МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Лабораторная работа №3

по дисциплине: Исследование операций
тема: Модификации симплекс-метода. Методы искусственного базиса и больших штрафов.

Выполнил: ст. группы ПВ-223
Игнатьев Артур
Проверил:
Вирченко Юрий Петрович

Белгород 2024 г.

Цель работы: изучение методов искусственного базиса и больших штрафов решения задач ЛП в канонической форме, не подготовленных к работе симплекс-методом в чистом виде.

Задания для подготовки к работе

1. Изучить метод и алгоритм искусственного базиса и составить программу решения задачи ЛП этим методом.
2. Изучить метод и алгоритм больших штрафов и составить программу решения задачи ЛП этим методом.
3. Запрограммировать изученные алгоритмы и отладить соответствующие программы. В рамках подготовки тестовых данных решить вручную следующую задачу.

3.

$$z = x_1 - 3x_2 + 4x_3 + 5x_4 - x_5 + 8x_6 \to \max;$$

$$\begin{cases} x_1 + 5x_2 - 3x_3 - 4x_4 + 2x_5 + x_6 = 14, \\ 2x_1 + 9x_2 - 5x_3 - 7x_4 + 4x_5 + 2x_6 = 30, \end{cases}$$

$$x_i \geq 0 \left(i = \overline{1,6}\right).$$

Ручной расчет

Введем искусственные переменные x: в 1-ом равенстве вводим переменную x_7; во 2-ом равенстве вводим переменную x_8;

$$\begin{cases} x_1 + 5x_2 - 3x_3 - 4x_4 + 2x_5 + x_6 + x_7 = 14 \\ 2x_1 + 9x_2 - 5x_3 - 7x_4 + 4x_5 + 2x_6 + x_7 = 30 \end{cases}$$

Для постановки задачи на максимальную целевую функцию запишем так:
$F(X) = x_1 - 3x_2 + 4x_3 + 5x_4 - 1x_5 + 8x_6 - Mx_7 - Mx_8 \to \max$

За использование искусственных переменных, вводимых в целевую функцию, накладывается так называемый штраф величиной M, очень большое положительное число, которое обычно не задается.

Полученный базис называется искусственным, а метод решения называется методом искусственного базиса.

Из уравнений выражаем искусственные переменные:
$x_7 = 14-x_1-5x_2+3x_3+4x_4-2x_5-x_6$
$x_8 = 30-2x_1-9x_2+5x_3+7x_4-4x_5-2x_6$
которые поставим в целевую функцию:
$F(X) = x_1-3x_2 + 4x_3 + 5x_4 - x_5 + 8x_6 - M(14-x_1-5x_2+3x_3+4x_4-2x_5-x_6) - M(30-2x_1-9x_2+5x_3+7x_4-4x_5-2x_6) \rightarrow max$

Базис	B	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X7	14	1	5	-3	-4	2	1	1	0
X8	30	2	9	-5	-7	4	2	0	1
F(x0)	-44M	-1-3M	3-14M	-4+8M	-5+11M	1-6M	-8-3M	0	0

В качестве ведущего выберем столбец, соответствующий переменной x_2, так как это наибольший коэффициент по модулю.
1-ая строка ведущая. Разрешающий элемент равен 5

Базис	B	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	min
X7	14	1	5	-3	-4	2	1	1	0	14/5
X8	30	2	9	-5	-7	4	2	0	1	10/3
F(x1)	-44M	-1-3M	3-14M	-4+8M	-5+11M	1-6M	-8-3M	0	0	

Представим расчет каждого элемента в виде таблицы

B	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
14/5	1/5	5/5	-3/5	-4/5	2/5	1/5	1/5	0/5
30-(14*9)/5	2-(1*9)/5	9-(5*9)/5	-5-(-3*9):5	-7-(-4*9):5	4-(2*9):5	2-(1*9):5	0-(1*9):5	1-(0*9):5
0-(14*(3-14M))/5	(-1-3M)-(1*(3-14M))/5	(3-14M)-(5*(3-14M)):5	(-4+8M)-(-3*(3-14M)):5	(-5+11M)-(-4*(3-14M)):5	(1-6M)-(2*(3-14M)):5	(-8-3M)-(1*(3-14M)):5	(0)-(1*(3-14M)):5	(0)-(0*(3-14M)):5

Получаем новую симплекс таблицу

Базис	B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_2	14/5	1/5	1	-3/5	-4/5	2/5	1/5	1/5	0
x_8	24/5	1/5	0	2/5	1/5	2/5	1/5	-9/5	1
F(X1)	$^{-42}/_{5}$-$^{24}/_{5}$M	$^{-8}/_{5}$-M	0	$^{-11}/_{5}$-$^{2}/_{5}$M	$^{-13}/_{5}$-M	$^{-1}/_{5}$-$^{2}/_{5}$M	$^{-43}/_{5}$-M	-$^{3}/_{5}$+$^{14}/_{5}$M	0

Текущий опорный план неоптимален, так как в индексной строке находятся отрицательные коэффициенты.
В качестве ведущего выберем столбец, соответсвующий переменной x3, так как наибольший коэффициент по модулю
2-ая строка является ведущей. Разрешающий элемент равен (2/5) и находится на пересечении ведущего столбца и ведущей строки.

