

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВЯТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт математики и информационных систем  
Факультет автоматики и вычислительной техники  
Кафедра электронных вычислительных машин

**Связность графов**

Отчёт по лабораторной работе №5

по дисциплине

«Дискретная математика»

Вариант 8

Выполнил студент гр. ИВТб-1301-05-00

\_\_\_\_\_ /Макаров С.А./

Руководитель преподаватель

\_\_\_\_\_ /Пахарева И.В./

Киров 2025

## Цель

Цель лабораторной работы: изучение основ теории графов, формирование матрицы связности, разработка приложения на языке Паскаль или СИ согласно заданию.

## Задание

Граф задан матрицей инцидентности в файле (вершин  $\geq 4$ , дуг  $\geq 4$ ). Сформировать матрицу связности. Определить является ли граф несвязным.

## Решение

Для решения задач подготовлен ориентированный граф, представленный на рисунке 1.

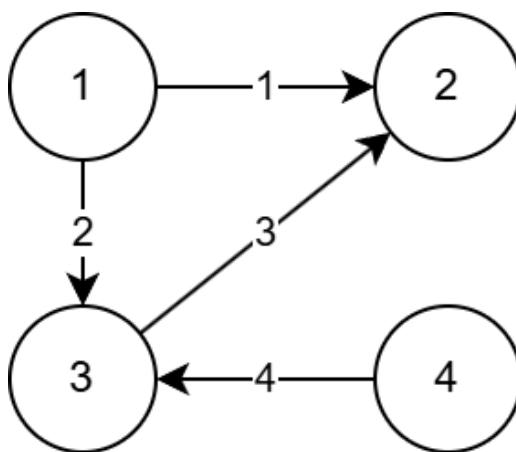


Рисунок 1 – Ориентированный граф

Перед разработкой составлены схемы алгоритмов для решения задач.  
На рисунке 2 представлены схемы подпрограмм ввода и вывода матрицы.

