

## РАЗРАБОТКА КАЛЬКУЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМ ОДУ 1-ГО ПОРЯДКА

## DEVELOPMENT OF A CALCULATOR FOR ODE SYSTEMS OF THE 1ST ORDER

**M. Georgieva**  
**A. Ezaova**  
**O. Blieva**  
**S. Arvanova**  
**I. Georgieva**  
**K. Khamdohova**

*Summary.* For the last three cases of the development of nonlinear analysis, the coverage of systems and their applications for scientific and professional purposes. With their help, transient models of processes in radio engineering, the kinetics of density dynamics, the dynamics of a biological population, the movement of space objects, economic development are introduced.

Thus, the solution of ODEs and ODE systems is an urgent task of our time. Calculator calculation is an important indicator for calculation results.

*Keywords:* non-linear analysis, totality of the system, differential equations, calculator.

**Георгиева Марьяна Альбековна**

Старший преподаватель, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова (г. Нальчик)  
 maryana.g@list.ru

**Езаова Алёна Георгиевна**

Доцент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова (г. Нальчик)  
 alena\_ezaova@mail.ru

**Блиева Оксана Зауровна**

Диспетчер, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова (г. Нальчик)  
 roksy\_85@mail.ru

**Арванова Саният Мухамедовна**

Старший преподаватель, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова (г. Нальчик)  
 sani\_07@mail.ru

**Георгиева Ирина Альбековна**

Ассистент, Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова (г. Нальчик)  
 irka2725@mail.ru

**Хамдохова Хаишат Руслановна**

Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова (г. Нальчик)  
 khaishat16@gmail.com

*Аннотация.* За последние три десятилетия развитие нелинейного анализа, динамических систем и их приложений в науке и технике стимулировало новый энтузиазм в отношении теории обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). С их помощью исследуются переходные процессы в радиотехнике, кинетика химических реакций, динамика биологических популяций, движение космических объектов, модели экономического развития.

Таким образом, решение ОДУ и систем ОДУ является актуальной задачей нашего времени. Разработка калькулятора является важным шагом для ускорения процессов вычислений.

*Ключевые слова:* нелинейный анализ, динамические системы, дифференциальные уравнения, калькулятор.

Целью данной работы являлась разработка калькулятора для систем ОДУ 1-го порядка, который выдает решение двумя методами:

1. методом исключения;
2. методом Эйлера.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи [1–3]:

- ♦ построить примерную блок-схему программы;
- ♦ реализовать программное обеспечение калькулятора;