Базис	B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	min
x_2	14/5	1/5	1	-3/5	-4/5	2/5	1/5	1/5	0	-
x_8	24/5	1/5	0	2/5	1/5	2/5	1/5	-9/5	1	12
F(X2)	$^{-42}/_{5}$-$^{24}/_{5}$M	$^{-8}/_{5}$-M	0	$^{-11}/_{5}$-$^{2}/_{5}$M	$^{-13}/_{5}$-M	$^{-1}/_{5}$-$^{2}/_{5}$M	$^{-43}/_{5}$-M	-$^{3}/_{5}$+$^{14}/_{5}$M	0	

Представим расчет каждого элемента таблицы:

B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
$^{14}/_{5}$-($^{24}/_{5}$*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$	$^{1}/_{5}$-($^{1}/_{5}$*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$	1-(0*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$	-$^{3}/_{5}$-($^{2}/_{5}$*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$	-$^{4}/_{5}$-($^{1}/_{5}$*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$	$^{2}/_{5}$-($^{2}/_{5}$*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$	$^{1}/_{5}$-($^{1}/_{5}$*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$	$^{1}/_{5}$-(-$^{9}/_{5}$*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$	0-(1*-$^{3}/_{5}$):$^{2}/_{5}$
$^{24}/_{5}$: $^{2}/_{5}$	$^{1}/_{5}$: $^{2}/_{5}$	0 : $^{2}/_{5}$	$^{2}/_{5}$: $^{2}/_{5}$	$^{1}/_{5}$: $^{2}/_{5}$	$^{2}/_{5}$: $^{2}/_{5}$	$^{1}/_{5}$: $^{2}/_{5}$	-$^{9}/_{5}$: $^{2}/_{5}$	1 : $^{2}/_{5}$
(0)-($^{24}/_{5}$*(-$^{11}/_{5}$-	($^{-8}/_{5}$-M)-($^{1}/_{5}$*(-$^{11}/_{5}$-	(0)-(0*(-$^{11}/_{5}$-	($^{-11}/_{5}$-$^{2}/_{5}$M)-($^{2}/_{5}$*(-$^{11}/_{5}$-	($^{-13}/_{5}$-M)-($^{1}/_{5}$*(-$^{11}/_{5}$-	($^{-1}/_{5}$-$^{2}/_{5}$M)-($^{2}/_{5}$*(-$^{11}/_{5}$-	($^{-43}/_{5}$-M)-($^{1}/_{5}$*(-$^{11}/_{5}$-	(-$^{3}/_{5}$+$^{14}/_{5}$M)-(-$^{9}/_{5}$*($^{-11}/_{5}$-	(0)-(1*(-$^{11}/_{5}$-

$^{2}/_{5}$M)):^{2} /$_{5}$	$^{2}/_{5}$M)):^{2} /$_{5}$	$^{2}/_{5}$M)):^{2} /$_{5}$	$^{2}/_{5}$M)):^{2} /$_{5}$	$^{2}/_{5}$M)):^{2} /$_{5}$	$^{2}/_{5}$M)):^{2} /$_{5}$	$^{2}/_{5}$M)):^{2} /$_{5}$	$^{2}/_{5}$M)):^{2}/ $_{5}$	$^{2}/_{5}$M)):^{2} /$_{5}$

Получаем новую симплекс-таблицу:

Базис	B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_2	10	1/2	1	0	-1/2	1	1/2	-5/2	3/2
x_3	12	1/2	0	1	1/2	1	1/2	-9/2	5/2
F(X2)	18	$^{-1}/_{2}$	0	0	$^{-3}/_{2}$	2	$^{-15}/_{2}$	$^{-21}/_{2}$+M	$^{11}/_{2}$+M

Текущий опорный план неоптимален, так как в индексной строке находятся отрицательные коэффициенты.
В качестве ведущего выберем столбец, соответствующий переменной x_6, так как это наибольший коэффициент по модулю.
Следовательно, 1-ая строка является ведущей.
Разрешающий элемент равен ($^{1}/_{2}$) и находится на пересечении ведущего столбца и ведущей строки.

Базис	B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	min
x_2	10	1/2	1	0	-1/2	1	1/2	-5/2	3/2	20
x_3	12	1/2	0	1	1/2	1	1/2	-9/2	5/2	24
F(X3)	18	$^{-1}/_{2}$	0	0	$^{-3}/_{2}$	2	$^{-15}/_{2}$	$^{-21}/_{2}$+M	$^{11}/_{2}$+M	

Представим расчет каждого элемента в таблице

B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
$10 : 1/2$	$1/2 : 1/2$	$1 : 1/2$	$0 : 1/2$	$-1/2 : 1/2$	$1 : 1/2$	$1/2 : 1/2$	$-5/2 : 1/2$	$3/2 : 1/2$
$12-(10*1/2):1/2$	$1/2-(1/2*1/2):1/2$	$0-(1*1/2):1/2$	$1-(0*1/2):1/2$	$1/2-(-1/2*1/2):1/2$	$1-(1*1/2):1/2$	$1/2-(1/2*1/2):1/2$	$-9/2-(-5/2*1/2):1/2$	$5/2-(3/2*1/2):1/2$
$(11/2+M)-(10*(-15/2)):1/2$	$(-1/2)-(1/2*(-15/2)):1/2$	$(0)-(1*(-15/2)):1/2$	$(0)-(0*(-15/2)):1/2$	$(-3/2)-(-1/2*(-15/2)):1/2$	$(2)-(1*(-15/2)):1/2$	$(-15/2)-(1/2*(-15/2)):1/2$	$(-21/2+M)-(-5/2*(-15/2)):1/2$	$(11/2+M)-(3/2*(-15/2)):1/2$

Получаем новую симплекс-таблицу:

Базис	B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_6	20	1	2	0	-1	2	1	-5	3
x_3	2	0	-1	1	1	0	0	-2	1
F(X3)	168	7	15	0	-9	17	0	-48+M	28+M

Текущий опорный план неоптимален, так как в индексной строке находятся отрицательные коэффициенты.
В качестве ведущего выберем столбец, соответствующий переменной x_4, так как это наибольший коэффициент по модулю.
2-ая строка является ведущей.
Разрешающий элемент равен (1) и находится на пересечении ведущего столбца и ведущей строки.