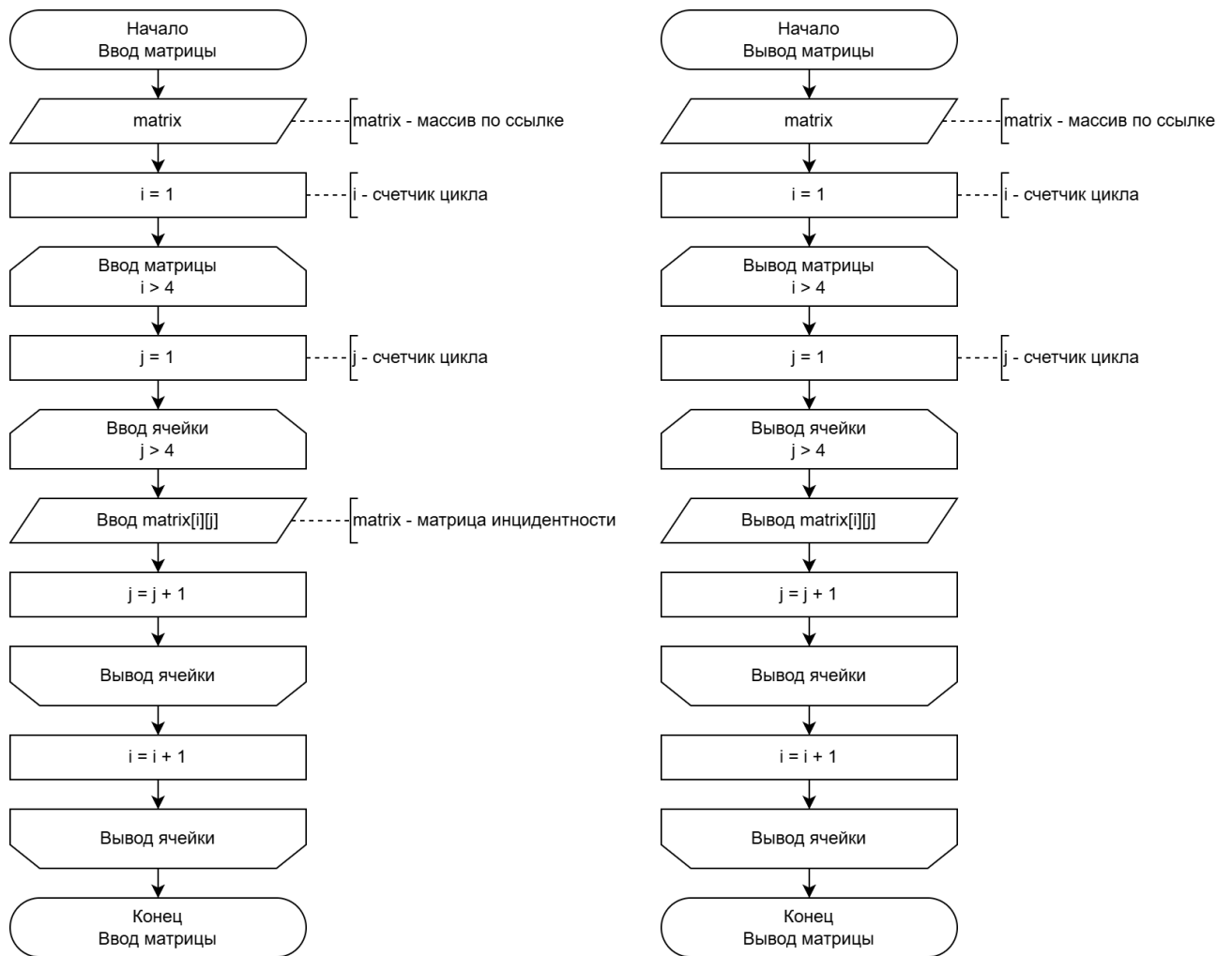


Рисунок 2 – Схемы алгоритмов ввода и вывода матрицы

На рисунке 3 представлена схема подпрограммы перевода матрицы инцидентности в матрицу смежности.

