

Государственный Комитет Российской Федерации  
по Высшему Образованию

---

Санкт-Петербургский  
Государственный Электротехнический Университет «ЛЭТИ»  
Кафедра Радиосистем

Пояснительная Записка  
к Курсовой Работе по Дисциплине  
«Информатика. Основы Программирования»  
Вариант №9: «Операции над Матрицами»

Выполнил: студент Чапчаев В.В.  
факультет: РТ  
уч.группа: № 2142  
Проверил: ассистент Аникин А.П.

Санкт – Петербург  
2 0 0 3

## Условие задачи

Программа работает в текстовом режиме. Пользователь выбирает операцию, вводит с клавиатуры размер матрицы и значения элементов матрицы. Программа выполняет заданную операцию и выводит на экран ее результат. Для реализации в программе предлагаются следующие операции: перемножение двух матриц, транспонирование, вычисление определителя, вычисление обратной матрицы, сложение (вычитание) двух матриц.

## Метод решения задачи

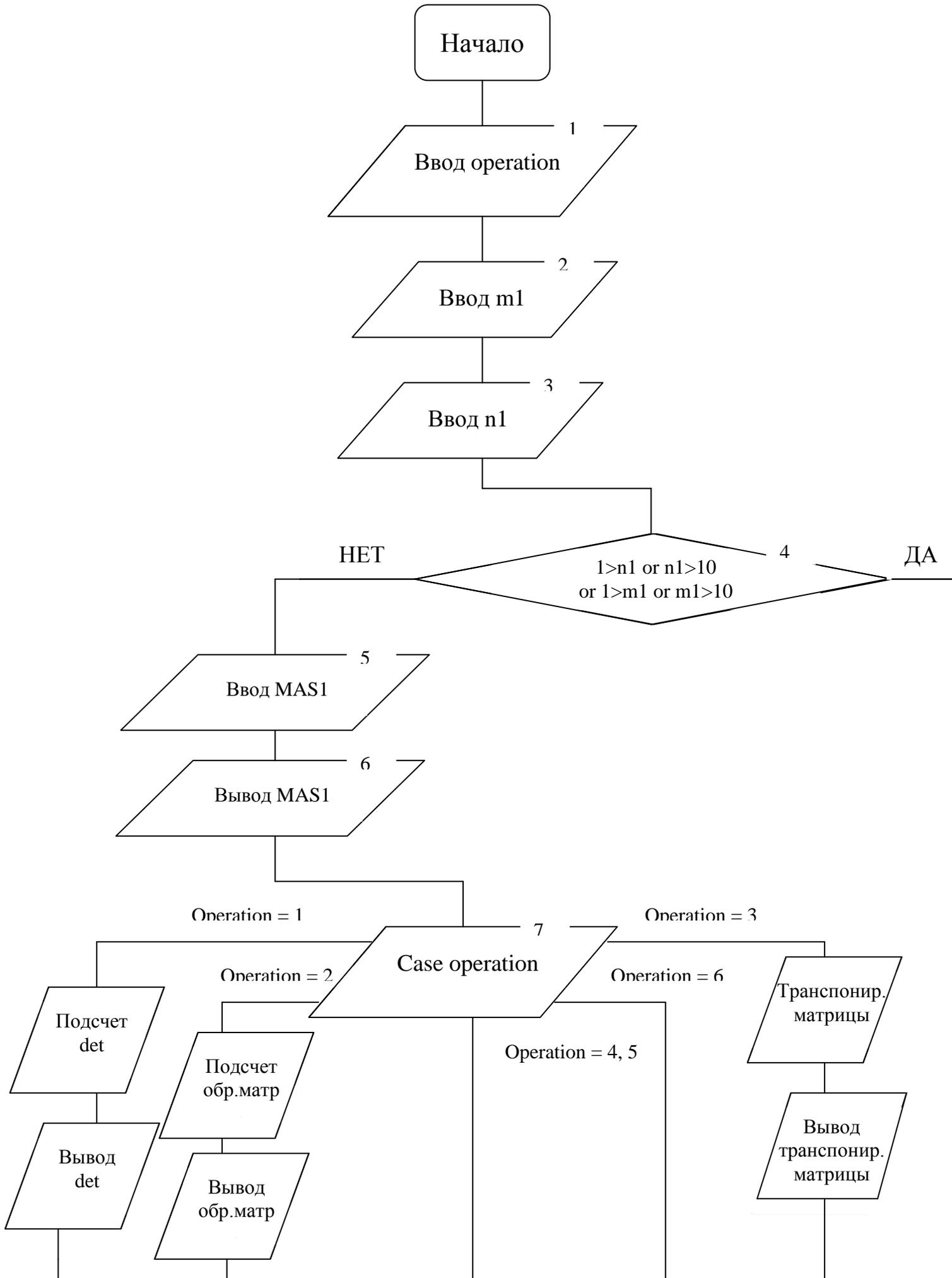
После запуска программы, пользователю предлагается выбрать требуемую операцию: нахождение определителя, обратной матрицы, транспонированной матрицы, сложение или вычитание двух матриц, умножение двух матриц. Это производится по средствам ввода пользователем цифры, соответствующей данной операции. Далее следует запрос о размерах данной матрицы (кол-ве строк и столбцов), после ввода которых программа проверяет, чтобы введенные значения не были отрицательными или не превышали допустимых размеров матрицы (в программе – 10x10). В случае, если перечисленные условия не выполняются, на экран выводится сообщение об ошибке, и программа завершает работу. При выполнении условий, пользователю предлагается ввести с клавиатуры исходную матрицу «А» (в программе – MAS1). Ввод производится построчно, для перехода к следующей строке, пользователю необходимо нажать клавишу «ENTER». После того, как число строк становится равным числу, введенному пользователем, ввод матрицы прекращается. Введенная матрица выводится на экран для проверки. Далее следует проверка «пригодности» введенной матрицы к операции, выбранной пользователем, в случае «непригодности» матрицы, на экран выводится сообщение об ошибке, и программа завершает работу. В случае «пригодности» матрицы, над ней производится выбранная операция, после чего на экран выводится сообщение о результате. Если пользователем была выбрана операция, требующая вторую матрицу «В» (в программе – MAS2), пользователю предлагается ввести ее размеры, как и при вводе матрицы «А», далее программа проверяет, возможно ли проведение выбранной операции над матрицами с введенными параметрами. Если операция невозможна, то на экран выводится сообщение об ошибке, и программа завершает работу. Иначе, операция выполняется, и ее результирующая матрица «С» (в программе – MAS3) выводится на экран.