Базис	B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	min
x_6	20	1	2	0	-1	2	1	-5	3	-
x_3	2	0	-1	1	1	0	0	-2	1	2
F(X4)	168	7	15	0	-9	17	0	-48+M	28+M	

Представим расчет каждого элемента в виде таблицы:

B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
20-(2*-1):1	1-(0*-1):1	2-(-1*-1):1	0-(1*-1):1	-1-(1*-1):1	2-(0*-1):1	1-(0*-1):1	-5-(-2*-1):1	3-(1*-1):1
2 : 1	0 : 1	-1 : 1	1 : 1	1 : 1	0 : 1	0 : 1	-2 : 1	1 : 1
(28+M)-(2*(-9)):1	(7)-(0*(-9)):1	(15)-(-1*(-9)):1	(0)-(1*(-9)):1	(-9)-(1*(-9)):1	(17)-(0*(-9)):1	(0)-(0*(-9)):1	(-48+M)-(-2*(-9)):1	(28+M)-(1*(-9)):1

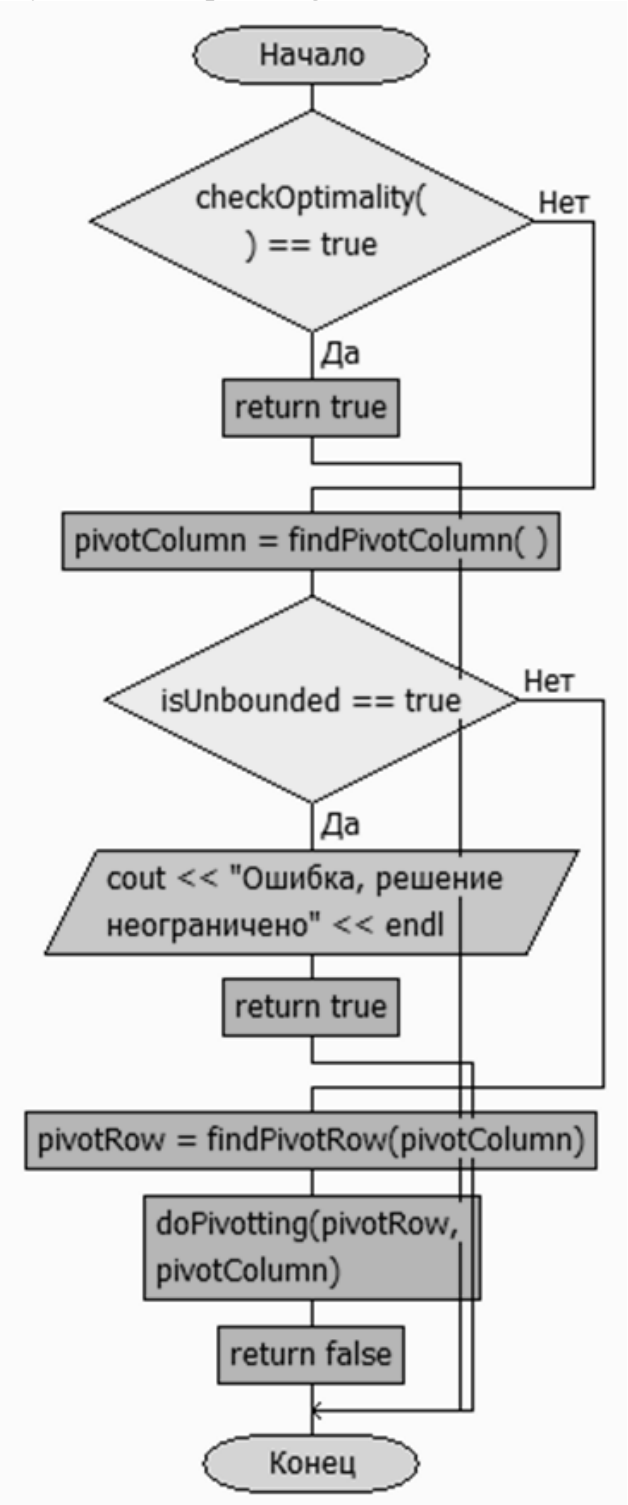
Получаем новую симплекс-таблицу

Базис	B	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
x_6	22	1	1	1	0	2	1	-7	4
x_4	2	0	-1	1	1	0	0	-2	1
F(X4)	186	7	6	9	0	17	0	-66+M	37+M

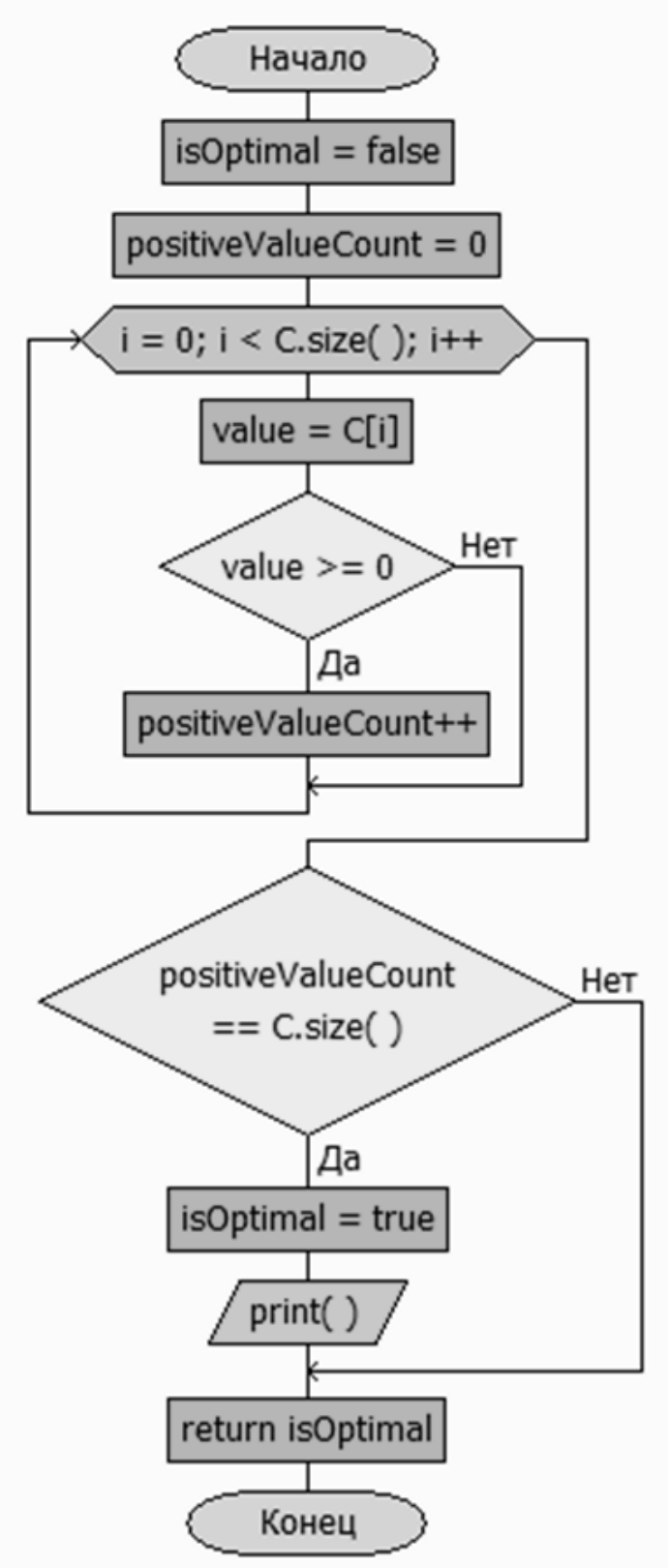
Среди значений индексной строки нет отрицательных. Поэтому эта таблица определяет оптимальный план задачи.
Так как в оптимальном решении отсутствуют искусственные переменные (они равны нулю), то данное решение является допустимым.