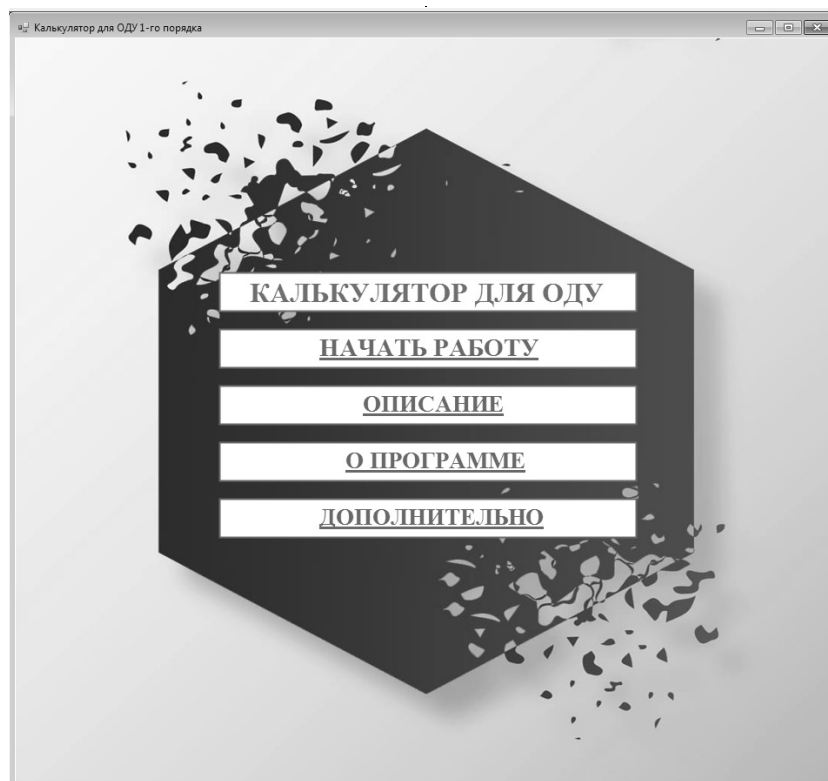


Рис. 1. Главное меню программы

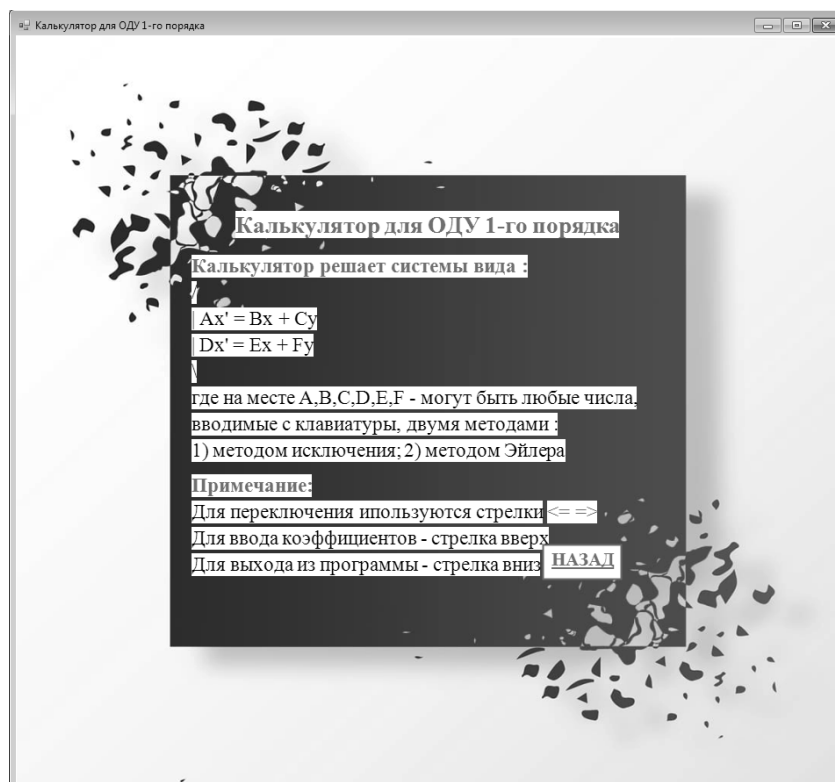


Рис. 2. Описание программы

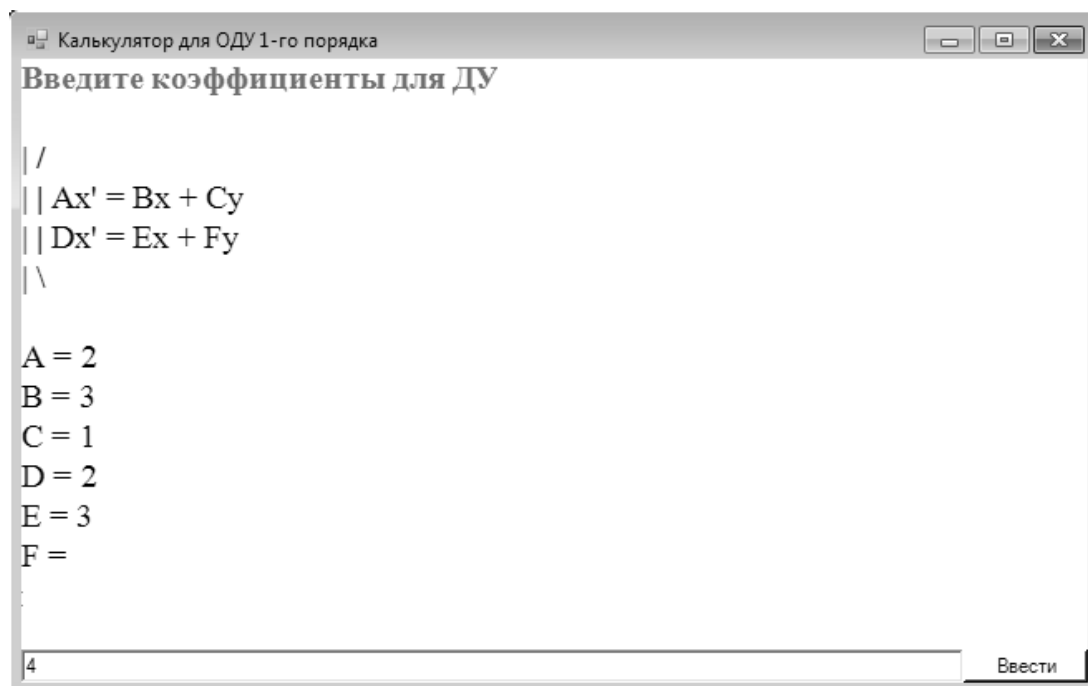


Рис. 3. Ввод коэффициентов

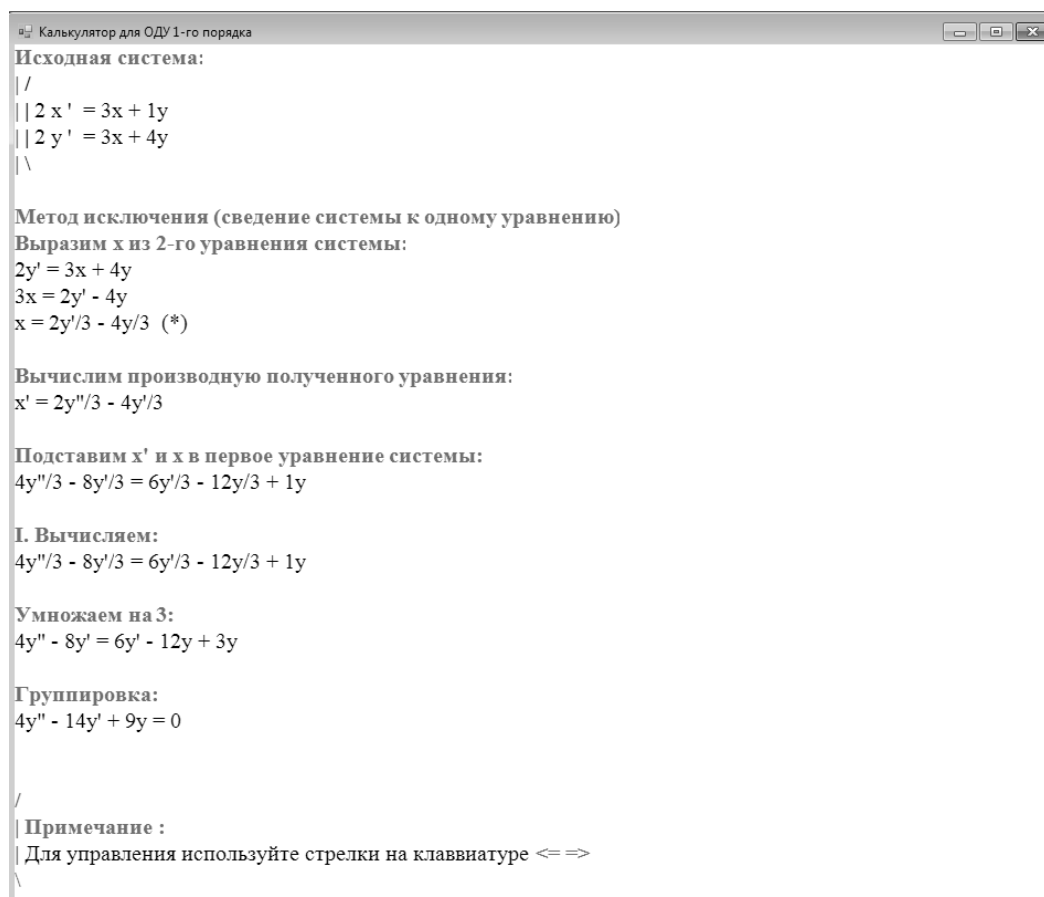


Рис. 4. Решение системы методом исключения

```

Калькулятор для ОДУ 1-го порядка
Составим и решим характеристическое уравнение:
4k^2 - 14k + 9 = 0
D = (-14) * (-14) - 4 * 4 * 9 = 196 - 144 = 52

k1 = ((-1) * (-14) + 7.21) / (2 * 4) = 21.21 / 8 = 2.65
k2 = ((-1) * (-14) - 7.21) / (2 * 4) = 6.78 / 8 = 0.84

k1 = 2.65, k2 = 0.84 - получены различные действительные корни, поэтому:
x(t) = C1e^ 2.65t + C2e^ 0.84t

II. Идём за функцией y(t).
Для этого берём уже найденную функцию y(t) и находим её производную:
y'(t) = (C1e^ 2.65t + C2e^ 0.84t)' = 2.65C1e^ 2.65t + 0.84C2e^ 0.84t

подставим y'(t) и y(t) в уравнение (*):
x(t) = (C1e^ 2.65t + C2e^ 0.84t) (-1.33) + (2.65C1e^ 2.65t + 0.84C2e^ 0.84t) 0.66
x(t) = 0.43C1e^ 2.65t - 0.76C2e^ 0.84t

Вычисленное решение ДУ:
| /
| | y(t) = C1e^ 2.65t + C2e^ 0.84t
| | x(t) = 0.43C1e^ 2.65t - 0.76C2e^ 0.84t
| \
    
```