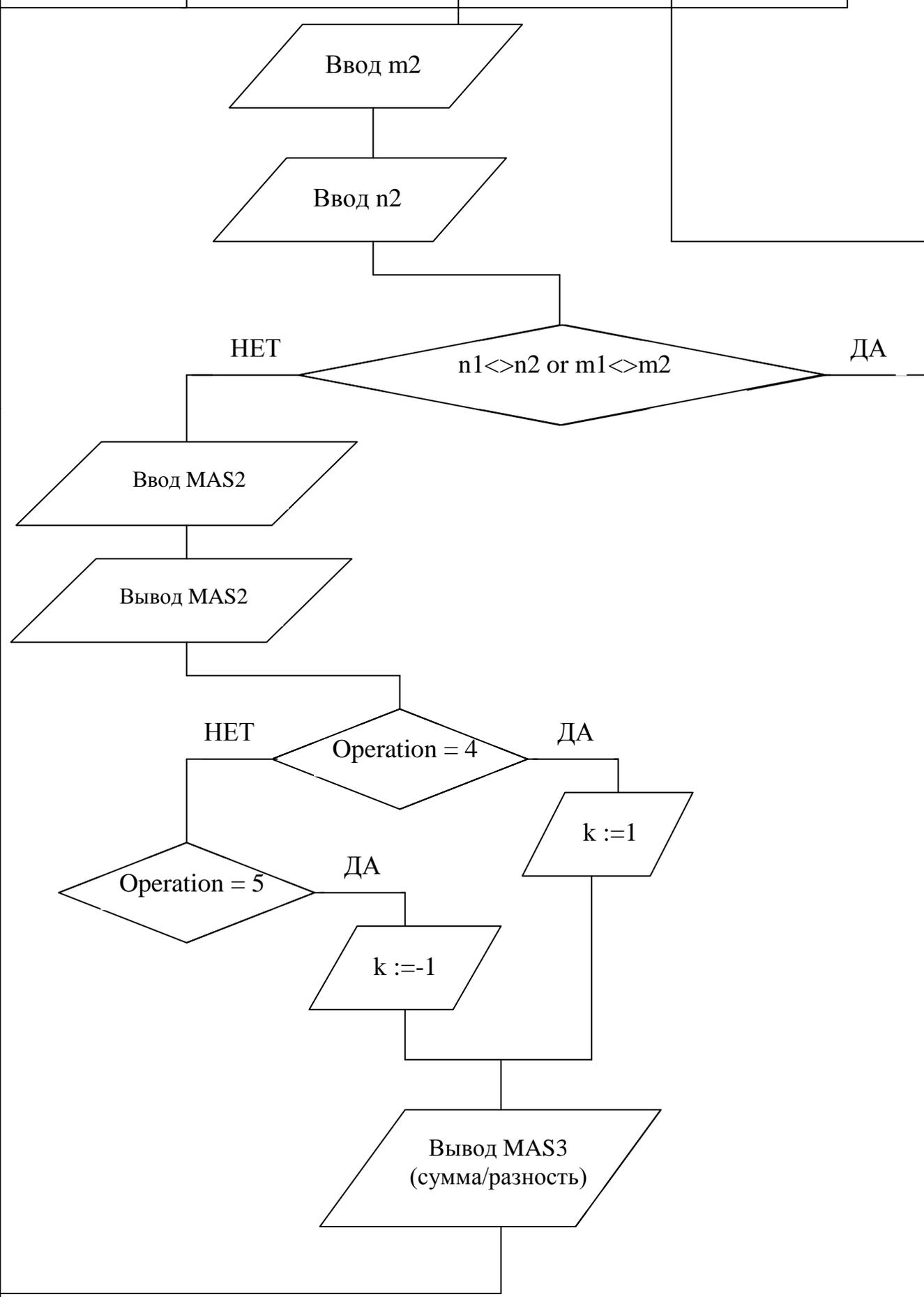
Ввод матриц возможен только с клавиатуры, непосредственно при выполнении программы. Ввод данных «из файла» не предусмотрен, т.к. этот вариант в условии задачи не оговаривается.