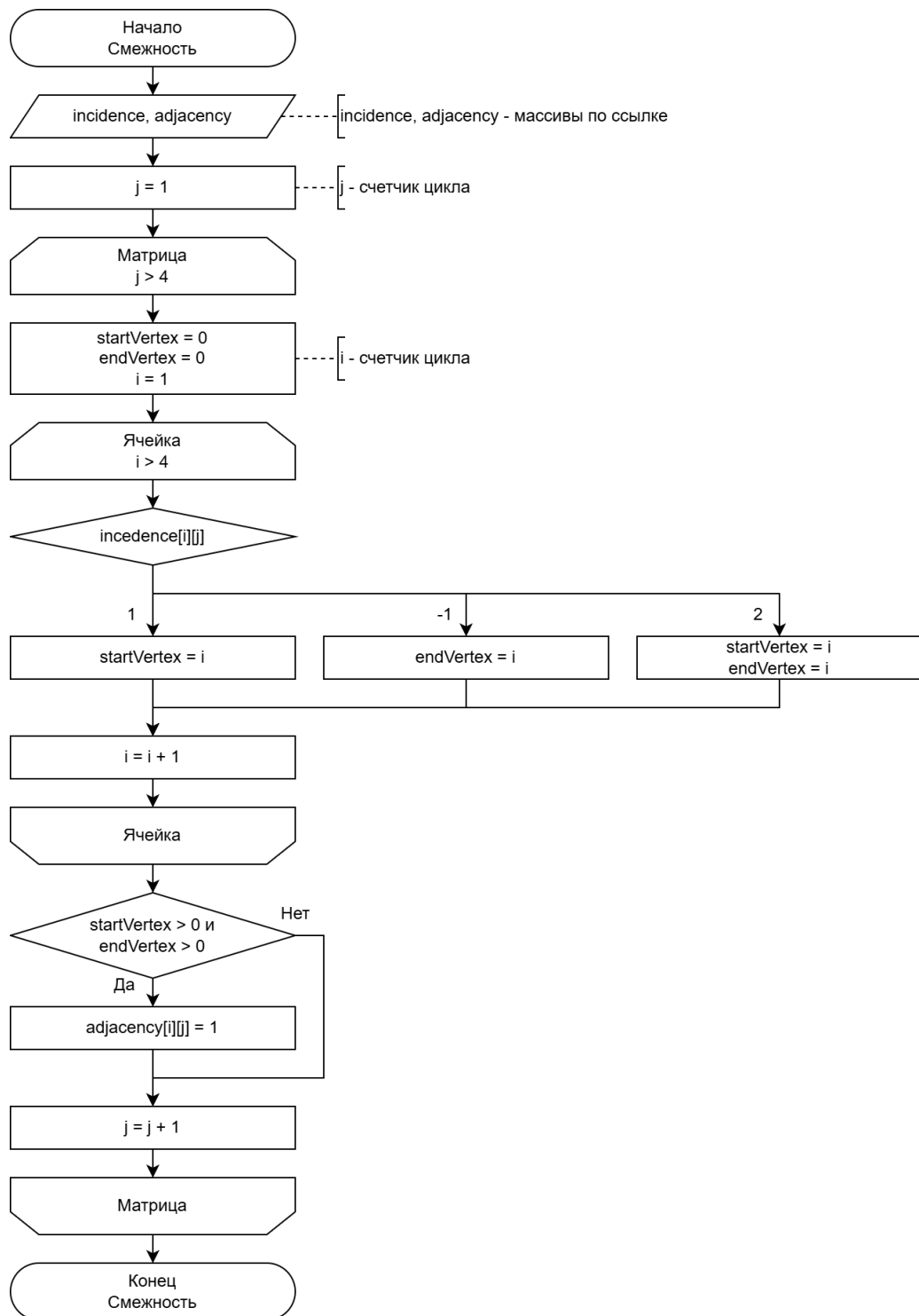


Рисунок 3 – Схема алгоритма перевода в матрицу смежности

На рисунке 4 представлены схемы подпрограмм умножения и сложения матриц.

