

Кайдан Н.В., Кайдан В.П., Секлецов А.А.

<sup>1</sup> кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри МНМ та МНІ, ДВНЗ «ДДПУ»

<sup>2</sup> викладач вищої кваліфікаційної категорії, МК ДДМА

<sup>3</sup> студент 1 курсу фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»

e-mail: kaydannv@gmail.com

## ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ЗАДАЧ ПРАКТИЧНОГО СПРЯМУВАННЯ

У статті обговорюються особливості систем комп'ютерної математики при розв'язанні завдань теорії графів. Наводяться загальні характеристики систем комп'ютерної математики для вирішення задач дискретної оптимізації. Представлені основні функції сервісу MathPartner для вирішення завдань теорії графів. Представлено опис розв'язку завдання про знаходження найкоротшого шляху між вершинами графу.

**Ключові слова:** *комп'ютерна математика, MathPartner, математична освіта, теорія графів, хмарні технології.*

### Вступ

Інноваційні педагогічні технології мають забезпечувати не лише ефективний процес розвитку особистості з набуттям певних індивідуальних якостей, але й отримання певного переліку фундаментальних знань, які є спільними для всіх здобувачів освіти. Через це навчально-виховний процес має поєднувати в собі й особистісно орієнтовані процеси, й традиційні методи, форми та засоби навчання. Освітні інновації розуміють під собою впровадження інформаційно-комунікаційних технологій та використання компонентів комп'ютерно-орієнтованих систем навчання. Стають базою для створення сучасних засобів навчання та виховання. [4] У випадку вивчення здобувачами освіти інформатичних дисциплін, фундаменталізація навчання є одним з базових критеріїв, що дозволяє оцінити ефективність освіти як результату навчальної діяльності. Використання такої інновації як системи комп'ютерної математики (СКМ) дозволяє отримати більш високі результати, оскільки вони є середовищем, що дозволяють реалізувати творчий підхід до розв'язування практичних завдань. Це реалізується через можливість проектування, а використовується для підтримки навчання за темами, що опановуються під час вивчення фундаментальних дисциплін.

Використання в навчанні здобувачів вищої освіти спеціальності «014 Середня освіта (Математика)» програмного забезпеченням спеціального призначення, до якого належать і системи комп'ютерної математики, є надзвичайно важливим, оскільки їх вивчення та використання буде сприяти розширенню та поглибленню знань студентів як з інформатики, так і з математичних дисциплін, оволодінню студентами вміннями розв'язувати задачі різноманітного характеру та формуванню навичок застосування сучасних математичних пакетів у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін і в майбутній професійній діяльності.

Проблема застосування в навчальному процесі комп'ютерних технологій та інформаційного методичного забезпечення ретельно досліджується вітчизняними й зарубіжними науковцями та методистами. Зокрема, питання впровадження комп'ютерних освітніх технологій розглядали у своїх роботах М. Жалдак, С. Рибак, В. Ключко, Ю. Рамський, М. Львов та інші дослідники.

Поширення набувають різноманітні засоби комп'ютерної математики, зокрема програмні, які, на думку М.І. Жалдака [3], доцільно умовно поділити на дві великі групи: програмне забезпечення навчально-дослідницького призначення та програмне забезпечення науково-дослідницького призначення.

Науково-дослідницьке програмне забезпечення за призначенням, структурою та функціями науковці умовно поділяють на кілька груп, а саме: математичні пакети вузької спеціалізації (GAP, Macaulay, Singular та ін.), програмні засоби візуалізації математичних даних (GnuPlot, JMol, LaTeX), системи геометричного моделювання (Autodesk 3ds Max, ANSYS та ін.), системи комп'ютерної математики (Derive, Maple, Matlab, Mathematica, MathCAD, Maxima, Sage, MathPartner та ін.)

### **Основна частина.**

Завдання практичного характеру зустрічаються у будь-яких галузях промислово-господарчої та наукової діяльності. Велика кількість таких завдань можуть бути віднесені до задач дискретної оптимізації, велика кількість яких в свою чергу належить до класу NP. На наш час відомо про велику кількість як методів та алгоритмів, так і програмних засобів, що дозволяють, у разі виникнення потреби, вирішувати такі завдання. Зокрема, такі можливості надають системи комп'ютерної математики, що являють собою спеціалізовані програмні пакети з розв'язування математичних завдань різного типу та характеру. До найбільш популярних на наш час СКМ можна віднести пакети Maxima, Matlab, Mathematica, Maple, Mathcad.