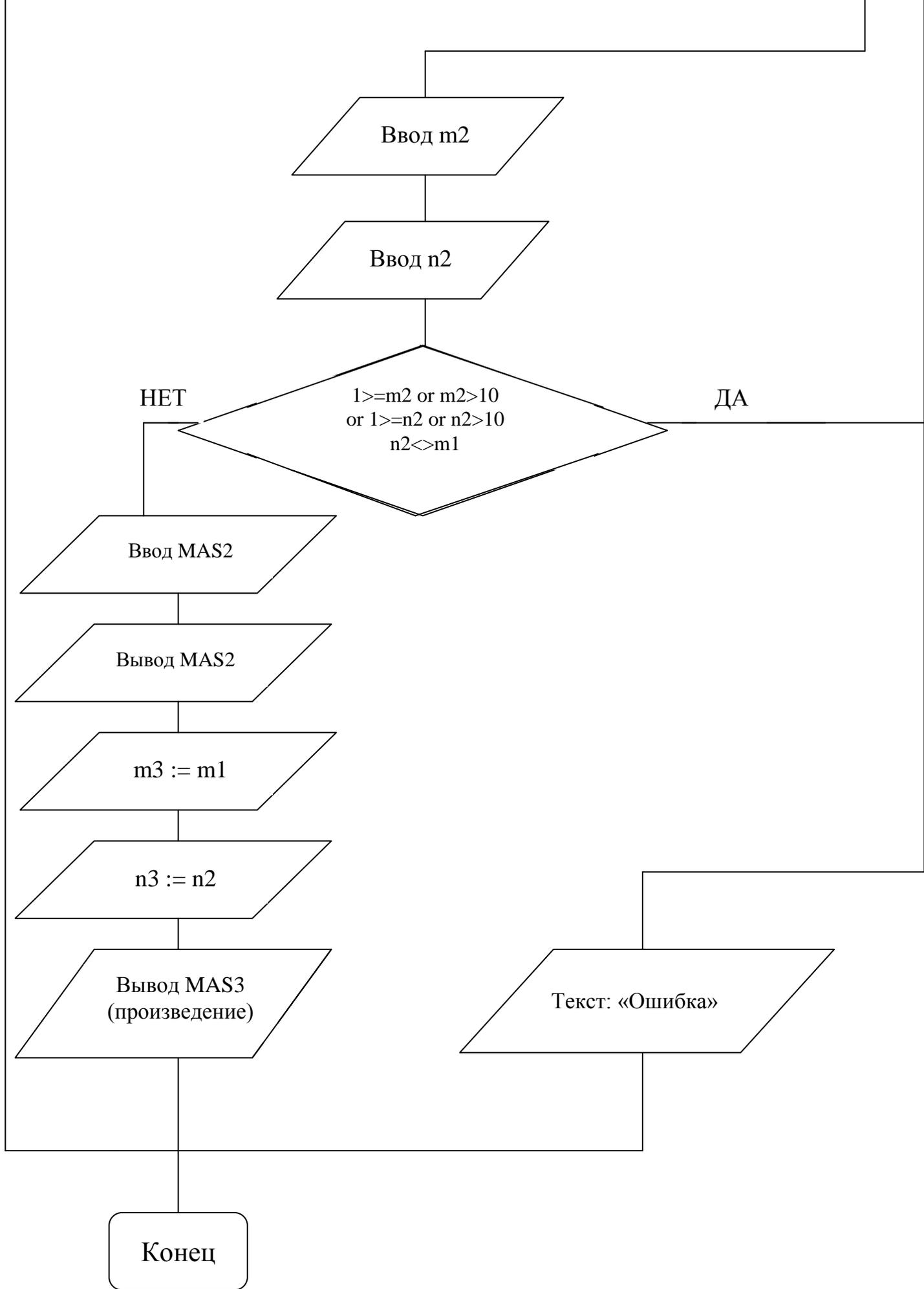
## Исходные данные и форма их представления

