Отчёт по лабораторной работе №3

Управляющие структуры

Козлов Всеволод Павлович НФИбд-02-22

Содержание

Список иллюстраций

Список таблиц

1 Цель работы

Основная цель работы — освоить применение циклов функций и сторонних для Julia пакетов для решения задач линейной алгебры и работы с матрицами.

2 Задание

1. Используя Jupyter Lab, повторите примеры из отчета.
2. Выполните задания для самостоятельной работы.

3 Выполнение лабораторной работы

Цикл while (рис. 3.1)

[1]:
```
# Пример 1: Цикл while для чисел от 1 до 10
println("Цикл while для чисел от 1 до 10:")
n = 0
while n < 10
    n += 1
    println(n)
end
```

```
Цикл while для чисел от 1 до 10:
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
```

[2]:
```
# Пример 2: Цикл while для работы с массивом строк
println("\nЦикл while для приветствий:")
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
```

```
Цикл while для приветствий:
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. 3.1: Цикл while

Цикл for (рис. 3.2)

[3]:
```
# Пример 3: Цикл for с шагом 2
println("\nЦикл for с шагом 2:")
for n in 1:2:10
    println(n)
end
```

```
Цикл for с шагом 2:
1
3
5
7
9
```

[4]:
```
# Пример 4: Цикл for для работы с массивом строк
println("\nЦикл for для приветствий:")
myfriends = ["Ted", "Robyn", "Barney", "Lily", "Marshall"]
for friend in myfriends
    println("Hi $friend, it's great to see you!")
end
```

```
Цикл for для приветствий:
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. 3.2: Цикл for

Массивы (рис. 3.3)

[5]:
```
# Пример 5: Создание двумерного массива с вложенными циклами
println("\nСоздание массива A с вложенными циклами:")
m, n = 5, 5
A = fill(0, (m, n))

for i in 1:m
    for j in 1:n
        A[i, j] = i + j
    end
end
println("Массив A:")
println(A)
```

```
Создание массива A с вложенными циклами:
Массив A:
[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]
```

[6]:
```
# Пример 6: Создание массива B с одним циклом
println("\nСоздание массива B с одним циклом:")
B = fill(0, (m, n))

for i in 1:m, j in 1:n
    B[i, j] = i + j
end
println("Массив B:")
println(B)
```

```
Создание массива B с одним циклом:
Массив B:
[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]
```

Рис. 3.3: Массивы

Массивы (рис. 3.4)

```
7]: # Пример 7: Создание массива C с помощью генератора
println("\nСоздание массива C с помощью генератора:")
C = [i + j for i in 1:m, j in 1:n]
println("Массив C:")
println(C)

# ==================== РАЗДЕЛ 3.2.2 - УСЛОВНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ ====================
```

Рис. 3.4: Массивы

Условное выражение (рис. 3.5)

```
[8]: # Пример 8: Условное выражение if-elseif-else для FizzBuzz
function fizzbuzz(N)
    println("Проверка числа $N:")
    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
end

# Тестирование функции FizzBuzz
fizzbuzz(15)
fizzbuzz(9)
fizzbuzz(10)
fizzbuzz(7)
```

```
Проверка числа 15:
FizzBuzz
Проверка числа 9:
Fizz
Проверка числа 10:
Buzz
Проверка числа 7:
7
```

Рис. 3.5: Условное выражение

Условное выражение (рис. 3.6)

```
[9]: # Пример 9: Тернарный оператор
println("\nТернарный оператор:")
x = 5
y = 10

result = (x > y) ? x : y
println("Большее число между $x и $y: $result")

# Эквивалент с if-else
if x > y
    result2 = x
else
    result2 = y
end
println("Проверка (if-else): $result2")
```

```
Тернарный оператор:
Большее число между 5 и 10: 10
Проверка (if-else): 10
```