Програма Maxima призначена для символічних обчислень і має безкоштов-

не розповсюдження з відкритим вихідним кодом. Вивчення програми Maxima та реалізація в ній графів, орграфів і розв'язання на основі них прикладних задач допомагає студентам у вивченні теорії графів. Система комп'ютерної математики Matlab, має потужний набір засобів для розв'язання різноманітних задач неперервної оптимізації у вигляді пакетів Optimization Toolbox та Global Optimization Toolbox, але не містить вбудованих функцій для розв'язування задач комбінаторної оптимізації.

Використання вбудованого розширення Combinatorica системи комп'ютерної математики Mathematica дозволяє використовувати близько 450 функцій для побудови та дослідження графів, і як наслідок, представлені функції розв'язання задач дискретної оптимізації, інтерпретованих як задачі теорії графів, серед яких Dijkstra, ShortestPath, MinimumSpanningTree, NetworkFlow, TravelingSalesman.

Програмний продукт Maple (від компанії MapleSoft) є потужним інструментом, що містить в собі більше двох тисяч команд, що дозволяють користувачу вирішувати безліч математичних задач. Вирішення завдань оптимізації в даній СКМ реалізовані за допомогою таких пакетів як Global Optimization, Optimization, Simplex, а також у випадку розв'язування задач на графах - Network, Graph Theory.[2]

Система комп'ютерної математики Mathcad орієнтована на побудову інтерактивних документів для проведення розрахунків з візуалізованим супроводом. Для чисельного розв'язку задач пошуку локального мінімуму або максимуму в Mathcad представлені вбудовані функції – Minner, Minimize і Maximize. Однак в Mathcad не передбачено спеціальне розширення для роботи з графами, але користувач може досить гнучко використовувати вбудований потужний графічний редактор.

В останнє десятиліття інформаційні технології зазнають серйозних змін, швидкими темпами розвиваються хмарні технології. Це призводить до появи нового покоління систем комп'ютерної математики, а саме до математичних сервісів широкого призначення. Одним з таких сервісів є система комп'ютерної математики Math Partner, який доступний за адресою <http://mathpar.cloud.unihub.ru/ua>. [1] Новий сервіс є безкоштовним. Кожен може створювати в ньому свій хмарний математичний зошит і робити в ньому необхідні розрахунки. Мовою цього сервісу є мова Mathpar, в основі якої лежить широко використовувана математиками та фізиками мова TeX, яка зазвичай використовується для набору математичних текстів. Є можливість зберегти як постановку задачі, так і її розв'язок. При цьому можна зберігати й текстовий вигляд (Mathpar, TeX або MathML) і зображення (pdf, jpg).

Для роботи з графами використовується команда  $\backslash\text{searchLeastDistances}(A)$ , яка дозволяє знайти найменші відстані між усіма вершинами графа. В результаті буде отримана матриця найкоротших відстаней між вершинами. Команда  $\backslash\text{findTheShortestPath}(A, i, j)$  дозволяє знайти найкоротший шлях між вершинами  $i$  та  $j$ .

Розглянемо приклад: Зважений граф  $G = (V, E)$ , у якого  $V = \{1, 2, 3, 4\}$  задано матрицею ваг:

$$A = \begin{pmatrix} - & - & 8 & 12 \\ - & 2 & 3 & - \\ 8 & 2 & - & 3 \\ 11 & 2 & - & 3 \end{pmatrix}$$

Якщо за допомогою алгоритму Форда-Белмана знаходити для цього графа найкоротші шляхи від вершини 0 до усіх інших вершин, то хід виконання цього алгоритму зручно ілюструвати у вигляді таблиці:

|         |      |                 |
|---------|------|-----------------|
| 1       | 2    | 3               |
| 10      | 8    | 12<br>11        |
| 0, 2, 1 | 0, 2 | 0, 3<br>0, 2, 3 |

Процес отримання результату наведеного прикладу в системі комп'ютерної математики Math Partner має наступний вигляд: записуємо матрицю ваги

$SPACE = R64MinPlus[x, y];$

$A = [$   
 $\quad [\backslash\text{infy}, \quad \backslash\text{infy}, \quad 8, \quad 12],$   
 $\quad [\backslash\text{infy}, \quad 2, \quad 3, \quad \backslash\text{infy}],$   
 $\quad [8, \quad 2, \quad \backslash\text{infy}, \quad 3],$   
 $\quad [11, \quad 2, \quad \backslash\text{infy}, \quad 3]$   
 $];$