Переменные	Структура	Тип	Назначение
MAS1, MAS2, MAS3	Двумерный массив	Вещественный	Матрицы «А», «В», «С»
i1, i2, i3	Переменные	Целочисленный	Счетчик строк матриц А, В и С соответственно
j1, j2, j3	Переменные	Целочисленный	Счетчик столбцов матриц А, В и С соответственно
m1, m2, m3	Переменные	Целочисленный	Кол-во строк матриц А, В и С соответственно
n1, n2, n3	Переменные	Целочисленный	Кол-во столбцов матриц А, В и С соответственно
operation	Переменные	Целочисленный	Вариант программы
det	Переменные	Вещественный	Определитель
k	Переменные	Целочисленный	Рабочая переменная

Блок – схема программы







## Текст Программы:

```
Program MATRIX;           {Наименование программы}
Uses CRT;
VAR i1, i2, i3 : integer; {Счетчик строк}
    j1, j2, j3 : integer; {Счетчик столбцов}
    operation: integer;   {Вариант развития программы}
    det :      real;      {Определитель}k: integer;           {Рабочая переменная}

    {Массивы (матрицы), используемые в программе}
    MAS1,     {Матрица A}
    MAS2,     {Матрица B}
    MAS3 : array [1..10,1..10] of real; {Матрица C}

BEGIN {Начало программы}
  WriteLn ('Что Вы желаете делать с матрицами?');
  {Выбор пользователем варианта развития программы}
  WriteLn ('Если Вы желаете найти определитель матрицы, нажмите 1');
  WriteLn ('Если Вы желаете найти обратную матрицу, нажмите 2');
  WriteLn ('Если Вы желаете транспонировать матрицу, нажмите 3');
  WriteLn ('Если Вы желаете сложить матрицы, нажмите 4');
  WriteLn ('Если Вы желаете вычесть матрицы, нажмите 5');
  WriteLn ('Если Вы желаете перемножить матрицы, нажмите 6');
  ReadLn (operation); {Занесение выбранного варианта в память}

  WriteLn ('Введите кол-во строк исходной матрицы, не более 10');
  ReadLn (m1);
  WriteLn ('Введите кол-во столбцов исходной матрицы, не более 10');

  ReadLn (n1);
  If ((1>n1) or (n1>10) or (1>m1) or (m1>10)) {Условия ошибки}
  then begin
    WriteLn ('ОШИБКА!!!');
    Halt;
  end
  else begin
    WriteLn ('Введите исходную матрицу'); {Ввод исходной матрицы}
    for i1:=1 to m1 do
      for j1:=1 to n1 do Read (MAS1[i1,j1]);
    end;

    for i1:=1 to m1 do {Вывод исходной матрицы}
      begin
        for j1:=1 to n1 do
          Write (MAS1[i1,j1]);
          WriteLn;
        end;
      end;

    Case operation of {Оператор выбора «operation»}
    1: begin {Определитель}
        if (m1<>n1) then writeLn ('ОШИБКА!!!') {Условие ошибки}
        else
          begin {Формула определителя}
            det:=(MAS1[1,1]*MAS1[2,2]*MAS1[3,3]
              +MAS1[2,1]*MAS1[3,2]*MAS1[1,3]
              +MAS1[1,2]*MAS1[2,3]*MAS1[3,1])
              -(MAS1[3,1]*MAS1[2,2]*MAS1[1,3]
              +MAS1[3,2]*MAS1[2,3]*MAS1[1,1]