Рис. 3.6: Условное выражение

Функции примеры (рис. 3.7)

```
[11]: # ==================== РАЗДЕЛ 3.2.3 - ФУНКЦИИ ====================

println("\n=== 3.2.3 ФУНКЦИИ ===")

# Пример 10: Объявление функции с function и end
function sayhi(name)
    println("Hi $name, it's great to see you!")
end

function f(x)
    x^2
end

println("Вызов функций:")
sayhi("C-3P0")
println("f(42) = $(f(42))")
```

```
=== 3.2.3 ФУНКЦИИ ===
Вызов функций:
Hi C-3P0, it's great to see you!
f(42) = 1764
```

```
[12]: # Пример 11: Однострочное объявление функций
sayhi2(name) = println("Hi $name, it's great to see you!")
f2(x) = x^2

println("\nОднострочные функции:")
sayhi2("R2-D2")
println("f2(5) = $(f2(5))")
```

```
Однострочные функции:
Hi R2-D2, it's great to see you!
f2(5) = 25
```

Рис. 3.7: Функции примеры

Функции примеры (рис. 3.8)

```
[13]: # Пример 12: Анонимные функции
sayhi3 = name -> println("Hi $name, it's great to see you!")
f3 = x -> x^2

println("\nАнонимные функции:")
sayhi3("BB-8")
println("f3(3) = $(f3(3))")
```

```
Анонимные функции:
Hi BB-8, it's great to see you!
f3(3) = 9
```

```
[14]: # Пример 13: Функции с восклицательным знаком
println("\nФункции с восклицательным знаком:")
v = [3, 5, 2]
println("Исходный массив v: $v")

# Функция sort без изменения исходного массива
v_sorted = sort(v)
println("После sort(v): v_sorted = $v_sorted, исходный v = $v")

# Функция sort! с изменением исходного массива
v_original = copy(v)
sort!(v)
println("После sort!(v): изменённый v = $v")

# Восстановление исходного массива для демонстрации
v = [3, 5, 2]
```

```
Функции с восклицательным знаком:
Исходный массив v: [3, 5, 2]
После sort(v): v_sorted = [2, 3, 5], исходный v = [3, 5, 2]
После sort!(v): изменённый v = [2, 3, 5]
```

Рис. 3.8: Функции примеры

Функции примеры (рис. 3.9)

```
[15]: # Пример 14: Функции высшего порядка - map
println("\nФункция map:")
f_square(x) = x^2
result_map = map(f_square, [1, 2, 3])
println("map(f_square, [1, 2, 3]) = $result_map")
```

```
Функция map:
map(f_square, [1, 2, 3]) = [1, 4, 9]
```

```
[16]: # Пример 15: map с анонимной функцией
result_map_anon = map(x -> x^3, [1, 2, 3])
println("map(x -> x^3, [1, 2, 3]) = $result_map_anon")
```

```
map(x -> x^3, [1, 2, 3]) = [1, 8, 27]
```

```
[18]: # Пример 16: Функция broadcast
println("\nФункция broadcast:")
result_broadcast = broadcast(f_square, [1, 2, 3])
println("broadcast(f_square, [1, 2, 3]) = $result_broadcast")
# Точечный синтаксис
result_dot = f_square.([1, 2, 3])
println("f_square.([1, 2, 3]) = $result_dot")
```

```
Функция broadcast:
broadcast(f_square, [1, 2, 3]) = [1, 4, 9]
f_square.([1, 2, 3]) = [1, 4, 9]
```

```
[ ]:
```

Рис. 3.9: Функции примеры

Функции примеры (рис. 3.10)

[19]:
```
# Пример 17: Сравнение map и broadcast для матриц
println("\nСравнение map и broadcast для матриц:")
A_matrix = [i + 3*j for j in 0:2, i in 1:3]
println("Матрица A:")
println(A_matrix)

# Обычное применение функции (матричное умножение)
result_matrix = f_square(A_matrix)
println("f_square(A) (матричное умножение):")
println(result_matrix)

# Поэлементное применение с broadcast
result_broadcast_matrix = f_square.(A_matrix)
println("f_square.(A) (поэлементное возведение в квадрат):")
println(result_broadcast_matrix)
```

```
Сравнение map и broadcast для матриц:
Матрица A:
[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
f_square(A) (матричное умножение):
[30 36 42; 66 81 96; 102 126 150]
f_square.(A) (поэлементное возведение в квадрат):
[1 4 9; 16 25 36; 49 64 81]
```