Потім команду  $\backslash\text{findTheShortestPath}(A, i, j)$ , яка дозволяє знайти найкоротший шлях між вершинами  $i$  та  $j$

$X = \backslash\text{findTheShortestPath}(A, 0, 1); \backslash\text{print}(X);$

$Y = \backslash\text{findTheShortestPath}(A, 0, 2); \backslash\text{print}(Y);$

$Z = \backslash\text{findTheShortestPath}(A, 0, 3); \backslash\text{print}(Z);$

Результат виконання розрахунків, який збігається з таблицею, виглядає наступним чином:

$$X = [0, 2, 1]$$

$$Y = [0, 2]$$

$$Z = [0, 2, 3]$$

Що наглядно ілюструє наступний рисунок:

The screenshot shows the Math Partner software interface. On the left is a sidebar with navigation buttons: Space, R64MinPlus[x,y], Символи, Числа і поліноми, Матриці, Функції, Графіки, таблиці, Файли, Кластер, and Вхід. The main window contains a code editor with the following code:

```
SPACE = R64MinPlus[x,y];
A=[
[\infty, \infty, 8, 12],
[\infty, 2, 3, \infty],
[ 8, 2, \infty, 3],
[ 11, 2, \infty, 3]
];

X = \findTheShortestPath(A, 0, 1); \print(X);
Y = \findTheShortestPath(A, 0, 2); \print(Y);
Z = \findTheShortestPath(A, 0, 3); \print(Z);
```

Below the code, the results are displayed:

```
X = [[0, 2, 1]]
Y = [[0, 2]]
Z = [[0, 2, 3]]
```

Рис. 1: Процес отримання результату в Math Partner

Застосування цієї СКМ дає змогу швидко та зручно зробити перевірку громіздких математичних розрахунків.

## Висновки

На процес відбору математичного пакету, що належить до систем комп'ютерної математики, для розв'язування певних завдань впливає певний перелік факторів: галузь застосування та певні потреби застосування СКМ (наприклад, наукові дослідження або супровід навчального процесу), кошти, які необхідні для використання даного математичного пакету (комерційне або вільне розповсюдження), тип завдань, для яких потрібно знайти розв'язок.

Використання «хмарних» засобів є перспективним напрямом розвитку СКМ, коли виникає більше можливостей адаптації середовища навчання до рівня навчальних досягнень студентів, їх індивідуальних потреб та мети. Звернення до програмного забезпечення, яке вже знаходиться на віртуальному робочому місці студента, не потребує витрачання навчального часу на інсталяцію й оновлення, створює умови для більш диференційованого підходу до організації навчання, дає можливість зосередитися на вивченні основного матеріалу.

Що стосується можливостей вирішення оптимізаційних задач, то існуючі СКМ мають в своєму складі вбудовані функції, переважно орієнтовані на розв'язання задач безперервної оптимізації. Однак в рамках СКМ створені та створюються розширення та окремі функції для вирішення задач дискретної оптимізації, які перш за все допускають трактування в термінах теорії графів.

## Література

1. *Malaschonok G.I.* Way to Parallel Symbolic Computations / G.I.Malaschonok — International conference «Cloud computing. Education. Research. Development» — Moscow, 2011.
2. *Morgan M.* Introduction to Maple's GraphTheory Package / Morgan M. — MapleSoft. Maple Conference 2013 Proceedings, 2013. — P. 1-22.
3. *Жалдак М.І.* Математика з комп'ютером: посібник для вчителів. — 2-ге вид. / М.І. Жалдак, Ю.В. Горошко, Є.Ф. Вінниченко — К.: НПУ імені Драгоманова, 2009. — 282 с.
4. *Кайдан Н.В.* Використання систем комп'ютерної математики при розв'язанні завдань теорії графів. / Н.В. Кайдан, Х.О. Тураненко // Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ. — Слов'янськ: ДДПУ, 2017. — № 7 — С. 129-135.

---

**Kaydan Nataliya V., Kaidan Vadum P., Sekletsov Andrey A.**

Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

Engineering College Donbass State Engineering Academy, Kramatorsk, Ukraine.

### **Using of cloud technologies in solving practical problems**

The article discusses the features of the systems of computer mathematics in solving problems of the theory of graphs. The general characteristics of the systems of computer mathematics are given. The basic service functions for solving MathPartner graph theory are presented. The description of the solution of the problem of finding the shortest path between graph peaks is submitted.

**Keywords:** *computer mathematics, MathPartner, mathematical education, graph theory, cloud technologies.*