

УДК 004.02

**В.Г. АФОНИН, И.В. ТУЗИК**  
Брест, БрГТУ

### **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛАУ В EXCEL**

Табличный процессор Excel является самой популярной в мире вычислительной системой, которая широко используется как в учебном процессе, так и при решении реальных задач.

Одной из самых распространенных математических задач является решение систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). В Excel решение невырожденных СЛАУ вида  $A \cdot X = B$  на достаточно высоком уровне (с проверкой по невязке) легко осуществляется через обратную матрицу по известной формуле  $X = A^{-1} \cdot B$ . При этом используются следующие встроенные матричные функции рабочего листа: МОПРЕД, МОБР, МУМНОЖ. Для широкого практического применения ВД весьма важно, что коэффициенты СЛАУ можно задавать в виде формул, в том числе и довольно сложных. При задании таких формул можно при необходимости использовать среду программирования VBA.

Авторами разработаны ВД для решения СЛАУ  $n$ -го порядка при  $n = 2, 3, 4, 5, 6, 7$ , и  $n = 25$ . Во всех ВД в качестве исходной матрицы  $A$  берётся единичная матрица, а в качестве  $B$  берётся вектор-столбец.

Каждый из этих ВД позволяет решать СЛАУ  $m$ -го порядка при  $m \leq n$ .

Для этого достаточно  $m$ -матрицу просто поместить в левый верхний угол диапазона с элементами исходной единичной  $m$ -матрицы  $A$ .

Поэтому с помощью ВД для  $n = 25$  можно решать СЛАУ от 2-го до 25-го порядка включительно. Но, разумеется, гораздо удобнее при решении СЛАУ данного порядка использовать рабочие листы для СЛАУ именно этого порядка. Поэтому авторами дорабатываются ВД для решения СЛАУ других порядков.

Кроме отыскания невязки приближённого решения, вычисляется  $\text{conde}(A) = \|A^{-1}\| \cdot \|A\|$  – число обусловленности матрицы системы в евклидовой метрике. (Обозначение  $\text{conde}(A)$  взято из СКМ MathCAD, где имеется соответствующая встроенная функция). Пользователь получает также в своё распоряжение саму матрицу  $A^{-1}$ . Её элементы показывают, насколько устойчиво найденное решение  $X$  системы  $A \cdot X = B$  по правой части  $B$ . Чем меньше по модулю элементы матрицы  $A^{-1}$ , тем выше эта устойчивость. Зная правило умножения матрицы на вектор и большие по модулю элементы матрицы  $A^{-1}$ , легко выяснить, изменение каких элементов вектора  $B$

может привести к большим изменениям элементов  $X$ . Этот анализ может иметь значительную ценность в практических расчётах.

Степень автоматизации ВД для решения СЛАУ максимально высокая.

Пользователю достаточно ввести элементы матрицы  $A$  и элементы  $B$ . Если  $\det(A)$  не равен 0, вычисляется искомое решение  $X$  и невязка  $A \cdot X - B$  приближённого решения  $X$ . Вычисляется также  $A^{-1}$ ,  $\text{conde}(A)$ .

Если же определитель  $\det(A)$  равен 0, все эти вычисления не производятся, а выдаётся соответствующая информация.

**Разработанные ВД имеют определённую методическую поддержку, в которой сделаны акценты на правила отыскания произведения матриц и на анализ устойчивости решения СЛАУ по правой части. В целом авторские ВД\_СЛАУ вполне доступны для понимания широчайшему кругу пользователей, в том числе учащимся школ и средних специальных учебных заведений.**

Что касается возможного незнания различных определений и алгоритмов решения СЛАУ, отыскания определителя и обратной матрицы, то это, по мнению авторов, не является существенным препятствием для широкого использования ВД\_СЛАУ. Ведь пользователи всех категорий, нажимая на кнопку  $X^Y$  микрокалькулятора, могут не иметь никакого представления о расчётной формуле вида  $X^Y = \exp(Y \cdot \ln(X))$ . А если  $X < 0$ , пользователь, как правило, вообще не получает подробного пояснения об ошибке. В калькуляторе Total Commander, например, при  $X < 0$  кнопка  $x^y$  вообще заблокирована.

Простейшие версии ВД\_СЛАУ успешно используются авторами в учебном процессе (в первую очередь для студентов-заочников БрГТУ), начиная с 2007 года.

Практически все студенты, имеющие в своём распоряжении и освоившие ВД\_СЛАУ, считают процедуру решения невырожденной СЛАУ вида  $A \cdot X = B$  в Excel достаточно простой. Для этих студентов компьютер становится более привлекательным при решении вычислительных задач в целом. А это имеет принципиальное значение для максимально эффективно использования ПК как в процессе учёбы, так и после её окончания.

Результаты многочисленных поисковых интернет-запросов авторов типа «как быстро решить СЛАУ в Excel» привели к описаниям известных алгоритмов решения СЛАУ.

Для реализации таких алгоритмов студенты должны иметь общие навыки работы в Excel, освоить работу с массивами и затратить определенные ресурсы времени и сил для получения нужных результатов.

Это, конечно, повышает общий уровень работы в Excel, но вряд ли способствует в дальнейшем стремлению многих студентов вообще использовать компьютер для решения сколько-нибудь сложных задач.