Рис. 3.10: Функции примеры

Функции примеры (рис. 3.11)

[20]:
```
# Пример 18: Сложные выражения с точечным синтаксисом
println("\nСложные выражения с точечным синтаксисом:")

# Способ 1: Явный вызов broadcast
result1 = broadcast(x -> x + 2 * f_square(x) / x, A_matrix)
println("broadcast(x -> x + 2 * f_square(x) / x, A):")
println(result1)

# Способ 2: Точечный синтаксис
result2 = A_matrix .+ 2 .* f_square.(A_matrix) ./ A_matrix
println("A .+ 2 .* f_square.(A) ./ A:")
println(result2)

# Способ 3: Макрос @.
using LinearAlgebra
result3 = @. A_matrix + 2 * f_square(A_matrix) / A_matrix
println("@. A + 2 * f_square(A) / A:")
println(result3)
```

```
Сложные выражения с точечным синтаксисом:
broadcast(x -> x + 2 * f_square(x) / x, A):
[3.0 6.0 9.0; 12.0 15.0 18.0; 21.0 24.0 27.0]
A .+ 2 .* f_square.(A) ./ A:
[3.0 6.0 9.0; 12.0 15.0 18.0; 21.0 24.0 27.0]
@. A + 2 * f_square(A) / A:
[3.0 6.0 9.0; 12.0 15.0 18.0; 21.0 24.0 27.0]
```

Рис. 3.11: Функции примеры

Сторонние библиотеки (рис. 3.12)

```
[23]: # ================== РАЗДЕЛ 3.2.4 - СТОРОННИЕ БИБЛИОТЕКИ ==================

import Pkg
Pkg.add("Example")

Pkg.add("Colors")
using Colors

palette = distinguishable_colors(100)
rand(palette, 3, 3)
```

```
  Resolving package versions...
  No Changes to `C:\Users\vsvld\.julia\environments\v1.11\Project.toml`
  No Changes to `C:\Users\vsvld\.julia\environments\v1.11\Manifest.toml`
  Resolving package versions...
  Installed FixedPointNumbers ─ v0.8.5
  Installed ColorTypes ──────── v0.12.1
  Installed Reexport ────────── v1.2.2
  Installed Statistics ──────── v1.11.1
  Installed Colors ──────────── v0.13.1
  Updating `C:\Users\vsvld\.julia\environments\v1.11\Project.toml`
 [5ae59095] + Colors v0.13.1
  Updating `C:\Users\vsvld\.julia\environments\v1.11\Manifest.toml`
 [3da002f7] + ColorTypes v0.12.1
 [5ae59095] + Colors v0.13.1
 [53c48c17] + FixedPointNumbers v0.8.5
 [189a3867] + Reexport v1.2.2
 [10745b16] + Statistics v1.11.1
 [37e2e46d] + LinearAlgebra v1.11.0
 [e66e0078] + CompilerSupportLibraries_jll v1.1.1+0
 [4536629a] + OpenBLAS_jll v0.3.27+1
 [8e850b90] + libblastrampoline_jll v5.11.0+0
Precompiling project...
    937.4 ms  ✓ Reexport
   1406.9 ms  ✓ Statistics
   3742.8 ms  ✓ FixedPointNumbers
   2413.8 ms  ✓ ColorTypes
   1473.2 ms  ✓ ColorTypes → StyledStringsExt
   7243.8 ms  ✓ Colors
  6 dependencies successfully precompiled in 16 seconds. 43 already precompiled.
```

[23]: 

Рис. 3.12: Сторонние библиотеки

Самостоятельная работа. Задание 1 (рис. 3.13)