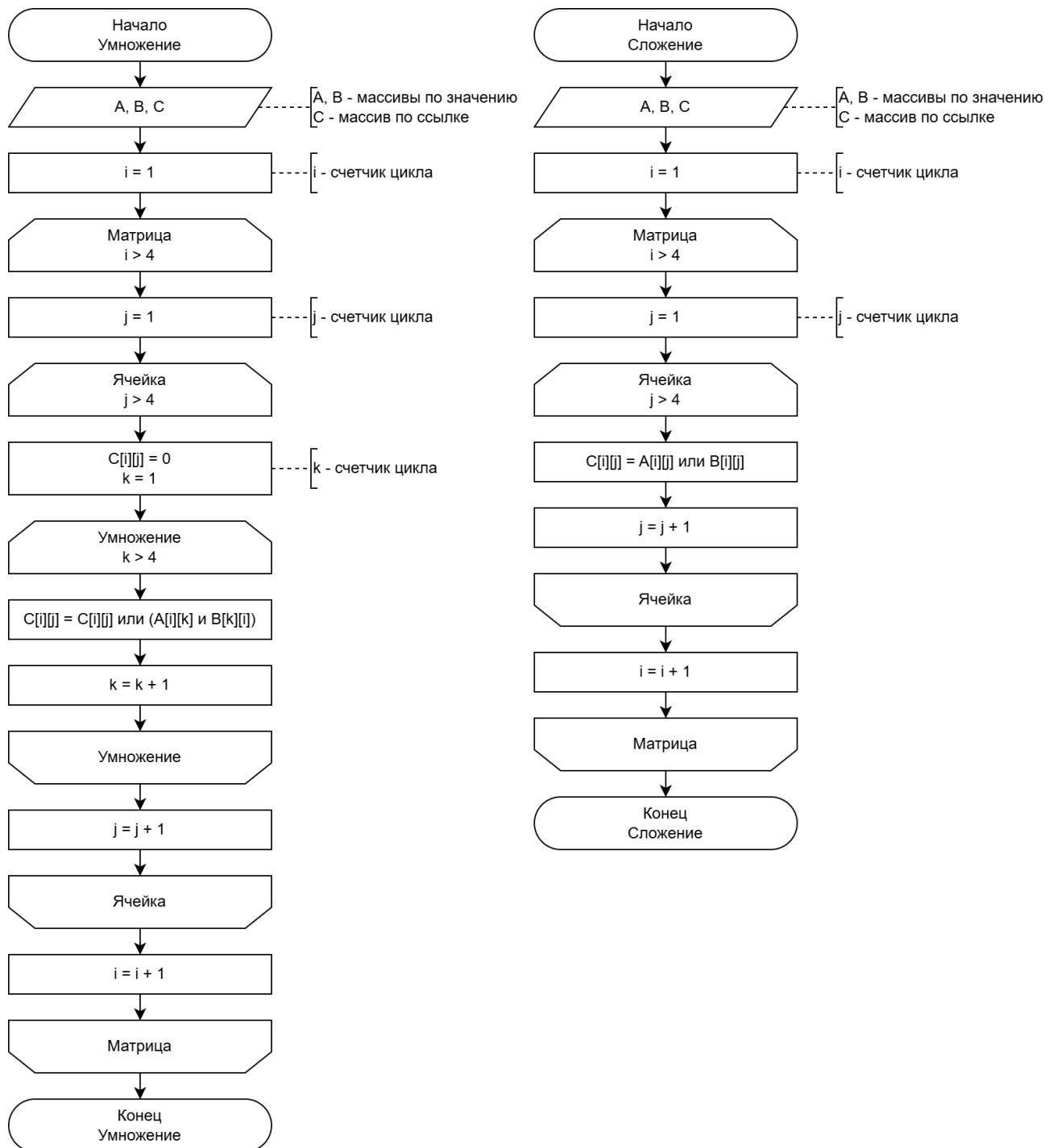


Рисунок 4 – Схемы алгоритмов умножения и сложения матриц

На рисунке 5 представлена схема подпрограммы формирования матрицы достижимости.