Оптимальный план можно записать так:
$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0, x_4 = 2, x_5 = 0, x_6 = 22$
F(X) = 1*0 -3*0 + 4*0 + 5*2 -1*0 + 8*22 = 186

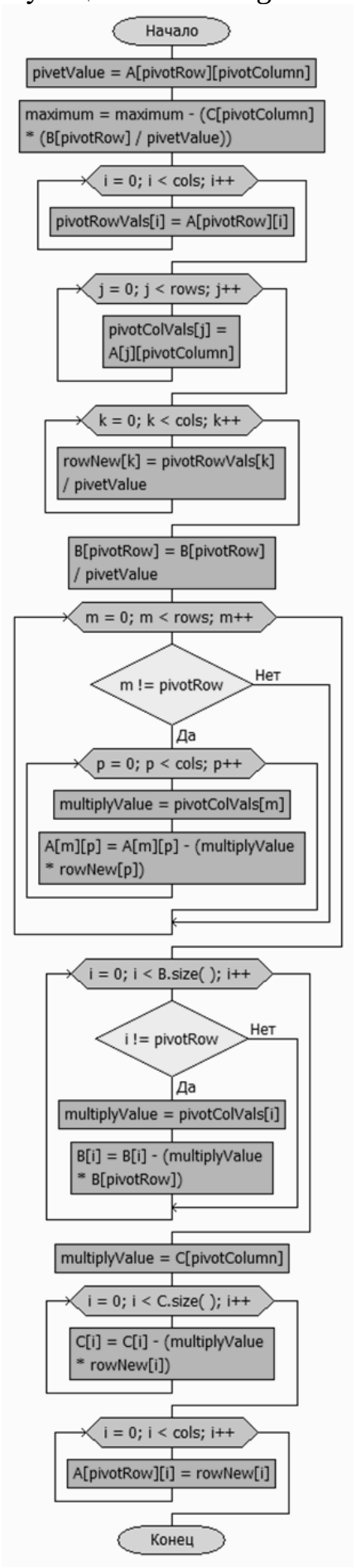
Блок-схемы:
Функция simplexAlgorithmCalculataion



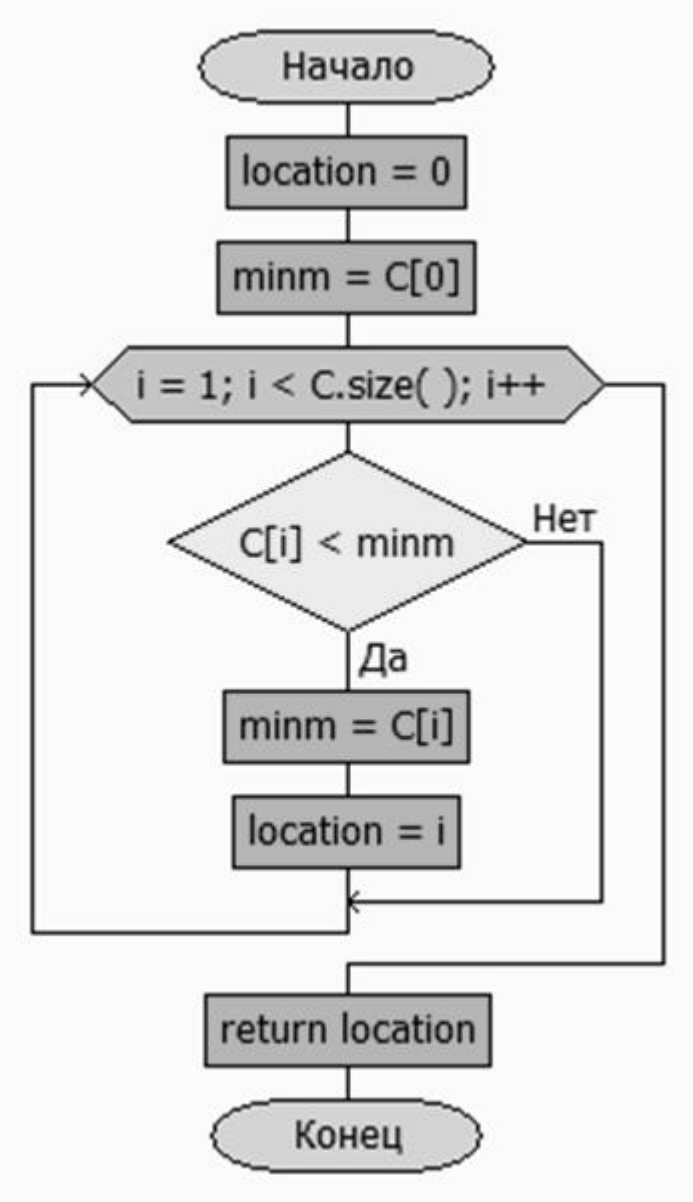
Функция CheckOptimality:



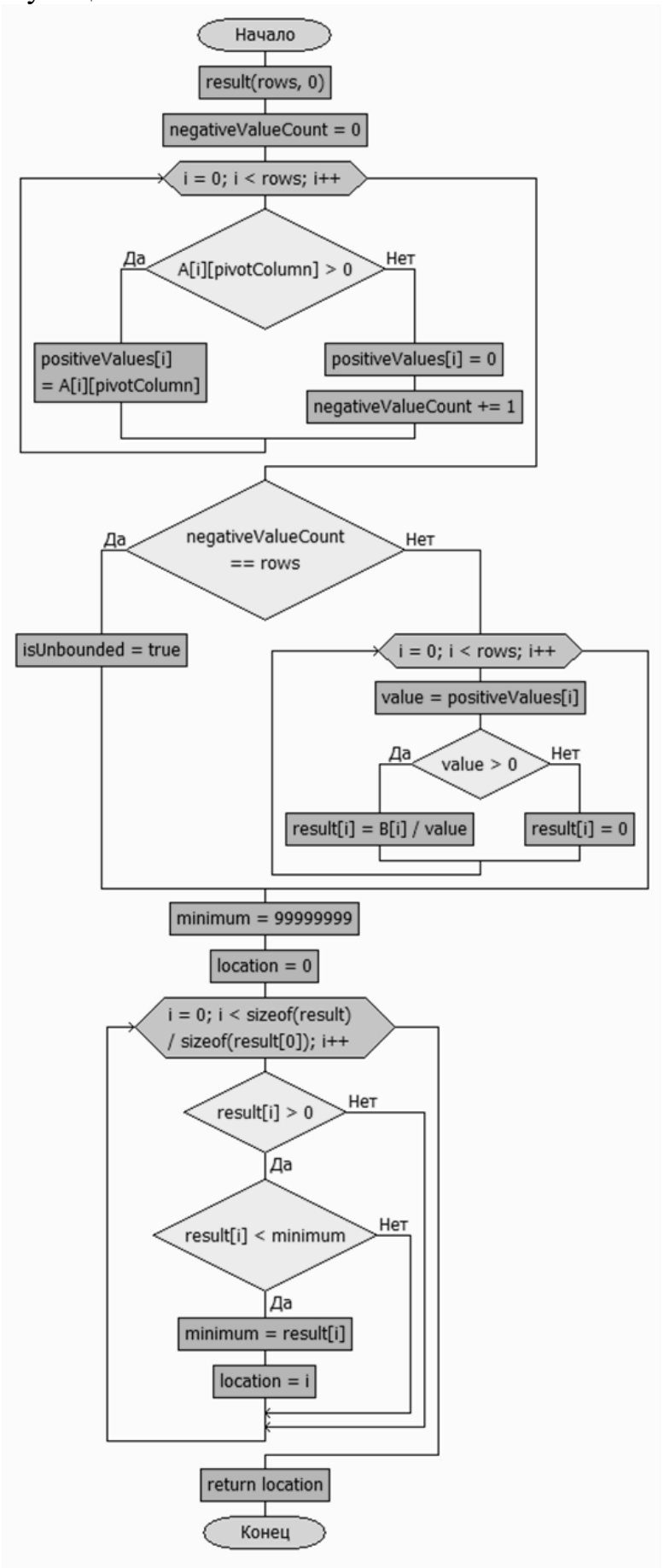
Функция doPivotting:



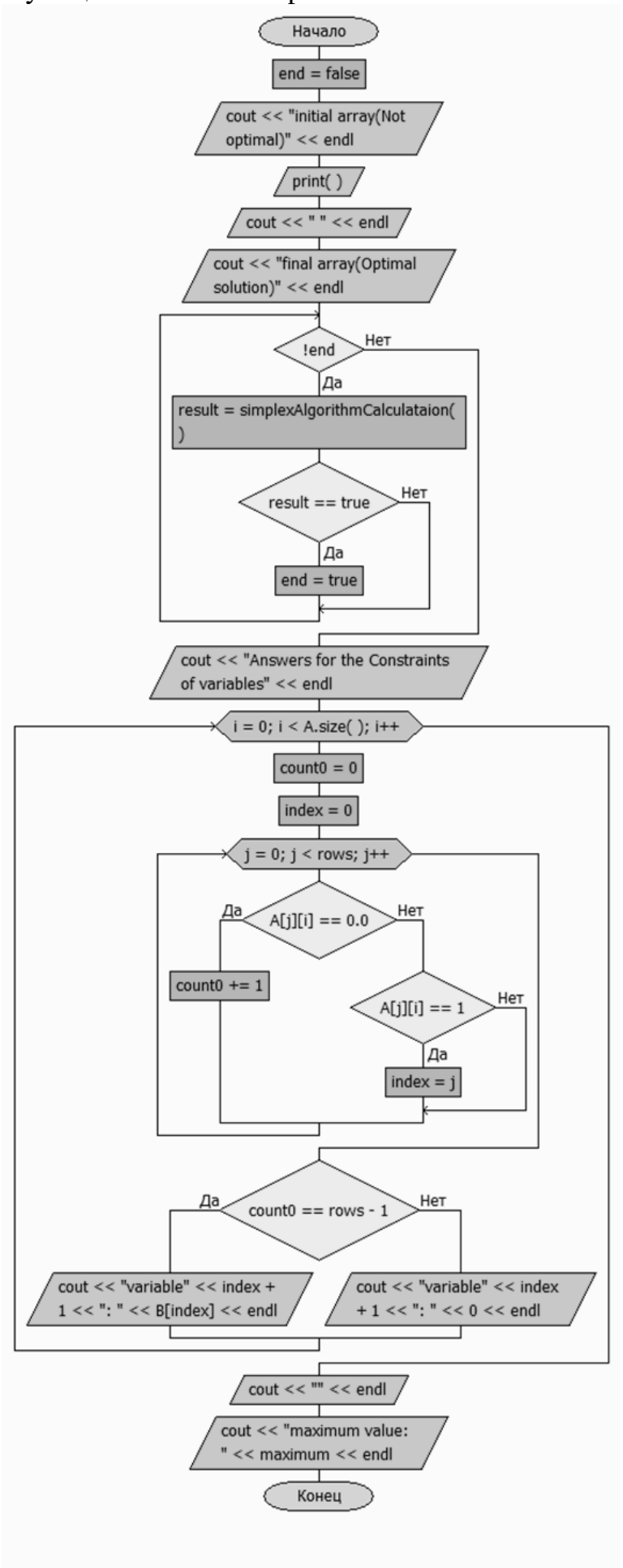
Функция findPivotColumn:



Функция findPivotRow



Функция CalculateSimplex



Код программы:

```
#include <iostream> // Подключение заголовочного файла для ввода-вывода в стандартные потоки
#include <cmath> // Подключение заголовочного файла для математических функций
#include <vector> // Подключение заголовочного файла для использования векторов
using namespace std; // Использование стандартного пространства имён

class Simplex // Объявление класса Simplex
{

private: // Приватная секция класса

    int rows, cols; // Переменные для хранения количества строк и столбцов
    vector<vector<float>> A; // Матрица коэффициентов переменных
    vector<float> B; // Массив констант ограничений
    vector<float> C; // Массив коэффициентов целевой функции

    float maximum; // Переменная для хранения максимального значения целевой функции

    bool isUnbounded; // Флаг, указывающий, является ли задача неограниченной

public: // Публичная секция класса

    Simplex(vector<vector<float>> matrix, vector<float> b, vector<float> c) // Конструктор класса
    {
        maximum = 0; // Инициализация максимального значения
        isUnbounded = false; // Инициализация флага неограниченности
        rows = matrix.size(); // Установка количества строк
        cols = matrix[0].size(); // Установка количества столбцов
        A.resize(rows, vector<float>(cols, 0)); // Инициализация размера матрицы A
        B.resize(b.size()); // Инициализация размера массива B
        C.resize(c.size()); // Инициализация размера массива C

        for (int i = 0; i < rows; i++) // Цикл по строкам матрицы
        {
            for (int j = 0; j < cols; j++) // Цикл по столбцам матрицы
            {
                A[i][j] = matrix[i][j]; // Присваивание значений матрицы
            }
        }

        for (int i = 0; i < c.size(); i++) // Цикл по массиву коэффициентов целевой функции
        {
            C[i] = c[i]; // Присваивание значений массива C
        }
        for (int i = 0; i < b.size(); i++) // Цикл по массиву констант ограничений
        {
            B[i] = b[i]; // Присваивание значений массива B
        }
    }

    bool simplexAlgorithmCalculataion() // Функция для выполнения итерации метода симплекс
```

```
    {
        // Проверка на оптимальность таблицы
        if (checkOptimality() == true)
        {
            return true; // В случае оптимальности завершаем алгоритм
        }

        int pivotColumn = findPivotColumn(); // Находим столбец для
опорного элемента

        if (isUnbounded == true) // Проверяем на условие неограниченности
        {
            cout << "Error unbounded" << endl; // Выводим сообщение об
ошибке
            return true; // Завершаем алгоритм
        }

        int pivotRow = findPivotRow(pivotColumn); // Находим строку для
опорного элемента

        doPivotting(pivotRow, pivotColumn); // Производим обновление
таблицы

        return false; // Возвращаем флаг продолжения выполнения алгоритма
    }

    bool checkOptimality() // Функция для проверки оптимальности таблицы
    {
        bool isOptimal = false; // Инициализируем флаг оптимальности
        int positveValueCount = 0; // Счётчик положительных значений

        // Проверяем коэффициенты целевой функции на неотрицательность
        for (int i = 0; i < C.size(); i++)
        {
            float value = C[i];
            if (value >= 0)
            {
                positveValueCount++;
            }
        }
        // Если все коэффициенты неотрицательны, то таблица оптимальна
        if (positveValueCount == C.size())
        {
            isOptimal = true; // Устанавливаем флаг оптимальности
            print(); // Выводим текущее состояние таблицы
        }
        return isOptimal; // Возвращаем флаг оптимальности
    }

    void doPivotting(int pivotRow, int pivotColumn) // Функция для
обновления таблицы после выбора опорного элемента
    {

        float pivetValue = A[pivotRow][pivotColumn]; // Получаем значение
опорного элемента

        float pivotRowVals[cols]; // Массив значений строки с опорным
элементом
        float pivotColVals[rows]; // Массив значений столбца с опорным
элементом
        float rowNew[cols]; // Массив значений обновлённой строки
```

```
        maximum = maximum - (C[pivotColumn] * (B[pivotRow] / pivetValue));
// Обновляем максимальное значение

        // Получаем значения строки с опорным элементом
        for (int i = 0; i < cols; i++)
        {
            pivotRowVals[i] = A[pivotRow][i];
        }
        // Получаем значения столбца с опорным элементом
        for (int j = 0; j < rows; j++)
        {
            pivotColVals[j] = A[j][pivotColumn];
        }

        // Обновляем значения обновлённой строки
        for (int k = 0; k < cols; k++)
        {
            rowNew[k] = pivotRowVals[k] / pivetValue;
        }

        B[pivotRow] = B[pivotRow] / pivetValue; // Обновляем значение
вектора B

        // Обновляем остальные значения в матрице A
        for (int m = 0; m < rows; m++)
        {
            if (m != pivotRow) // Пропускаем строку с опорным элементом
            {
                for (int p = 0; p < cols; p++)
                {
                    float multiplyValue = pivotColVals[m];
                    A[m][p] = A[m][p] - (multiplyValue * rowNew[p]);
                }
            }
        }

        // Обновляем значения вектора B
        for (int i = 0; i < B.size(); i++)
        {
            if (i != pivotRow)
            {
                float multiplyValue = pivotColVals[i];
                B[i] = B[i] - (multiplyValue * B[pivotRow]);
            }
        }

        float multiplyValue = C[pivotColumn]; // Получаем коэффициент для
обновления вектора C
        // Обновляем значения вектора C
        for (int i = 0; i < C.size(); i++)
        {
            C[i] = C[i] - (multiplyValue * rowNew[i]);