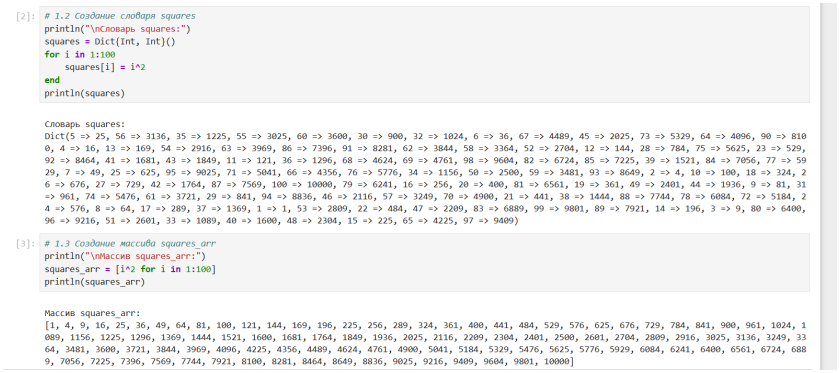
```
[1]: # ==================== ЗАДАНИЕ 1 ====================
println("=== ЗАДАНИЕ 1 ===")

# 1.1 Вывод чисел от 1 до 100 и их квадратов
println("Числа от 1 до 100 и их квадраты:")
for i in 1:100
    println("$i -> $(i^2)")
end
```

```
=== ЗАДАНИЕ 1 ===
Числа от 1 до 100 и их квадраты:
1 -> 1
2 -> 4
3 -> 9
4 -> 16
5 -> 25
6 -> 36
7 -> 49
8 -> 64
9 -> 81
10 -> 100
11 -> 121
12 -> 144
13 -> 169
14 -> 196
15 -> 225
16 -> 256
17 -> 289
18 -> 324
```

Рис. 3.13: Самостоятельная работа. Задание 1

Самостоятельная работа. Задание 1 (рис. 3.14)



```
[2]: # 1.2 Создание словаря squares
println("\nСловарь squares:")
squares = Dict{Int, Int}()
for i in 1:100
    squares[i] = i^2
end
println(squares)
```

```
Словарь squares:
Dict(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 => 810
0, 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 => 59
29, 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, 2
6 => 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, 2
4 => 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)
```

```
[3]: # 1.3 Создание массива squares_arr
println("\nМассив squares_arr:")
squares_arr = [i^2 for i in 1:100]
println(squares_arr)
```

```
Массив 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, 1
089, 1156, 1225, 1296, 1369, 1444, 1521, 1600, 1681, 1764, 1849, 1936, 2025, 2116, 2209, 2304, 2401, 2500, 2601, 2704, 2809, 2916, 3025, 3136, 3249, 33
64, 3481, 3600, 3721, 3844, 3969, 4096, 4225, 4356, 4489, 4624, 4761, 4900, 5041, 5184, 5329, 5476, 5625, 5776, 5929, 6084, 6241, 6400, 6561, 6724, 688
9, 7056, 7225, 7396, 7569, 7744, 7921, 8100, 8281, 8464, 8649, 8836, 9025, 9216, 9409, 9604, 9801, 10000]
```

Рис. 3.14: Самостоятельная работа. Задание 1

Самостоятельная работа. Задание 2 (рис. 3.15)

```
[4]: # ==================== ЗАДАНИЕ 2 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 2 ===")

# 2.1 Условный оператор
function check_even_odd(n)
    if n % 2 == 0
        println(n)
    else
        println("нечётное")
    end
end

println("Проверка чётности (условный оператор):")
check_even_odd(4)
check_even_odd(7)
```

```
=== ЗАДАНИЕ 2 ===
Проверка чётности (условный оператор):
4
нечётное
```

```
[5]: # 2.2 Тернарный оператор
function check_even_odd_ternary(n)
    result = n % 2 == 0 ? n : "нечётное"
    println(result)
end

println("Проверка чётности (тернарный оператор):")
check_even_odd_ternary(4)
check_even_odd_ternary(7)
```

```
Проверка чётности (тернарный оператор):
4
нечётное
```

Рис. 3.15: Самостоятельная работа. Задание 2

Самостоятельная работа. Задание 3-4 (рис. 3.16)

