

## ПРОГРАММА ПОШАГОВОГО РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ МЕТОДОМ ЖОРДАНА-ГАУССА В СРЕДЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ АЛГЕБРЫ MATHEMATICA

Кириченко Д.А.

Научный руководитель – Ласый П.Г., к.ф.-м.н., доцент

Система компьютерной алгебры *Mathematica* является одной из самых востребованных в научной среде и образовательном пространстве. Это объясняется исключительной мощностью этого программного продукта, его дружелюбным интерфейсом и наличием многочисленных пакетов приложений в самых различных областях.

Настоящая программа реализует классический метод Жордана-Гаусса решения произвольной системы линейных алгебраических уравнений. Она состоит из восемнадцати модулей, основными являются два: **SolSys** и **StepByStep**. Первый модуль служит для решения системы и вывода общего и базисного решений, второй управляет пошаговым решением системы. В качестве примера приведем код второго модуля.

**StepByStep**[*x*]

```
:= Module[{YesNo, ijMatrix, iVector, wAB, pAB, changeBasis, logBasis},
```

```
Print[x];
```

```
If[! testA, InputA[ ]; Return[ ]]; If[MatrixQ[B], B
```

```
= Flatten[B]; If[! testB, InputB[ ]; Return[ ]; OutPutSystem; wAB
```

```
= extendedMatrix; ijMatrix = wBasis = pwBasis = {}; YesNo
```

```
= "Нет";
```

```
changeBasis = "Да"; logBasis = False; While[changeBasis == "Да",
```

```
While[YesNo == "Нет", i = j = 0;
```

```
While[! testij || (wAB[[i, j]] == 0), ijInput = ijDialogInput;
```

```
If[testijInput, i = ijInput[[1]]; j = ijInput[[2]]]; iVector
```

```
= Flatten[Cases[ijMatrix, {i, _}]]; If[logBasis || (iVector
```

```
≠ {}), pwBasis = wBasis]; If[iVector ≠ {}, wBasis
```

```
= Cases[wBasis, Except[iVector[[2]]]]; ijMatrix
```

```
= Cases[ijMatrix, Except[iVector]]; ijMatrix
```

```
= ijMatrix ∪ {{i, j}}; If[! logBasis && (iVector == {}), pwBasis
```

```
= wBasis]; wBasis
```

```
= wBasis ∪ {j}; PrintStr["Номер разрешающей строки i = " <
```

```
> ToString[i] <> ", номер разрешающего столбца j = " <>
```

```

ToString[j] <> ": "; pAB = wAB; wAB[[i]] = wAB[[i]]/wAB[[i,j]]; For[k
= 1, k ≤ m, k ++,
If[k ≠ i, wAB[[k]] = wAB[[k]] - wAB[[i]]wAB[[k,j]]]; For[k = 1, k
≤ m, k ++, wAB[[k,j]] = 0]; wAB[[i,j]
= 1; CellPrint[Cell[BoxData[RowBox[{"(", GBox[pAB, pwBasis], ")"}, "", "("],
GBox[wAB, wBasis], ")"}]], FontWeight → Bold, Background
→ RGBColor[0.8, 1., 0.8],
CellMargins → {{50, Inherited}, {0, 0}}, CellFrame
→ {{3, 0}, {0, 0}}]; If[VerifywBasis&&Length[wBasis]!
= rangMatrix[extendedMatrix], PrintStr["Ранг матрицы системы равен"
<> ToString[rangMatrix[A]] <> ", ранг расширенной матрицы равен" <
> ToString[rangMatrix[extendedMatrix]] <
> ". Система несовместна!"]; Return[]]; If[!logBasis, YesNo
= "Да/Нет";
While[(YesNo ≠ "Да")&&(YesNo ≠ "Нет"), YesNo
= YesNoInput["Есть базис? "]]; PrintStr["Есть базис? ..." <>
YesNo <> "."]; If[VerifywBasis, Which[YesNo =
= "Да", PrintStr["Верно! Базис есть."], YesNo =
= "Нет", PrintStr["Неверно! Базис есть."]; YesNo = "Да"],
Which[YesNo == "Да", PrintStr["Неверно! Базиса нет."]; YesNo
= "Нет", YesNo =
= "Нет", PrintStr["Верно! Базиса нет."]], YesNo
= "Да"]; logBasis = True; BasisNumbers
= wBasis; logStepByStep = True; SolSys[];
logStepByStep = False; If[rangMatrix[A] =
= n, Return[]]; changeBasis
= "Да/Нет"; While[(changeBasis ≠ "Да")&&(changeBasis
≠ "Нет"),
changeBasis = YesNoInput["Изменить базис? "]];
PrintStr["Изменить базис? ..." <> changeBasis <> "."]; If[changeBasis
== "Да", YesNo = "Нет";
OutPutSys = True]]]

