на сложение или возведение в степень): [1](#)

8.1) Напишите свою функцию, аналогичную функции `outer()` языка R. Функция должна иметь следующий интерфейс: `outer(x,y,operation)`:

```
[99]: function outer(x, y, operation)
      return [operation(xi, yj) for xi in x, yj in y]
      end
```

```
[99]: outer (generic function with 1 method)
```

Рис. 20: Выполнение подпунктов задания №8



8.2) Используя написанную вами функцию `outer()`, создайте матрицы следующей структуры:

```
[124]: # Матрица A1: сложение элементов
A1 = outer(0:4, 0:4, +)

# Матрица A2: возведение в степень (если 0^0, принимаем как 0)
function safe_pow(x, y)
    x == 0 && y == 0 ? 0 : x^y
end

# Матрица A2: с пропуском первого элемента в каждой строке
A2 = [j == 1 ? i : safe_pow(i, j) for i in 0:4, j in 1:5]

# Матрица A3: циклический сдвиг по модулю 5
A3 = outer(0:4, 0:4, (x, y) -> mod(x + y, 5))

# Матрица A4: циклический сдвиг по модулю 10
A4 = outer(0:9, 0:9, (x, y) -> mod(x + y, 10))

# Матрица A5: разница по модулю 9
A5 = outer(0:8, 0:8, (x, y) -> mod(x - y, 9))

# Функция для красивого вывода матриц
function print_matrix(name, mat)
    println("\nМатрица $name:")
    for row in eachrow(mat)
        println(row)
    end
end

# Печатаем все матрицы
print_matrix("A1", A1)
print_matrix("A2", A2)
print_matrix("A3", A3)
print_matrix("A4", A4)
print_matrix("A5", A5)
```

Рис. 21: Выполнение подпунктов задания №8

```
Матрица A1:
[0, 1, 2, 3, 4]
[1, 2, 3, 4, 5]
[2, 3, 4, 5, 6]
[3, 4, 5, 6, 7]
[4, 5, 6, 7, 8]

Матрица A2:
[0, 0, 0, 0, 0]
[1, 1, 1, 1, 1]
[2, 4, 8, 16, 32]
[3, 9, 27, 81, 243]
[4, 16, 64, 256, 1024]

Матрица A3:
[0, 1, 2, 3, 4]
[1, 2, 3, 4, 0]
[2, 3, 4, 0, 1]
[3, 4, 0, 1, 2]
[4, 0, 1, 2, 3]

Матрица A4:
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0]
[2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 1]
[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 1, 2]
[4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3]
[5, 6, 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4]
[6, 7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5]
[7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6]
[8, 9, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]
[9, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]

Матрица A5:
[0, 6, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1]
[1, 0, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2]
[2, 1, 0, 8, 7, 6, 5, 4, 3]
[3, 2, 1, 0, 8, 7, 6, 5, 4]
[4, 3, 2, 1, 0, 8, 7, 6, 5]
[5, 4, 3, 2, 1, 0, 8, 7, 6]
[6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 8, 7]
[7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0, 8]
[8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]
```

Рис. 22: Выполнение подпунктов задания №8

№9. Решите следующую систему линейных уравнений с 5 неизвестными:

```
[85]: A = [1 2 3 4 5;  
          2 1 2 3 4;  
          3 2 1 2 3;  
          4 3 2 1 2;  
          5 4 3 2 1]  
b = [7, -1, -3, 5, -6]  
  
x = A \ b # Решение системы  
println(x)  
  
[-3.916666666666667, 3.0000000000000013, 5.0, -9.500000000000002, 5.583333333333335]
```

Рис. 23: Выполнение задания №9

№10. Создайте матрицу  $M$  размерности  $6 \times 10$ , элементами которой являются целые числа, выбранные случайным образом с повторениями из совокупности 1, 2, ..., 10:

```
[103]: function print_matrix(name, mat)
        println("\nМатрица $name:")
        for row in eachrow(mat)
            println(row)
        end
    end

    M = rand(1:10, 6, 10)
    print_matrix(M)

[4, 10, 8, 3, 4, 7, 7, 5, 1, 4]
[3, 10, 10, 4, 6, 2, 10, 6, 8, 1]
[5, 5, 4, 5, 4, 10, 4, 2, 8, 7]
[3, 2, 10, 7, 5, 8, 7, 4, 4, 1]
[7, 7, 3, 4, 4, 4, 9, 1, 7, 6]
[9, 10, 6, 9, 10, 3, 9, 1, 9, 10]
```

Рис. 24: Выполнение подпунктов задания №10

10.1) Найдите число элементов в каждой строке матрицы  $M$ , которые больше числа  $N$  (например,  $N = 4$ ):

```
[104]: N = 4
greater_than_N = sum(M .> N, dims=2)
println(greater_than_N)

[5; 6; 6; 5; 5; 8;;]
```

10.2) Определите, в каких строках матрицы  $M$  число  $M$  (например,  $M = 7$ ) встречается ровно 2 раза:

```
[105]: M_value = 7
rows_with_M_twice = findall(x -> count(==(M_value), x) == 2, eachrow(M))
println(rows_with_M_twice)

[1, 4]
```

10.3) Определите все пары столбцов матрицы  $M$ , сумма элементов которых больше  $K$  (например,  $K = 75$ ):

```
[106]: K = 75
col_pairs = []
for i in 1:size(M, 2)-1
    for j in i+1:size(M, 2)
        if sum(M[:,i] .+ M[:,j]) > K
            push!(col_pairs, (i, j))
        end
    end
end
println(col_pairs)

Any[(1, 7), (2, 3), (2, 4), (2, 5), (2, 6), (2, 7), (2, 9), (3, 7), (3, 9), (4, 7), (5, 7), (6, 7), (7, 9)]
```

Рис. 25: Выполнение подпунктов задания №10

### №11. Вычислите:

```
[92]: sum_1 = sum(i^4 * (3 + j) for i in 1:20 for j in 1:5)  
println(sum_1)
```

21679980

```
[93]: sum_2 = sum(i^4 * (3 + i * j) for i in 1:20 for j in 1:5)  
println(sum_2)
```

195839490

Рис. 26: Выполнение задания №11

## Вывод

---

- В ходе выполнения лабораторной работы было освоено применение циклов функций и сторонних для Julia пакетов для решения задач линейной алгебры и работы с матрицами.



## Список литературы. Библиография

---

[1] Julia Documentation: <https://docs.julialang.org/en/v1/>