

- Пакет решений для школ, включающий интегрированные сервер, терминальный сервер дистрибутивы для нетбуков, рабочих станций, планшетов.
  - Решения для медицинских учреждений: только в Москве 22 тысячи рабочих мест врачей.
  - Сертифицированное ФСТЭК решение для доступа к персональным данным (сервер/клиент).
  - Первая очередь системного ПО портала gosuslugi.ru, оригинальная технология быстрого обновления ПО.
  - Суперкомпьютеры в МГУ и ЮУрГУ .
- Седьмая платформа ALT Linux:
- Новые защищенные решения, интегрированные с партнерскими.
  - Решения для планшетов и компьютеров с сенсорным интерфейсом
  - Новые сервисы для пользователей и разработчиков.
  - Deepsolver – новый проект ALT Linux, потенциальная замена apt и других систем управления пакетами (эксперимент).

### ***Застосування вільних математичних пакетів до розв'язання задач теоретичної механіки***

*Періг О.В., Кисіль А.В., Матвеев І.А., Міхєєнко Д.Ю.*

*Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ, Україна  
E-mail: [alexander.perig@gmail.com](mailto:alexander.perig@gmail.com), [alexander.perig@dgma.donetsk.ua](mailto:alexander.perig@dgma.donetsk.ua)*

This article is focused on the educational application of open source math software like Maxima, Xcas, Smath Studio and Scilab-Xcos to the solution of material particle dynamics problems in classical mechanics.

Наразі в системі вищої технічної освіти України має місце постійне скорочення годин на вивчення курсів вищої математики та математичного аналізу, що робить актуальним застосування у навчальному процесі сучасних систем комп'ютерної алгебри. Водночас висока вартість сучасних комерційних систем із відповідними модулями Maplesoft Maple–MapleSim, Wolfram Mathematica-MathModelica та MathWorks Matlab-Simulink не сприяють їх широкому розповсюдженню у вітчизняному освітньому процесі. Частково можливості середовища Wolfram Mathematica є доступними при застосуванні комерційної on-line системи Wolfram Alpha [1], яка може додатково показувати кроки розв'язку поставленої математичної задачі, але у безкоштовному режимі не дозволяє експорту графічних результатів, що зумовлює актуальність проблеми застосування вільних математичних пакетів.

Виконаємо порівняльний аналіз можливостей вільних систем на прикладі інтегрування задачі Коші  $x''-10x'+50x=0$ ,  $x'(0)=1$ ,  $x(0)=1$ , яка описує зростальні коливання матеріальної точки під дією змінної збурювальної сили.

У GPL CAS Maxima [2] синтаксис розв'язку має наступний вигляд:

```
(%i1) atvalue(x(t),t=0,1); {Shift+Enter, задання початкової умови x(0)=1}
(%o1) 1 {результат виконання команди в системі Maxima}
(%i2) atvalue('diff(x(t),t),t=0,1); {Shift+Enter, задання початкової умови
x'(0)=1}
(%o2) 1 {результат виконання команди в системі Maxima}
(%i3) 'diff(x(t),t,2)-10*'diff(x(t),t)+50*x(t)=0; {Shift+Enter, запис рівнян-
ня}
(%o3) 'diff(x(t),t,2)-10*('diff(x(t),t,1))+50*x(t)=0 {Maxima-запис рівнян-
ня}
(%i4) desolve(%x(t)); {розв'язання заданого диференціального рівнян-
ня}
(%o4) x(t)=%e^(5*t)*(cos(5*t)-(4*sin(5*t))/5) {аналітичний розв'язок
задачі}
(%i5) plot2d(%e^(5*t)*(cos(5*t)-(4*sin(5*t))/5),[t,0,2]); {побудова графі-
ка}.
```

Відзначимо, що складність збереження графічного результату із вікна `gnuplot graph` створює певні незручності при використанні GPL CAS Maxima.

Зазначимо, що аналітичний розв'язок зазначеної задачі Коші легко одержати і в системі GNU GPL Giac/Xcas [3], розробленою проф. V. Parisse:

```
> desolve([y''-10*y'+50*y=0,y(0)=1,y'(0)=1],y) {Enter, запис рівн. і поч.
умов}
[cos(5*x)*exp(5*x)+(-4*sin(5*x)*exp(5*x))/5] {результат інтегрування у
Xcas}
> plotfunc([cos(5*x)*exp(5*x)+(-4*sin(5*x)*exp(5*x))/5], x=0..2,
xstep=0.0005, display=magenta+remply) {побудова графіка розв'язку рівнян-
ня}. До вад реалізації середовища також відноситься проблема з
експортом графіків.
```