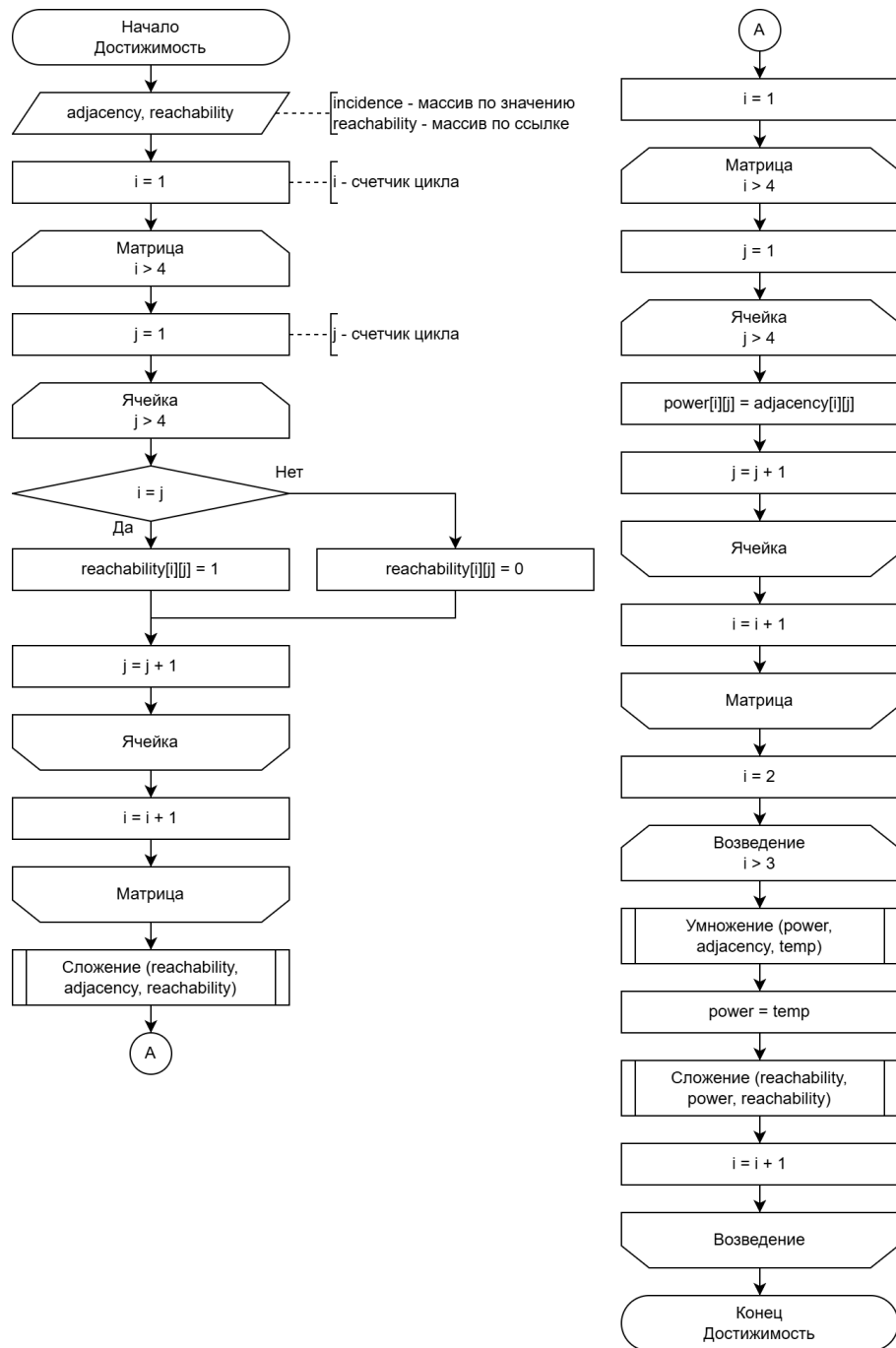


Рисунок 5 – Схема алгоритма формирования матрицы достижимости

На рисунке 6 представлена схемы подпрограмм транспонирования матрицы, формирования матрицы связности и проверки на связность.