Рис. 5. Продолжение решения системы методом исключения

```

Калькулятор для ОДУ 1-го порядка
Исходная система:
| /
| | 2 x' = 3x + 1y
| | 2 y' = 3x + 4y
| \

Метод Эйлера (Метод неопределённых коэффициентов)
Вычислим собственные значения Li матрицы A
Преобразование:
| /
| | 1 x' = 1.5x + 0.5y
| | 1 y' = 1.5x + 2y
| \

det(A - LI) = | 1.5 - L   0.5   |
                | 1.5     2 - L | = 0

=> (1.5 - L)(2 - L) - 0.75
=> L^2 - 3.5L + 2.25 = 0

Находим корни, где k - кратность корня:
D = (-3.5) * (-3.5) - 4 * 1 * 2.25 = 12.25 - 9 = 3.25

L1 = ((-1) * (-3.5) + 1.8) / (2 * 1) = 5.3 / 2 = 2.65
L2 = ((-1) * (-3.5) - 1.8) / (2 * 1) = 1.69 / 2 = 0.84

L1 = 2.65, L2 = 0.84; k = 2;
    
```

Рис. 6. Решение системы методом Эйлера

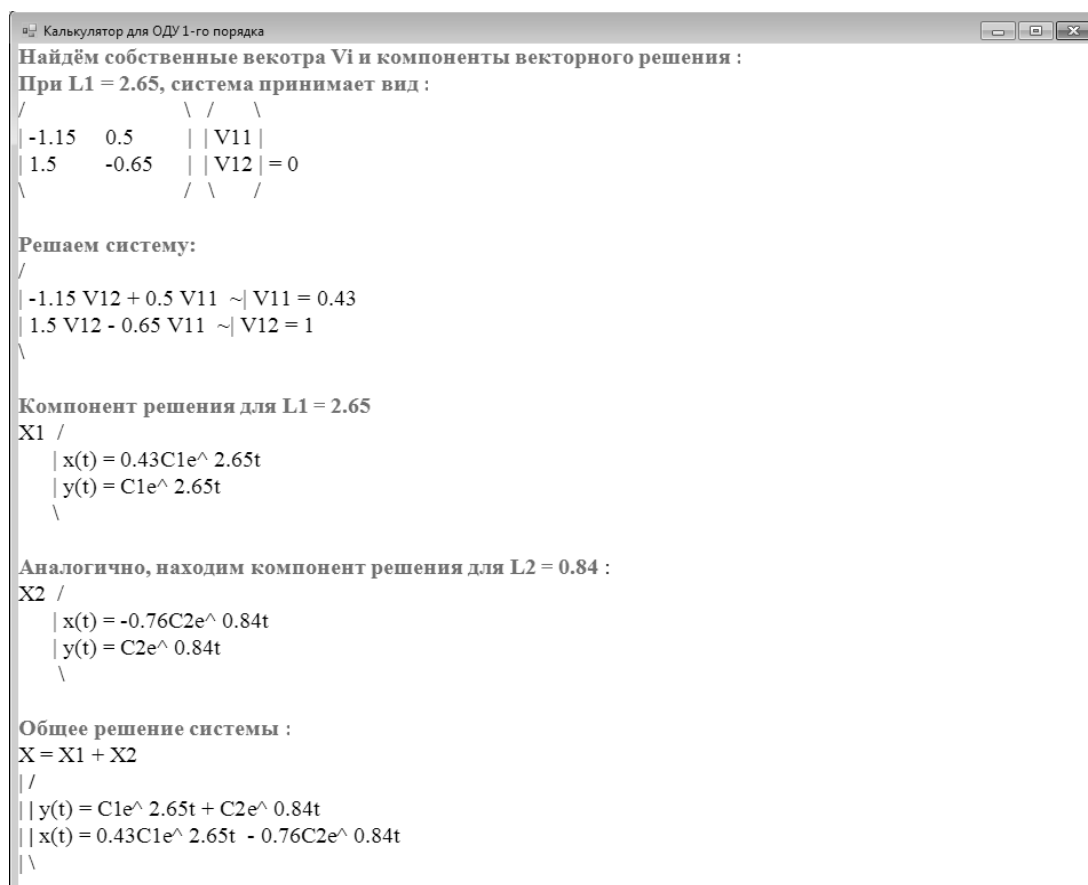


Рис. 7. Продолжение решение системы методом Эйлера



Рис. 8. Пример входных данных

- ◆ получить и проанализировать результаты проделанной работы.

На рисунке 1 показано главное меню программы.

В описании вы можете ознакомиться с возможностями программы и клавишами для управления.

После запуска программы, ввод коэффициентов происходит следующим образом (рис. 3).

На рисунках 4–7 — пример результатов вычислений программы:

На рисунках 1–7 решение системы при дискриминанте, который больше нуля. Калькулятор также может обрабатывать случай, когда дискриминант меньше или равен нулю. Рассмотрим эти случаи на примерах некоторых входных данных.

Пример входных данных для отрицательного дискриминанта: рис. 8.

Результат выполнения программы: рис. 9.

Пример входных данных, для дискриминанта равного нулю: рис. 10.

Результат выполнения программы: рис. 11.

Вычисленное решение ДУ:

```

| /
| | y(t) = (C1cos( 0.33t) + C2sin( 0.33t))*e^ t
| | x(t) = ( -0.5C1sin( 0.33t) - 0.5C2cos( 0.33t) + 0.5C1cos( 0.33t) - 0.5C2sin( 0.33t))*e^ t