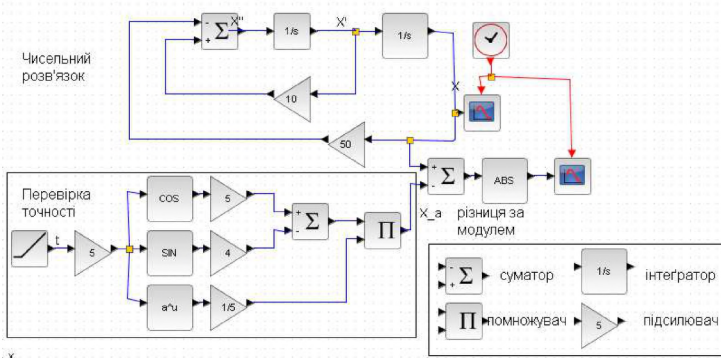
Чисельний розв'язок даної задачі у відкритій системі Smath Studio [4] здійснюється заміною диф. рівняння II порядку  $x''-10x'+50x=0$  системою рівнянь I порядку  $z=x'$ ;  $z'=10z-50x$  і введенням позначень  $x_2=z$ ;  $x_1=x$ , що дозволяє представити систему I порядку у вигляді  $x'_1=x_2$ ;  $z'=10*x_2-50*x_1$ . Тоді алгоритм розв'язку матиме наступний вигляд: `Cond ← mat(1,1,2,1)` {початкові умови}; `Begin ← 0` {поч. знач. незалеж. змінної  $t=0$ }; `End ← 2` {кінц. знач. незалеж. змінної  $t=2$ }; `Steps ← 200` {кількість кроків розбиття відрізка  $0 \leq t \leq 2$ }; `System(t,x) ← mat(el(x,2),10*el(x,2)-50*el(x,1),2,1)` {система диф. рівнянь}; `Solve ← rkfixed(Cond,Begin,End,Steps,System(t,x))` {побудова чисельного розв'язку із застосуванням ODESolvers.dll Plugin}.

Друк матриці результатів здійснюється командами  $T \leftarrow \text{col}(\text{Solve},1)$ ;  $X1 \leftarrow \text{col}(\text{Solve},2)$ ;  $X2 \leftarrow \text{col}(\text{Solve},3)$ .

До наявних незручностей середовища Smath Studio можна віднести певну некоректність відображення графіків та відсутність бібліотеки ODESolvers.dll у дистрибутиві Smath StudioDesktop і, отже, необхідність її додаткового завантаження на форумі проекту за розташуванням “SMath Studio Forum » SMath Studio » Samples » rkfixed()” [5].

Цікавий підхід до чисельного інтегрування зазначеної задачі Коші можна реалізувати у відкритій системі GNU Scilab-Xcos [6-7]. Для цього диференціальне рівняння представимо у вигляді інтеграторів та суматорів на верхній частині рис. 1, причому кількість інтеграторів визначається порядком рівняння. Наразі початкові умови задамо як початкові значення суматорів. Для перевірки розв'язку у нижній частині рис. 1 зберемо схему, яка моделює розв'язання і на вхід якої необхідно подати потік змінної час. Оскільки модуль Xcos не дозволяє подати потік часу від таймера, то застосуємо джерело сигналів Ramp. Зі зміною часу джерело Ramp генерує лінійно-зростаючий сигнал, який можна вважати часом (рис. 1). Для оцінки точності побудованого чисельного розв'язку виконаємо віднімання за модулем вихідних сигналів двох систем у верхній та нижній частинах на рис. 1.

Рис. 1. Аналогова модель задачі Коші у середовищі GNU Scilab-Xcos



Наразі різниця сигналів для чисельного та аналітичного розв'язків не перевищує  $6 \cdot 10^{-5}$ , що переконливо свідчить про коректність чисельного інтегрування задач Коші у середовищі GNU Scilab-Xcos.

До певних складнощів застосування середовища GNU Scilab-Xcos при вивченні студентами Вишів курсу теоретичної механіки, можна віднести необхідність знання таких додаткових дисциплін як мехатроніка, схемотехніка та теорія автоматизованого керування, що дозволяє широко використовувати інструмент Scilab-Xcos лише на заняттях зі студентами старших курсів та магістрами.

**Висновки**

1. Застосування комерційних середовищ комп'ютерної алгебри при викладанні класичної механіки у вітчизняному освітньому просторі зовсім не підтримується державою, а висока вартість *Mathematica Home Edition* 295 US\$ та *Maple Personal Edition* 239 US\$ унеможливають їх широке використання на домашніх комп'ютерах викладачів та студентів в Україні. Найбільший подив викликає єдина цінова політика *Wolfram Research* та *Maplesoft* щодо розповсюдження їх продуктів як у розвинених, так і у пострадянських країнах. Зазначені обставини зумовлюють нагальну необхідність застосування відкритих систем комп'ютерної алгебри.
2. Переважна більшість диференціальних рівнянь класичної механіки впливають із основного закону динаміки і являють собою рівняння другого порядку, причому побудова аналітичних розв'язків задач Коші для диф. рівнянь другого порядку можлива лише із застосуванням двох відкритих систем комп'ютерної алгебри *GPL CAS Maxima* [2] і *GNU GPL Giac/Xcas* [3].
3. Чисельне інтегрування задач Коші для диф. рівнянь другого порядку у таких середовищах як *Smath Studio* [4-5], *GNU Scilab* [6], *GNU Octave* та *GNU R* (разом із модулем *GPL deSolve*) вимагає від користувача як попереднього зведення досліджуваного диф. рівняння II порядку до системи рівнянь I порядку, так і коректного запису матриці, що містить систему диф. рівнянь I порядку та початкові умови для їх чисельного розв'язання.
4. Можливості для аналогового чисельне інтегрування задач Коші для диф. рівнянь другого порядку реалізовані лише у відкритому середовищі *GNU Scilab-Xcos* [7]. Застосування *GNU Scilab-Xcos* вимагає представлення диференціального рівняння у вигляді інтеграторів та суматорів, а початкові умови для задачі Коші задаються як певні початкові значення суматорів.

### Література

1. <http://www.wolframalpha.com/>
2. <http://maxima.sourceforge.net/>
3. <http://www-fourier.ujf-grenoble.fr/~parisse/giac.html>
4. <http://en.smath.info/forum/>
5. <http://en.smath.info/forum/default.aspx?g=posts&t=726>
6. <http://www.scilab.org/>
7. <http://www.scilab.org/products/xcos>