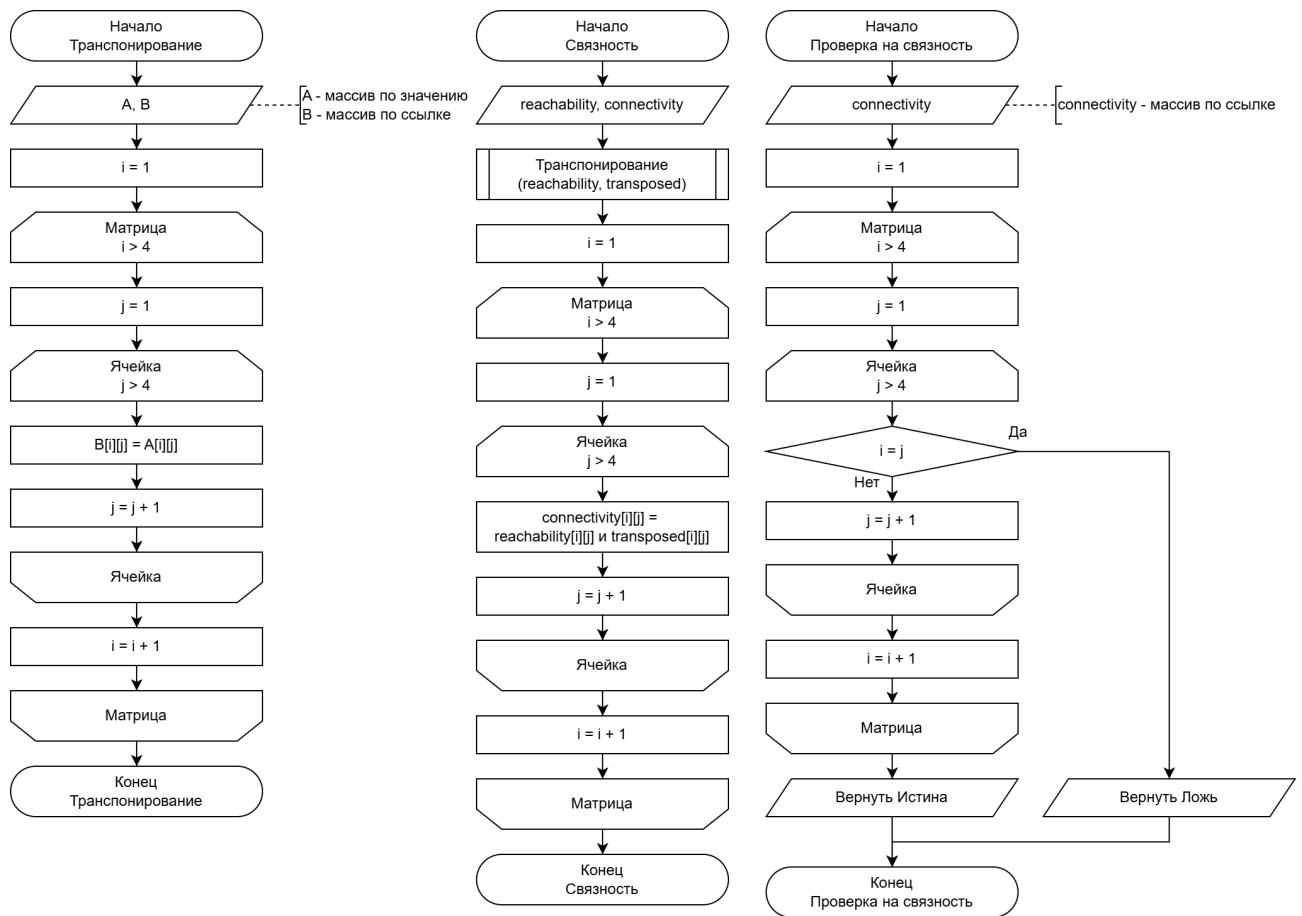


Рисунок 6 – Схема транспонирования матрицы, формирования матрицы связности, проверки на связность

На рисунке 7 представлена схема алгоритма основной программы.