| \

```

Рис. 9. Результат выполнения программы

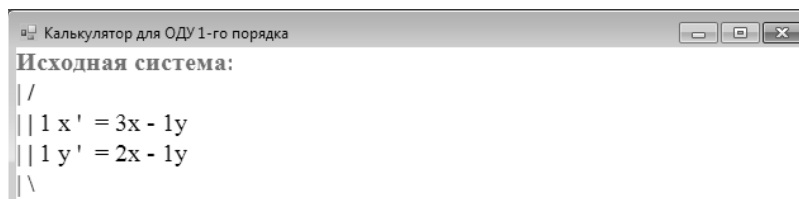


Рис. 10. Пример входных данных

Вычисленное решение ДУ:

```

| /
| | y(t) = C1e^ 2.41t + C2e^ (-0.41)t
| | x(t) = 1.7C1e^ 2.41t + 0.29C2e^ (-0.41)t
| \

```

Рис. 11. Результат выполнения программы

Подводя итоги, можно сказать, что была разработана и реализована программа, написанная на мультипрограммном языке PascalABC.NET, выдающая подробное

решения для систем ОДУ методом Эйлера и методом приключения. Таким образом, все поставленные задачи решены, и цель работы достигнута.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Александр Осипов, PascalABC.NET: Введение в современное программирование. — Ростов-на-Дону, 2019.
2. Белоногов Г.Г., Кузнецов Б.А. Языковые средства автоматизированных информационных систем. Наука, — 1983.
3. Егоров А.И., Обыкновенные дифференциальные уравнения с приложениями. М: ФИЗМАТЛИТ — 2005 г.
4. И.Г. Семакин, А.П. Шестаков, Основы программирования. — Высшая школа, НМЦ СПО, Мастерство, 2001 г.
5. Татьяна Павловская, Паскаль. Программирование на языке высокого уровня: Учебник для вузов. — Питер, 2010 г.
6. Георгиева М.А., Исковских А.В., Дзамихова А.А., Георгиева И.А. Цифровизация образования: аналоги и проблемы реализации. В сборнике: Цифровая трансформация науки и образования. Сборник научных трудов II Международной научно-практической конференции. 2021. С. 36–39.

© Георгиева Марьяна Альбековна ( maryana.g@list.ru ), Езаова Алёна Георгиевна ( alena\_ezaova@mail.ru ),  
 Блиева Оксана Зауровна ( roksy\_85@mail.ru ), Арванова Саният Мухамедовна ( sani\_07@mail.ru ),  
 Георгиева Ирина Альбековна ( irka2725@mail.ru ), Хамдохова Хаишат Руслановна ( khaishat16@gmail.com ).  
 Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»