              +MAS1[2,1]*MAS1[1,2]*MAS1[3,3]);
            WriteLn ('Opredelitel det=',det); {Вывод определителя}
          end;
        end;
      end;
    2: begin {Обратная матрица}
        if (m1<>n1) then WriteLn ('ОШИБКА!!!') {Условие ошибки}
```

```

else begin
    det:=(MAS1[1,1]*MAS1[2,2]*MAS1[3,3] {Определитель}
    +MAS1[2,1]*MAS1[3,2]*MAS1[1,3]
    +MAS1[1,2]*MAS1[2,3]*MAS1[3,1])
    -(MAS1[3,1]*MAS1[2,2]*MAS1[1,3]
    +MAS1[3,2]*MAS1[2,3]*MAS1[1,1]
    +MAS1[2,1]*MAS1[1,2]*MAS1[3,3]);
    if det = 0 then WriteLn ('ОШИБКА!!!') {Условие ошибки}
    else begin {Союзная матрица}
        for i1:=1 to m1 do
            for j1:=1 to n1 do MAS2[i1,j1]:=MAS1[j1,i1];
        {Итоговая формула}
        for i1:=1 to m1 do
            for j1:=1 to n1 do
                MAS3[i1,j1]:=(1/det)*MAS2[i1,j1];

                WriteLn;
                WriteLn ('Обратная матрица:');
                for i1:=1 to m1 do begin {Вывод обратной матрицы}
                    for j1:=1 to n1 do
                        Write (MAS3[i1,j1]);
                        WriteLn;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

3: begin {Транспонирование матрицы}
    for i1:=1 to m1 do
        for j1:=1 to n1 do MAS2[i1,j1]:=MAS1[j1,i1]; {Формула}
    WriteLn ('Транспонированная матрица: ');
    for i1:=1 to m1 do begin {Вывод транспонированной матрицы}
        for j1:=1 to n1 do
            Write (MAS2[i1,j1]);
            WriteLn;
        end;
    end;
end;

4,5: begin {Сложение/вычитание матриц}
    {Ввод второй матрицы}
    WriteLn ('Введите кол-во строк второй матрицы');
    ReadLn (m2);
    WriteLn ('Введите кол-во столбцов второй матрицы');
    ReadLn (n2);
    If (n2<>n1) or (m2<>m1)
    then WriteLn ('ОШИБКА!!!') {Условие ошибки}
    else begin
        WriteLn ('Введите вторую матрицу');
        for i1:=1 to m1 do
            for j1:=1 to n1 do
                Read (MAS2[i1,j1]);
            end;
        for i1:=1 to m1 do {Вывод второй матрицы}
            begin
                for j1:=1 to n1 do
                    Write (MAS2[i1,j1]);
                    WriteLn;
                end;
            end;

            if operation = 4 then k := 1;
            if operation = 5 then k := -1;
            for i1:=1 to m1 do
                for j1:=1 to n1 do
                    MAS3[i1,j1]:=MAS1[i1,j1]+k*MAS2[i1,j1]; {Итоговая формула}

                writeln('Сумма/разность:');
                for i1:=1 to m1 do
                    begin
                        for j1:=1 to n1 do Write(MAS3[i1,j1]);
                        WriteLn;
                    end;
                end;
            end;
        end;
    end;
end;