        }

        // Заменяем строку с опорным элементом на обновлённую строку
        for (int i = 0; i < cols; i++)
        {
            A[pivotRow][i] = rowNew[i];
        }
    }
```

```
    void print() // Функция для вывода текущего состояния таблицы
    {
        for (int i = 0; i < rows; i++) // Цикл по строкам
        {
            for (int j = 0; j < cols; j++) // Цикл по столбцам
            {
                cout << A[i][j] << " "; // Вывод элемента матрицы
            }
            cout << "" << endl; // Переход на новую строку
        }
        cout << "" << endl; // Переход на новую строку
    }

    int findPivotColumn() // Функция для поиска столбца с наименьшим
коэффициентом целевой функции
    {

        int location = 0; // Переменная для хранения индекса столбца
        float minm = C[0]; // Переменная для хранения минимального
коэффициента

        for (int i = 1; i < C.size(); i++) // Цикл по коэффициентам целевой
функции
        {
            if (C[i] < minm) // Поиск минимального коэффициента
            {
                minm = C[i];
                location = i;
            }
        }

        return location; // Возвращаем индекс столбца
    }

    int findPivotRow(int pivotColumn) // Функция для поиска строки с
опорным элементом
    {
        float positiveValues[rows]; // Массив для хранения положительных
значений
        vector<float> result(rows, 0); // Вектор для хранения результатов
        int negativeValueCount = 0; // Счётчик отрицательных значений

        for (int i = 0; i < rows; i++) // Цикл по строкам
        {
            if (A[i][pivotColumn] > 0) // Проверка положительности элемента
            {
                positiveValues[i] = A[i][pivotColumn];
            }
            else
            {
                positiveValues[i] = 0; // Игнорируем отрицательные значения
                negativeValueCount += 1; // Увеличиваем счётчик
отрицательных значений
            }
        }
        // Проверка условия неограниченности
        if (negativeValueCount == rows)
        {
            isUnbounded = true;
        }
```

```
        else
        {
            for (int i = 0; i < rows; i++) // Цикл по строкам
            {
                float value = positiveValues[i];
                if (value > 0) // Проверка на положительность
                {
                    result[i] = B[i] / value; // Вычисление результатов
                }
                else
                {
                    result[i] = 0;
                }
            }
        }
        // Поиск минимального значения в векторе результатов
        float minimum = 99999999;
        int location = 0;
        for (int i = 0; i < sizeof(result) / sizeof(result[0]); i++)
        {
            if (result[i] > 0)
            {
                if (result[i] < minimum)
                {
                    minimum = result[i];
                    location = i;
                }
            }
        }

        return location; // Возвращаем индекс строки с опорным элементом
    }

    void CalculateSimplex() // Функция для выполнения метода симплекс
    {
        bool end = false; // Флаг завершения алгоритма

        cout << "initial array(Not optimal)" << endl; // Вывод сообщения о
начальном состоянии таблицы
        print(); // Вывод начального состояния таблицы

        cout << " " << endl; // Переход на новую строку
        cout << "final array(Optimal solution)" << endl; // Вывод сообщения
о конечном состоянии таблицы

        while (!end) // Цикл выполнения итераций алгоритма
        {

            bool result = simplexAlgorithmCalculataion(); // Выполняем
итерацию алгоритма

            if (result == true) // Проверяем флаг окончания алгоритма
            {
                end = true; // Завершаем цикл
            }
        }
        cout << "Answers for the Constraints of variables" << endl; //
Выводим результаты

        for (int i = 0; i < A.size(); i++) // Цикл по строкам матрицы
        {
```

```
            int count0 = 0; // Счётчик нулевых элементов
            int index = 0; // Индекс для переменной
            for (int j = 0; j < rows; j++) // Цикл по строкам
            {
                if (A[j][i] == 0.0) // Проверка на ноль
                {
                    count0 += 1;
                }
                else if (A[j][i] == 1) // Проверка на единицу
                {
                    index = j; // Получаем индекс переменной
                }
            }

            if (count0 == rows - 1) // Проверка на количество нулевых
элементов
            {

                cout << "variable" << index + 1 << ": " << B[index] <<
endl; // Выводим значение переменной
            }
            else
            {
                cout << "variable" << index + 1 << ": " << 0 << endl; //
Выводим ноль
            }
        }

        cout << "" << endl; // Переход на новую строку
        cout << "maximum value: " << maximum << endl; // Выводим
максимальное значение целевой функции
    }
};

int main() // Основная функция программы
{

    int colSizeA = 9; // Задаём размер столбцов матрицы A
    int rowSizeA = 3; // Задаём размер строк матрицы A

    float C[] = {0, -7, 0, -8, 0, -1, 0, 0, 0}; // Задаём массив
коэффициентов целевой функции
    float B[] = {10, 26, 12}; // Задаём массив констант ограничений

    float a[3][9] = { // Инициализируем матрицу A
            {1, -3, 0, -4, 0, -2, 1, 0, 0},
            {0, 5, 0, 5, 1, 1, 0, 1, 0},
            {0, 4, 1, -6, 0, -3, 0, 0, 1}};

    vector<vector<float>> vec2D(rowSizeA, vector<float>(colSizeA, 0)); //
Инициализируем двумерный вектор

    vector<float> b(rowSizeA, 0); // Инициализируем вектор b
    vector<float> c(colSizeA, 0); // Инициализируем вектор c

    for (int i = 0; i < rowSizeA; i++) // Цикл по строкам
    {
        for (int j = 0; j < colSizeA; j++) // Цикл по столбцам
