

Лабораторная работа №3

Компьютерный практикум по статистическому анализу данных

Коннова Т. А.

2025

Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, Москва, Россия

- Коннова Татьяна Алексеевна
- Студент группы НПИбд-01-22
- Студ. билет 1132221814
- Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы



Цель лабораторной работы

- 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

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

Циклы while и for

```
[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
A

[14]: 5x5 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]: 5x5 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

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

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 определенных 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 определенные 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

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

Функции

```
[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

```
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\konno\.julia\environments\v1.11\Project.toml'
No Changes to `C:\Users\konno\.julia\environments\v1.11\Manifest.toml'
Precompiling project...
10765.1 ms ✓ Reexport
9147.6 ms ✓ Statistics
3390.7 ms ✓ FixedPointNumbers
2117.4 ms ✓ ColorTypes
1416.1 ms ✓ ColorTypes → StyledStringsExt
6388.3 ms ✓ Colors
6 dependencies successfully precompiled in 38 seconds. 40 already precompiled.
```



Рис. 8: Пример использования сторонних библиотек

Самостоятельная работа

№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

Самостоятельная работа

```
[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

Самостоятельная работа

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

Самостоятельная работа

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

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

Самостоятельная работа

№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

Самостоятельная работа

№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

Самостоятельная работа

▼ №5. Задайте матрицу A следующего вида. Найдите A^3 . Замените третий столбец матрицы A на сумму второго и третьего столбцов: [!\[\]\(https://img.shields.io/badge/execute-blue\)](#)

```
[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

Самостоятельная работа

№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]: 15×3 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

Самостоятельная работа

№7. Создайте матрицу Z размерности 6×6 , 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 6×6 :

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

# Создаем матрицу Z размерности 6х6, 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

Самостоятельная работа

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

Самостоятельная работа

▼ №88. В языке R есть функция outer(). Фактически, это матричное умножение с возможностью изменить применяемую операцию (например, заменить произведение на сложение или возвведение 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

Самостоятельная работа

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

Самостоятельная работа

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, 8, 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, 8, 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

Самостоятельная работа

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

```
[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

Самостоятельная работа

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

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

Список литературы. Библиография

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