```

```

        end;

    end;

6: begin {Умножение матриц}
    {Ввод второй матрицы}
    WriteLn ('Введите кол-во строк второй матрицы');
    ReadLn (m2);
    WriteLn ('Введите кол-во столбцов второй матрицы');
    ReadLn (n2);
    If ((1>=m2) or (m2>=10) or (1>=n2) or (n2>=10) {Условие ошибки}
        or (n2<>m1)) then WriteLn ('ОШИБКА!!!')
    else begin
        WriteLn ('Введите вторую матрицу');
        for i2:=1 to m2 do
            for j2:=1 to n2 do Read (MAS2[i2,j2]);
        end;
    for i2:=1 to m2 do begin {Вывод второй матрицы}
        for j2:=1 to n2 do
            Write (MAS2[i2,j2]);
            WriteLn;
        end;
    m3:=m1; n3:=n2;
    for i3:=1 to m3 do
        for j3:=1 to n3 do begin
            MAS3[i3,j3] := 0;
            for i2:= 1 to m2 do
                {Итоговая формула}
                MAS3[i3,j3] :=MAS3[i3,j3] + MAS1[i3,i2] * MAS2[i2,j3];
            end;
        begin {Вывод произведения}
            writeln;
            writeln('Произведение:');
            for i3:=1 to m1 do begin
                for j3:=1 to n2 do Write (MAS3[i3,j3]);
                WriteLn;
            end;
        end;
    end;
end;
End; {End Case}
ReadKey;
END. {Конец программы}

```

## Пример работы программы

### 1. Операция нахождения определителя:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 1.
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 3) Кол-во столбцов – 3.
- 4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 7 \\ 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$
- 5) Программа выдает ответ:  $\det = 54$ .

### 2. Операция нахождения обратной матрицы:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 2.
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 3) Кол-во столбцов – 3.
- 4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 7 \\ 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$
- 5) Программа выдает ответ: 
$$\begin{pmatrix} 1,851*100 & 9,259*100 & 1,481*10 \\ 7,407*100 & 5,555*100 & 1,851*100 \\ 9,259*100 & 1,296*10 & 7,407*100 \end{pmatrix}$$
.

### 3. Операция транспонирования матрицы:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 3.
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 3) Кол-во столбцов – 3.
- 4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 7 \\ 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$
- 5) Программа выдает ответ: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 5 & 8 \\ 4 & 3 & 1 \\ 5 & 7 & 4 \end{pmatrix}$$
.