        {
            vec2D[i][j] = a[i][j]; // Присваивание значений двумерному
вектору
```

```
        }
    }

    for (int i = 0; i < rowSizeA; i++) // Цикл по строкам
    {
        b[i] = B[i]; // Присваивание значений вектору b
    }

    for (int i = 0; i < colSizeA; i++) // Цикл по столбцам
    {
        c[i] = C[i]; // Присваивание значений вектору c
    }

    Simplex simplex(vec2D, b, c); // Создание объекта класса Simplex
    simplex.CalculateSimplex(); // Выполнение метода симплекс

    return 0; // Возврат нулевого значения
}import numpy as np  # Импорт библиотеки numpy для работы с массивами

class Simplex:  # Объявление класса Simplex

    def __init__(self, matrix, b, c): # Метод инициализации класса с
параметрами matrix, b, c
        self.maximum = 0 # Инициализация переменной maximum для хранения
максимального значения
        self.isUnbounded = False # Инициализация переменной isUnbounded
для проверки на ограниченность
        self.rows, self.cols = len(matrix), len(matrix[0]) # Получение
количества строк и столбцов матрицы
        self.A = np.array(matrix)  # Преобразование матрицы A в массив
numpy
        self.B = np.array(b) # Преобразование вектора B в массив numpy
        self.C = np.array(c)  # Преобразование вектора C в массив numpy

    def simplexAlgorithmCalculation(self): # Метод выполнения шага
симплекс-алгоритма
        if self.checkOptimality():  # Проверка на оптимальность текущего
решения
            return True

        pivotColumn = self.findPivotColumn()  # Нахождение опорного столбца

        if self.isUnbounded: # Проверка на неограниченность
            print("Error unbounded")  # Вывод сообщения об ошибке
неограниченности
            return True

        pivotRow = self.findPivotRow(pivotColumn)  # Нахождение опорной
строки

        self.doPivoting(pivotRow, pivotColumn) # Выполнение операции
пересчета

        return False

    def checkOptimality(self): # Проверка на оптимальность текущего
решения
        if all(value >= 0 for value in self.C): # Если все значения
вектора C неотрицательны
            print("Optimal solution:")  # Вывод сообщения об оптимальном
решении
```

```
            print(self.A) # Вывод матрицы A
            return True
        return False

    def doPivoting(self, pivotRow, pivotColumn): # Метод выполнения
операции пересчета
        pivotValue = self.A[pivotRow][pivotColumn] # Получение значения
опорного элемента
        pivotRowVals = self.A[pivotRow]  # Получение значений опорной
строки
        pivotColVals = self.A[:, pivotColumn]  # Получение значений
опорного столбца

        rowNew = pivotRowVals / pivotValue # Новая опорная строка после
пересчета
        self.maximum -= self.C[pivotColumn] * (self.B[pivotRow] /
pivotValue)  # Обновление максимального значения

        self.A[pivotRow] = rowNew # Обновление опорной строки
        self.B[pivotRow] /= pivotValue  # Обновление значения вектора B

        for i in range(self.rows): # Цикл по строкам матрицы A
            if i != pivotRow:
                self.A[i] -= pivotColVals[i] * rowNew

        for i in range(self.rows):
            if i != pivotRow:
                self.B[i] -= pivotColVals[i] * self.B[pivotRow]

        self.C -= self.C[pivotColumn] * rowNew

    def findPivotColumn(self):  # Нахождение опорного столбца
        return np.argmin(self.C)  # Возвращает индекс минимального элемента
в векторе C

    def findPivotRow(self, pivotColumn): # Нахождение опорной строки
        positiveValues = np.where(self.A[:, pivotColumn] > 0, self.A[:,
pivotColumn], 0)  # Выделение положительных значений столбца

        if np.all(positiveValues == 0): # Если все значения нулевые
            self.isUnbounded = True # Установка флага неограниченности
            return 0

        result = np.where(positiveValues > 0, self.B / positiveValues, 0)
# Вычисление результатов для нахождения опорной строки
        pivotRow = np.argmin(result[result > 0]) + 1 # Нахождение индекса
минимального положительного значения

        return pivotRow

    def calculateSimplex(self): # Метод выполнения симплекс-метода
        end = False

        print("Исходная матрица: ") # Вывод исходной матрицы
        print(self.A)

        print("\nПолученная матрица с помощью метода искусственого метода:
")

        while not end: # Цикл выполнения шагов симплекс-алгоритма
            result = self.simplexAlgorithmCalculation()
```

```
            if result:
                end = True

        print("\n>Базисные переменные:")
        for i, row in enumerate(self.A.T):
            if np.count_nonzero(row) == 1:
                index = np.argmax(row)
                print(f"x {index + 1}: {self.B[index]}")
            else:
                print(f"x {i + 1}: 0")

        print("\nЗначение целевой функции::", self.maximum)

# Определение матрицы A, векторов b и c
matrix_A = [[1, 5, -3, -4, 2, 1, 1, 0],
            [2, 9, -5, -7, 4, 2, 0, 1]]

vector_b = [14, 30]
vector_c = [-1, 3, -4, -5, 1, -8, 0, 0]

# Создание экземпляра класса Simplex и выполнение симплекс-метода
simplex = Simplex(matrix_A, vector_b, vector_c)
simplex.calculateSimplex()
```

Результат работы программы:

```
Исходная матрица:
[1, 5, -3, -4, 2, 1, 1, 0]
[2, 9, -5, -7, 4, 2, 0, 1]

Полученная матрица с помощью метода искусственого метода:
[1, 1, 1, 0, 2, 1, -7, 4]
[0, -1, 1, 1, 0, 0, -2, 1]

Базисные переменные:
x4 = 2
x6 = 22

Значение целевой функции: 186
```

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы был изучен симплекс-метод для решения задачи линейного прораммирования с использованием симплекс-таблицы. Были получены навыки кодирования изученного алгоритма, отладки и тестирования соответсвующих программ. Ручной метод и программа выдает одинаковые ответы, из чего можно сделать вывод, что алгоритм решения правильный.