[6]:
```
# ==================== ЗАДАНИЕ 3 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 3 ===")

# 3. Функция add_one
add_one(x) = x + 1

println("Функция add_one:")
println("add_one(5) = $(add_one(5))")
println("add_one(-3) = $(add_one(-3))")
```

```
=== ЗАДАНИЕ 3 ===
Функция add_one:
add_one(5) = 6
add_one(-3) = -2
```

[7]:
```
# ==================== ЗАДАНИЕ 4 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 4 ===")

# 4. Использование map/broadcast для увеличения элементов матрицы на 1
A = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
println("Исходная матрица A:")
println(A)

A_plus_one = map(x -> x + 1, A)
println("Матрица A после увеличения всех элементов на 1 (map):")
println(A_plus_one)

# Альтернативный вариант с broadcast
A_plus_one_broadcast = A .+ 1
println("Матрица A после увеличения всех элементов на 1 (broadcast):")
println(A_plus_one_broadcast)
```

```
=== ЗАДАНИЕ 4 ===
Исходная матрица A:
[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
Матрица A после увеличения всех элементов на 1 (map):
[2 3 4; 5 6 7; 8 9 10]
```

Рис. 3.16: Самостоятельная работа. Задание 3-4

Самостоятельная работа. Задание 5 (рис. 3.17)

[8]:
```
# ==================== ЗАДАНИЕ 5 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 5 ===")

# 5.1 Задание матрицы A
A = [1 1 3; 5 2 6; -2 -1 -3]
println("Матрица A:")
println(A)

# 5.2 Нахождение A^3
A_cubed = A^3
println("A^3:")
println(A_cubed)

# 5.3 Замена третьего столбца на сумму второго и третьего
A_modified = copy(A)
A_modified[:, 3] = A[:, 2] + A[:, 3]
println("Матрица A с заменённым третьим столбцом:")
println(A_modified)
```

```
=== ЗАДАНИЕ 5 ===
Матрица A:
[1 1 3; 5 2 6; -2 -1 -3]
A^3:
[0 0 0; 0 0 0; 0 0 0]
Матрица A с заменённым третьим столбцом:
[1 1 4; 5 2 8; -2 -1 -4]
```

Рис. 3.17: Самостоятельная работа. Задание 5

Самостоятельная работа. Задание 6 (рис. 3.18)

[9]:
```
# ==================== ЗАДАНИЕ 6 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 6 ===")

# 6. Создание матрицы B и вычисление C = B^T * B
B = zeros(15, 3)
for i in 1:15
    B[i, 1] = 10
    B[i, 2] = -10
    B[i, 3] = 10
end

println("Матрица B:")
println(B)

C = B' * B
println("Матрица C = B^T * B:")
println(C)
```

```
=== ЗАДАНИЕ 6 ===
Матрица B:
[10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0; 10.0 -10.0 10.0]
Матрица C = B^T * B:
[1500.0 -1500.0 1500.0; -1500.0 1500.0 -1500.0; 1500.0 -1500.0 1500.0]
```

Рис. 3.18: Самостоятельная работа. Задание 6

Самостоятельная работа. Задание 7 (рис. 3.19)

[10]:
```
# ==================== ЗАДАНИЕ 7 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 7 ===")

# 7. Создание матриц Z1, Z2, Z3, Z4
n = 6
Z = zeros(Int, n, n)
E = ones(Int, n, n)

# Матрица Z1
Z1 = zeros(Int, n, n)
for i in 1:n
    for j in 1:n
        if abs(i - j) == 1
            Z1[i, j] = 1
        end
    end
end
println("Матрица Z1:")
println(Z1)
```

```
=== ЗАДАНИЕ 7 ===
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]
```

Рис. 3.19: Самостоятельная работа. Задание 7

Самостоятельная работа. Задание 7 (рис. 3.20)

[11]:
```
# Матрица Z2
Z2 = zeros(Int, n, n)
for i in 1:n
    for j in 1:n
        if (i + j) % 2 == 1 && abs(i - j) <= 2
            Z2[i, j] = 1
        end
    end
end
println("Матрица Z2:")
println(Z2)

# Матрица Z3
Z3 = zeros(Int, n, n)
for i in 1:n
    for j in 1:n
        if (i == 1 && (j == 3 || j == 6)) ||
           (i == 2 && (j == 3 || j == 5)) ||
           (i >= 3 && i <= 6 && abs(i - j) == 1)
            Z3[i, j] = 1
        end
    end
end
println("Матрица Z3:")
println(Z3)
```

```
Матрица Z2:
[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 Z3:
[0 0 1 0 0 1; 0 0 1 0 1 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]
```