### 4. Операция сложения матриц:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 3.
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 3) Кол-во столбцов – 3.
- 4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 7 \\ 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$
- 5) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 6) Кол-во столбцов – 3.
- 7) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 2 & 8 & 10 \\ 10 & 6 & 14 \\ 16 & 2 & 8 \end{pmatrix}$$
.
- 8) Программа выдает ответ: 
$$\begin{pmatrix} 3 & 12 & 15 \\ 15 & 9 & 21 \\ 24 & 3 & 12 \end{pmatrix}$$
.

5. Операция вычитания матриц:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 3.
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 3) Кол-во столбцов – 3.
- 4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 7 \\ 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$
- 5) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 6) Кол-во столбцов – 3.
- 7) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 2 & 8 & 10 \\ 10 & 6 & 14 \\ 16 & 2 & 8 \end{pmatrix}.$$
- 8) Программа выдает ответ: 
$$\begin{pmatrix} -1 & -4 & -5 \\ -5 & -3 & -7 \\ -8 & -1 & -4 \end{pmatrix}.$$

6. Операция перемножения матриц:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 3.
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 3) Кол-во столбцов – 3.
- 4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 7 \\ 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}$$
- 5) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 6) Кол-во столбцов – 3.
- 7) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 2 & 8 & 10 \\ 10 & 6 & 14 \\ 16 & 2 & 8 \end{pmatrix}.$$
- 8) Программа выдает ответ: 
$$\begin{pmatrix} 122 & 42 & 106 \\ 152 & 72 & 148 \\ 90 & 78 & 126 \end{pmatrix}.$$

7. Первый исключительный случай:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 1.
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 0.
- 3) Кол-во столбцов – 3.
- 4) Программа выдает: «ОШИБКА!!!».

8. Второй исключительный случай:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 1 (2, 3).
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 3) Кол-во столбцов – 2.
- 4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 5 & 3 \\ 8 & 1 \end{pmatrix}$$
- 5) Программа выдает: «ОШИБКА!!!».

9. Третий исключительный случай:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 4.
- 2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.
- 3) Кол-во столбцов – 3.

- 4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 7 \\ 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}.$$
- 5) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 2.  
6) Кол-во столбцов – 2.  
6) Программа выдает: «ОШИБКА!!!».

#### 10. Четвертый исключительный случай:

- 1) При появлении на экране меню с выбором операций, выбираем 6.  
2) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 3.  
3) Кол-во столбцов – 3.  
4) Вводим матрицу: 
$$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 5 \\ 5 & 3 & 7 \\ 8 & 1 & 4 \end{pmatrix}.$$
- 5) На предложение ввести кол-во строк матрицы, выбираем 2.  
6) Кол-во столбцов – 2.  
7) Программа выдает: «ОШИБКА!!!».

### Выводы по работе

Для проверки результатов, выдаваемых программой, использовался математический пакет MathCAD 2001 Professional.

Существенный недостаток программы в том, что при нахождении обратной матрицы и определителя, программа может работать только с матрицами, размером не превышающие  $3 \times 3$ . Это связано со значительным усложнением программы, в случае необходимости выполнения вышеперечисленных операций над матрицами большего размера.

При написании программы использовалась следующая литература:

- 1) Фаронов В.В. «TurboPascal 7.0, начальный курс. Учебное пособие».
- 2) Мизрохи С.В. «TurboPascal и объектно-ориентированное программирование».
- 3) Голубев А.Б., Сидоров Ю.Н., Чередниченко А.И., Яценко И.В. «Основы программирования на языке Pascal».
- 4) Борович Э.И. «Определители и матрицы».
- 5) Гутер Р.С., Резниковский П.Т. «Программирование и вычислительная математика».
- 6) Письменный Д.Т. «Конспект лекций по высшей математике», 1 часть.
- 7) Владимирский Б.М., Горстко А.Б., Ерусалимский Я.М. «Математика. Общий курс».