

Г.Ю. Руденко  
Криворізький державний  
педагогічний університет  
IV курс, група I-05  
Науковий керівник:  
С.В. Шокалюк

## **ІНТЕГРАЦІЯ МОДУЛІВ У WEB-СКМ SAGE**

SAGE (Software for Algebra and Geometry Experimentation – програмне забезпечення для алгебраїчних та геометричних досліджень) – це безкоштовне вільно поширюване середовище математичних обчислень для виконання символічних, алгебраїчних та чисельних розрахунків, інтерфейс якого написаний потужною і досить популярною мовою програмування Python. SAGE об'єднав можливості популярних вільно поширюваних математичних програм та бібліотек, таких як PARI, GAP, GSL, Singular, MWRANK, NetworkX, Maxima, Sympy, GMP, Numpy, matplotlib та багатьох інших засобами Python, Lisp, Fortran 95 та C/C++.

SAGE має власне символічне ядро, проте виступає переважно як інтегратор різних систем, надаючи їм єдиний Web-інтерфейс. Можливість виконання на Web-сторінках, генерованих SAGE, програм мовами Fortran, Python, Lisp, Java та ін., надає їм надвисокого рівня інтерактивності, порівняного з традиційними СКМ (Mathematica, MathCAD, Maple), без суттєвих вимог до апаратних ресурсів комп'ютера користувача (необхідні лише браузер та мережне з'єднання).

Основними складовими SAGE є:

– інтерфейси до СКМ Magma, Maple, Mathematica, Matlab, MuPAD та ін.;

– якісні пакети для алгебри та обчислень (Maxima), швидких високоточних обчислень (GMP), алгебраїчної геометрії (Singular), лінійної алгебри (Linbox), графіки (Gnuplot), теорії груп (GAP), теорії чисел (PARI), оптимізації (GSL) та ін.

– мови програмування (Python, Lisp, Fortran 95, C/C++ та ін.).

SAGE має два інтерфейси – локальний інтерфейс командного рядка та Web-інтерфейс.

Web-інтерфейс SAGE отримав назву блокнотного (notebook), тому що він являє собою комп'ютерну модель записника, який математики традиційно використовують для виконання математичних розрахунків.

Наявність Web-інтерфейсу, безкоштовність та відкритість середовища SAGE – це основні, але не єдині переваги цього інтегратора. Слід вказати ще такі можливості SAGE:

– невимогливість до апаратної складової обчислювальної системи;

– індиферентність до використовуваного браузера та операційної системи;

– підтримка інтерфейсів комерційних систем комп'ютерної математики – Maple, Magma, Mathematica, Matlab та ін.;

– подання математичних виразів у природний спосіб не вимагає встановлення додаткового програмного забезпечення – достатньо дозавантажити математичні шрифти;

– публікація робочих листів (Worksheets) у мережі Internet;

– підтримка технології Wiki;

– потужний інструментарій для побудови статичних та динамічних графічних зображень (на пло-

щині та у просторі). Для організації роботи у локальній мережі достатньо встановити SAGE на будь-якому комп'ютері.

Відкритий характер системи дає можливість додавання до неї нових функцій, типів та класів, створювати нові бібліотеки та інтегрувати у неї нові програми як: 1) сценарії SAGE; 2) сценарії на Python з використанням бібліотеки SAGE; 3) програми на C/C++, інтегрованими засобами Cython; 4) код Cython; 5) програма мовою СКМ (наприклад, сценарій Maxima); 6) будь-яка комбінація з пп. 1–5. Найпростіший спосіб додання нової функції до SAGE – вставка коду Cython. Якщо розпочати введення командою `%cython`, то при виконанні вводу він: а) зберігається у файлі; б) транслюється у мову C;

в) компілюється у динамічну бібліотеку (.so), що завантажується надалі при повторному виклику уведеного.

Застосування Cython дозволяє за однакового з Python коду (додається лише `%cython`) досягти на обчислювальних операціях більш ніж 200 кратного прискорення.

Інтеграція існуючого ПЗ до SAGE виконується за допомогою псевдотермінального інтерфейсу: єдиною вимогою до інтегрованого ПЗ є можливість його роботи із стандартними потоками ведення/виведення.

#### Література:

1. Шокалюк С.В. Основи роботи в SAGE / За ред. академіка АПН України М.І. Жалдака. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2008. – 64 с.