Рис. 3.20: Самостоятельная работа. Задание 7

Самостоятельная работа. Задание 7 (рис. 3.21)

[12]:
```
# Матрица Z4
Z4 = zeros(Int, n, n)
for i in 1:n
    for j in 1:n
        if (i + j) % 2 == 1 && !(i == 1 && j == 5) && !(i == 1 && j == 6)
            Z4[i, j] = 1
        end
    end
end
println("Матрица Z4:")
println(Z4)
```

```
Матрица Z4:
[0 1 0 1 0 0; 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]
```

Рис. 3.21: Самостоятельная работа. Задание 7

Самостоятельная работа. Задание 8 (рис. 3.22)

[13]:
```
# ==================== ЗАДАНИЕ 8 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 8 ===")

# 8.1 Функция outer (аналог функции из R)
function outer(x, y, operation)
    result = similar(x, size(x, 1), size(y, 2))
    for i in 1:size(x, 1)
        for j in 1:size(y, 2)
            result[i, j] = operation(x[i], y[j])
        end
    end
    return result
end

# Тестирование функции outer
A_test = [1, 2, 3]
B_test = [4, 5, 6]
println("Тест функции outer (сложение):")
println(outer(A_test, B_test, +))

# 8.2 Создание матриц A1-A5 с помощью outer

# Матрица A1
A1 = outer(0:4, 0:4, +)
println("Матрица A1:")
println(A1)
```

```
=== ЗАДАНИЕ 8 ===
Тест функции outer (сложение):
[5; 6; 7;;]
Матрица A1:
[0; 1; 2; 3; 4;;]
```

Рис. 3.22: Самостоятельная работа. Задание 8

Самостоятельная работа. Задание 8 (рис. 3.23)

[14]:
```
# Матрица A2
A2 = outer(0:4, 0:4, (x,y) -> x^y)
println("Матрица A2:")
println(A2)

# Матрица A3
A3 = outer(0:4, 0:4, (x,y) -> (x + y) % 5)
println("Матрица A3:")
println(A3)

# Матрица A4
A4 = outer(0:9, 0:9, (x,y) -> (x + y) % 10)
println("Матрица A4:")
println(A4)

# Матрица A5
A5 = outer(0:8, 0:8, (x,y) -> (9 - abs(x - y)) % 10)
println("Матрица A5:")
println(A5)
```

```
Матрица A2:
[1; 1; 1; 1; 1;;]
Матрица A3:
[0; 1; 2; 3; 4;;]
Матрица A4:
[0; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9;;]
Матрица A5:
[9; 8; 7; 6; 5; 4; 3; 2; 1;;]
```

Рис. 3.23: Самостоятельная работа. Задание 8

Самостоятельная работа. Задание 9 (рис. 3.24)

[15]:
```
# ==================== ЗАДАНИЕ 9 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 9 ===")

# 9. Решение системы линейных уравнений
using LinearAlgebra

# Матрица коэффициентов A
A_system = [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]

# Вектор правой части
b = [7, -1, -3, 5, 17]

# Решение системы
x = A_system \ b
println("Решение системы уравнений:")
println("x = $x")

# Проверка решения
println("Проверка: A * x = $(A_system * x)")
println("Ожидаемый результат: $b")
```

```
=== ЗАДАНИЕ 9 ===
Решение системы уравнений:
x = [-1.9999999999999987, 2.9999999999999996, 4.999999999999998, 2.000000000000001, -4.0]
Проверка: A * x = [6.9999999999999964, -1.0, -2.9999999999999964, 5.0, 17.0]
Ожидаемый результат: [7, -1, -3, 5, 17]
```

Рис. 3.24: Самостоятельная работа. Задание 9

Самостоятельная работа. Задание 10 (рис. 3.25)