```

Для работы с программой создана палитра **PLinSystem2020**, которая содержит восемь команд:

Ввод $m, n \rightarrow$	<b>Inputmn</b> [■]
-------------------------	--------------------

Ввод матрицы  $A \rightarrow$  ***InputA***[■]  
 Формульный ввод  $A \rightarrow$  ***FinputA***[■]  
 Ввод столбца  $B \rightarrow$  ***InputB***[■]  
 Формульный ввод  $B \rightarrow$  ***FinputB***[■]  
 Решение системы  $\rightarrow$  ***SolSys***[■]  
 Step by step решение  $\rightarrow$  ***StepByStep***[■]  
 О программе  $\rightarrow$  ***About***[■]

Первая команда ***Inputmn***[■] используется для ввода числа уравнений  $m$  и числа неизвестных  $n$  системы.

Вторая и третья команды служат для ввода матрицы  $A$  коэффициентов системы. По команде ***InputA***[■] коэффициенты вводятся поэлементно, причем они могут быть рациональными или действительными числами, а также значениями любых числовых функций программы *Mathematica*. Команда ***FinputA***[■] позволяет записать единое аналитическое выражение для коэффициентов в виде:

$$a_{i\_j\_} := f[i, j];$$

где  $f[i, j]$  – любая числовая функция программы *Mathematica*.

Аналогично можно ввести и элементы столбца  $B$  правых частей системы – команды ***InputB***[■] и ***FinputB***[■].

При вводе всех данных следует придерживаться синтаксиса программы *Mathematica* ([1, 2] или Help программы).

Для решения системы в автоматическом режиме используется команда ***SolSys***[■]. По этой команде программа выводит жорданову форму расширенной матрицы системы и предлагает ввести список номеров базисных неизвестных, после чего, в случае совместности системы, она выводит ее общее решение и соответствующее базисное решение. Для удобства базисные неизвестные выводятся на красном фоне, их значения – на желтом.

Полезной для обучения методу Жордана-Гаусса является команда пошагового решения системы ***StepByStep***[■]. Она в цикле, шаг за шагом, запрашивает номера разрешающей строки и разрешающего столбца, пересчитывает и выводит расширенную матрицу системы до тех пор, пока не будет получен базис или не будет установлено, что система несовместна. В случае совместности выводится общее и соответствующее базисное решение системы. Затем программа предлагает изменить базис и, если предложение

принято, то она, после ввода номеров разрешающей строки и разрешающего столбца, пересчитывает базис и для нового базиса выводит жорданову форму расширенной матрицы системы, а также общее и соответствующее базисное решение.

Последняя команда **About**[■] выводит информацию о работе с программой.

Помимо использования этой программы при обучении методу Жордана-Гаусса, ее несложно модифицировать для решения задачи линейной оптимизации симплекс-методом.

## Литература

1. <https://www.wolfram.com/language/elementary-introduction/2nd-ed/?source=nav> (Электронный ресурс. Режим доступа).
2. <https://reference.wolfram.com/language/> (Электронный ресурс. Режим доступа).