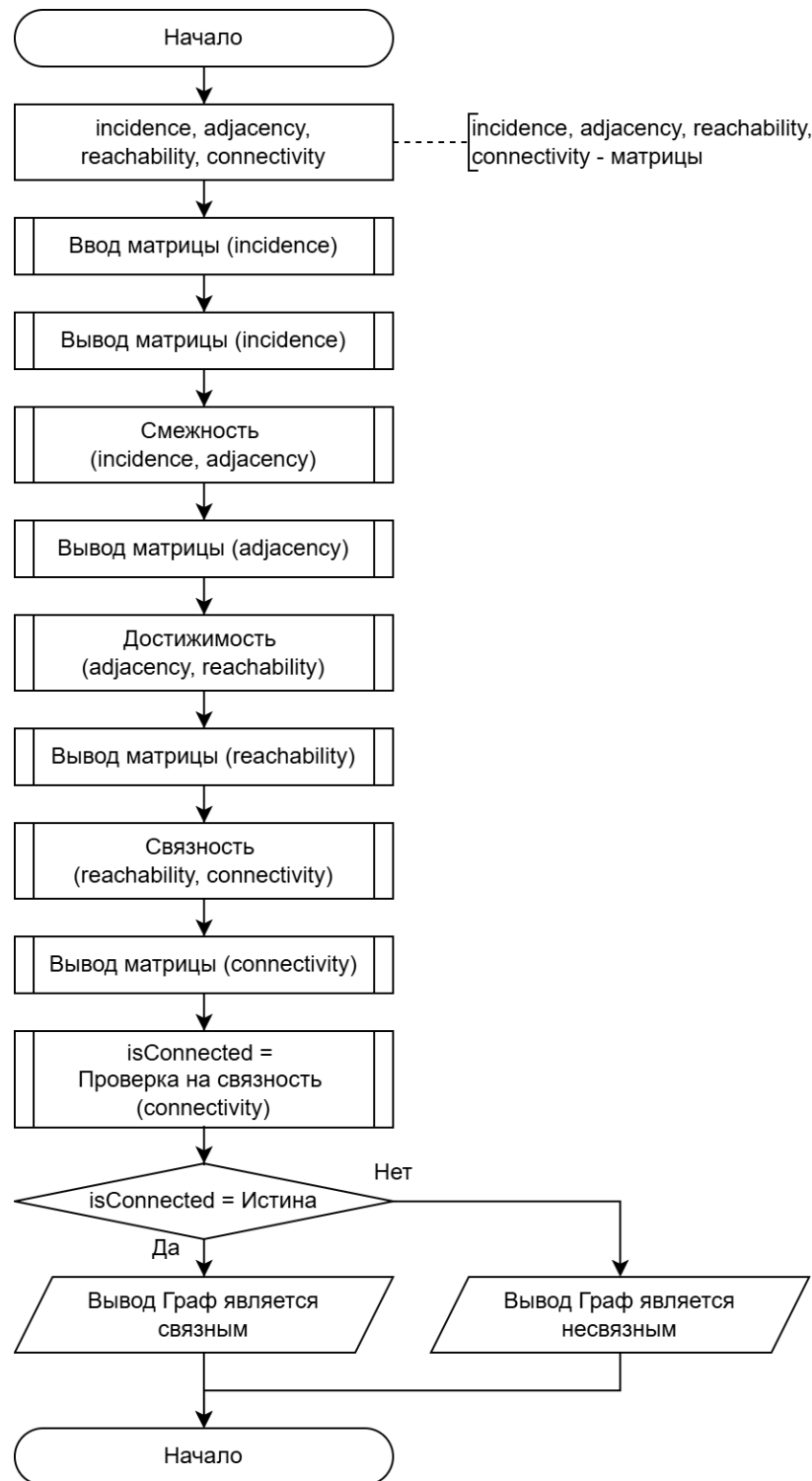


Рисунок 7 – Схема алгоритма основной программы



При разработке реализована программа, исходный код которой представлен ниже.

```
{ $codepage UTF8 }
```

```
const
```

```
    MAX_SIZE = 4;
```

```
type
```

```
    TMatrix = array[1..MAX_SIZE, 1..MAX_SIZE] of integer;
```

```
procedure PrintMatrix(var matrix: TMatrix);
```

```
var
```

```
    i, j: integer;
```

```
begin
```

```
    Write(' ');
```

```
    for i := 1 to MAX_SIZE do
```

```
        Write(' ', i, ' ');
```

```
    Writeln();
```

```
    for i := 1 to MAX_SIZE do
```

```
    begin
```

```
        Write(i, ' ');
```

```
        for j := 1 to MAX_SIZE do
```

```
            if matrix[i, j] = -1 then
```

```
                Write(matrix[i, j], ' ');
```

```
            else
```

```
                Write(' ', matrix[i, j], ' ');
```

```
        Writeln();
```

```
    end;
```

```
end;
```

```
procedure ReadIncidence(var incidence: TMatrix);
```

```
var
```

```
    fileInput: text;
```

```
    fileLine: string;
```

```
    i, j, k: integer;
```

```
begin
```

```
    Assign(fileInput, 'input.txt');
```

```
    Reset(fileInput);
```

```
    i := 1;
```

```
    while not Eof(fileInput) do
```

```

begin
  Readln(fileInput, fileLine);

  j := 1;
  for k := 1 to Length(fileLine) do
    if (fileLine[k] <> ' ') and (fileLine[k] <> '-') then
      begin
        if fileLine[k - 1] = '-' then
          incidence[i, j] := -1
        else if fileLine[k] = '1' then
          incidence[i, j] := 1
        else if fileLine[k] = '2' then
          incidence[i, j] := 2;
        j := j + 1;
      end;
      i := i + 1;
    end;

    Close(fileInput);
  end;

procedure ConvertToAdjacency(var incidence, adjacency: TMatrix);
var
  startVertex, endVertex, i, j: integer;
begin
  for j := 1 to MAX_SIZE do
    begin
      startVertex := 0;
      endVertex := 0;

      for i := 1 to MAX_SIZE do
        if incidence[i, j] = 1 then
          startVertex := i
        else if incidence[i, j] = -1 then
          endVertex := i
        else if incidence[i, j] = 2 then
          begin
            startVertex := i;
            endVertex := i;
          end;
      end;

      if (startVertex > 0) and (endVertex > 0) then
        adjacency[startVertex, endVertex] := 1;
      end;
    end;
  end;