[17]:
```
# ==================== ЗАДАНИЕ 10 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 10 ===")

using Random

# 10.1 Создание случайной матрицы M
Random.seed!(123) # для воспроизводимости результатов
M = rand(1:10, 6, 10)
println("Матрица M:")
println(M)

# 10.2 Число элементов > N в каждой строке
N = 4
count_greater_than_N = [count(x -> x > N, M[i, :]) for i in 1:size(M, 1)]
println("Число элементов > $N в каждой строке: $count_greater_than_N")

# 10.3 Строки, где число M встречается ровно 2 раза
M_target = 7
rows_with_two_M = [i for i in 1:size(M, 1) if count(x -> x == M_target, M[i, :]) == 2]
println("Строки, где число $M_target встречается ровно 2 раза: $rows_with_two_M")

# 10.4 Пары столбцов с суммой элементов > K
K = 75
column_pairs = []
for i in 1:size(M, 2)
    for j in i+1:size(M, 2)
        if sum(M[:, i] + M[:, j]) > K
            push!(column_pairs, (i, j))
        end
    end
end
println("Пары столбцов с суммой элементов > $K: $column_pairs")
```

```
=== ЗАДАНИЕ 10 ===
Матрица M:
[6 1 1 7 4 3 4 4 2 7; 6 10 5 3 2 1 1 9 6 10; 9 6 4 3 1 6 1 3 9 8; 2 4 2 10 4 4 10 10 3 7; 6 6 8 9 5 2 4 9 9 9; 4 9 6 3 8 3 8 8 4 5]
Число элементов > 4 в каждой строке: [3, 6, 5, 4, 8, 6]
Строки, где число 7 встречается ровно 2 раза: [1]
Пары столбцов с суммой элементов > 75: Any[(1, 8), (1, 10), (2, 8), (2, 10), (4, 8), (4, 10), (8, 9), (8, 10), (9, 10)]
```

Рис. 3.25: Самостоятельная работа. Задание 10

Самостоятельная работа. Задание 11 (рис. 3.26)

[18]:
```julia
# ==================== ЗАДАНИЕ 11 ====================
println("\n=== ЗАДАНИЕ 11 ===")

# 11.1 Вычисление первой суммы
sum1 = 0.0
for i in 1:20
    for j in 1:5
        sum1 += i^4 / (3 + j)
    end
end
println("Первая сумма: $sum1")

# 11.2 Вычисление второй суммы
sum2 = 0.0
for i in 1:20
    for j in 1:5
        sum2 += i^4 / (3 + i*j)
    end
end
println("Вторая сумма: $sum2")

# Альтернативный вариант с использованием генераторов
sum1_alt = sum(i^4 / (3 + j) for i in 1:20 for j in 1:5)
sum2_alt = sum(i^4 / (3 + i*j) for i in 1:20 for j in 1:5)

println("Первая сумма (альтернативный расчет): $sum1_alt")
println("Вторая сумма (альтернативный расчет): $sum2_alt")
```

```
=== ЗАДАНИЕ 11 ===
Первая сумма: 639215.2833333334
Вторая сумма: 89912.02146097136
Первая сумма (альтернативный расчет): 639215.2833333334
Вторая сумма (альтернативный расчет): 89912.02146097136
```

[ ]:

Рис. 3.26: Самостоятельная работа. Задание 11

4 Выводы

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

5 Список литературы

1. Julia 1.5 Documentation. — 2020. — URL: https://docs.julialang.org/en/v1/.
2. Klok H.,Nazarathy Y. Statistics with Julia: Fundamentals for Data Science,Machine Learning and Artificial Intelligence. — 2020. — URL: https://statisticswithjulia.org/.
3. Ökten G. First Semester in Numerical Analysis with Julia. — Florida State University, 2019. — DOI: 10.33009/jul.
4. Антонюк В. А. Язык Julia как инструмент исследователя. — М. : Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2019.
5. Шиндин А. В. Язык программирования математических вычислений Julia. Базовое руководство. — Нижний Новгород : Нижегородский госуниверситет, 2016.