```

```

    end;
end;

procedure MultiplyMatrix(const A, B: TMatrix; var C: TMatrix);
var
    i, j, k: integer;
begin
    for i := 1 to MAX_SIZE do
        for j := 1 to MAX_SIZE do
            begin
                C[i, j] := 0;
                for k := 1 to MAX_SIZE do
                    C[i, j] := C[i, j] or (A[i, k] and B[k, j]);
                end;
            end;
        end;
    end;

procedure AddMatrix(const A, B: TMatrix; var C: TMatrix);
var
    i, j: integer;
begin
    for i := 1 to MAX_SIZE do
        for j := 1 to MAX_SIZE do
            C[i, j] := A[i, j] or B[i, j];
        end;
    end;

procedure ConvertToReachability(const adjacency: TMatrix;
    var reachability: TMatrix);
var
    temp, power: TMatrix;
    i, j: integer;
begin
    for i := 1 to MAX_SIZE do
        for j := 1 to MAX_SIZE do
            if i = j then reachability[i, j] := 1
            else reachability[i, j] := 0;

            AddMatrix(reachability, adjacency, reachability);

        end;
    end;

    for i := 1 to MAX_SIZE do
        for j := 1 to MAX_SIZE do
            power[i, j] := adjacency[i, j];

        end;
    end;

    for i := 2 to MAX_SIZE - 1 do

```

```

begin
    MultiplyMatrix(power, adjacency, temp);
    power := temp;
    AddMatrix(reachability, power, reachability);
end;
end;

procedure TransposeMatrix(const A: TMatrix; var B: TMatrix);
var
    i, j: integer;
begin
    for i := 1 to MAX_SIZE do
        for j := 1 to MAX_SIZE do
            B[j, i] := A[i, j];
        end;
    end;
end;

procedure ConvertToConnectivity(const reachability: TMatrix;
    var connectivity: TMatrix);
var
    transposed: TMatrix;
    i, j: integer;
begin
    TransposeMatrix(reachability, transposed);

    for i := 1 to MAX_SIZE do
        for j := 1 to MAX_SIZE do
            connectivity[i, j] := reachability[i, j] and transposed[i, j];
        end;
    end;
end;

function IsConnected(const connectivity: TMatrix): boolean;
var
    i, j: integer;
begin
    for i := 1 to MAX_SIZE do
        for j := 1 to MAX_SIZE do
            if connectivity[i, j] = 0 then
                Exit(false);
            end;
        end;
    end;
    IsConnected := true;
end;

var
    incidence, adjacency, reachability, connectivity: TMatrix;

```

```

begin

    ReadIncidence(incidence);
    Writeln(#10, 'Матрица инцидентности', #10);
    PrintMatrix(incidence);

    ConvertToAdjacency(incidence, adjacency);
    Writeln(#10, 'Матрица смежности', #10);
    PrintMatrix(adjacency);

    ConvertToReachability(adjacency, reachability);
    Writeln(#10, 'Матрица достижимости', #10);
    PrintMatrix(reachability);

    ConvertToConnectivity(reachability, connectivity);
    Writeln(#10, 'Матрица связности', #10);
    PrintMatrix(connectivity);

    if (IsConnected(connectivity)) then
        Writeln(#10, 'Граф является связным')
    else
        Writeln(#10, 'Граф является несвязным');

    Readln;

end.

```

Экранная форма программы в виде консольного приложения представлена на рисунке 8.

```
Матрица инцидентности

  1  2  3  4
1  1  1  0  0
2 -1  0 -1  0
3  0 -1  1 -1
4  0  0  0  1

Матрица смежности

  1  2  3  4
1  0  1  1  0
2  0  0  0  0
3  0  1  0  0
4  0  0  1  0

Матрица достижимости

  1  2  3  4
1  1  1  1  0
2  0  1  0  0
3  0  1  1  0
4  0  1  1  1

Матрица связности

  1  2  3  4
1  1  0  0  0
2  0  1  0  0
3  0  0  1  0
4  0  0  0  1

Граф является несвязным
```

Рисунок 8 – Консольный интерфейс программы

## Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы, при решении предложенных задач, реализована программа на языке Паскаль, которая формирует матрицу связности, определяет является ли граф несвязным.