Методичні аспекти використання системи Maxima при підготовці бакалаврів інформатики

Уляна Петрівна Когут
Відділ інформатизації навчально-виховних закладів,
Інститут інформаційних технологій та засобів навчання
Національної академії педагогічних наук України,
вул. Максима Берлинського, 9, м. Київ, 04060, Україна
ulyana_kogut@mail.ru, +380979092329

Анотація. У статті наведено загальну характеристику систем комп’ютерної математики та умови доцільного використання системи Maxima як засобу фундаменталізації у навчальному процесі бакалаврів інформатики. Визначено напрями педагогічного використання СКМ при вивченні інформатичних дисциплін. Визначено перспективні напрямки розвитку систем комп’ютерної математики.

Мета: провести теоретичний аналіз педагогічного використання СКМ Maxima у навчанні інформатичних дисциплін.

Задачі: 1) проаналізувати сучасні підходи стосовно застосування СКМ у навчальному процесі; 2) розглянути систему Maxima в аспекті навчального середовища.

Об’єкт дослідження: процес навчання бакалаврів інформатики із застосуванням СКМ.

Предмет дослідження: особливості використання СКМ Maxima у навчанні інформатичних дисциплін.

Методи дослідження: вивчення праць вітчизняних авторів, присвячених проблемам використання СКМ.

Результати: виявлено шляхи використання СКМ у підготовці бакалаврів інформатики.

Висновки: розглянуто методичні аспекти системи Maxima при підготовці бакалаврів інформатики, виявлено перспективи використання систем комп’ютерної математики у навчанні інформатичних дисциплін.

Ключові слова: підготовка бакалаврів інформатики; інформатичні дисципліни; системи комп’ютерної математики; Maxima; графові моделі.

U. P. Kogut. The methodical possibilities of the system Maxima using in the training of bachelors of computer science

Abstract. The article presents the general characteristics of computer mathematics systems (SCM) and conditions for effective use of the Maxima as a tool for fundamentalization in the learning process of computer science bachelors. The ways of teaching of informatics disciplines using SCM are revealed. The perspective ways of development of computer mathematics systems are outlined.

The *research object* – process of learning science bachelors using SCM.

The *research subject* – especially the use of SCM Maxima learning informatics' courses.

The *research methods* used experimental research and case studies;

The *findings of the research* – found ways to use SCM in the preparation of bachelors of computer science.

The main *conclusions* and *recommendations* – Methodical aspects of Maxima in the preparation of bachelors of computer science, revealed prospects of computer algebra systems in teaching informatics' courses.

Keywords: bachelor of computer science; informatics disciplines; computer mathematics system; Maxima; graph model.

Affiliation: Department of educational institutions informatization, Institute of Information Technologies and Learning Tools of the NAPS of Ukraine, 9, M. Berlinskogo str., Kyiv, 04060, Ukraine.

E-mail: ulyana_kogut@mail.ru; phone: +380979092329.

Однією із перешкод на шляху успішного використання систем комп'ютерної математики (СКМ) є недостатній обсяг знань, практичних вмінь та навичок роботи студентів з математичними пакетами. Усунення цієї перепони є однією з цілей вивчення дисципліни «Системи комп'ютерної математики».

У педагогічному університеті вивчення курсу «Системи комп'ютерної математики» на спеціальностях, де готують майбутніх вчителів інформатики, має інтегративну значущість, оскільки базується на знаннях, здобутих студентами при вивченні інших дисциплін математичного циклу та програмування, актуалізує ці знання, стимулює утворення стійких зв'язків між знаннями, отриманими з різних предметів. Основна увага у навчанні дисципліни «Системи комп'ютерної математики» звертається на прийоми виконання базових математичних перетворень та програмування.

Вивчення СКМ на інформатичних спеціальностях у педагогічному університеті доцільно починати не раніше, ніж на другому курсі навчання, коли студенти вже вивчили елементи дискретної математики, математичного аналізу, лінійної алгебри та аналітичної геометрії, а також прослухали курс «Алгоритмізація» і знайомі хоча б з однією мовою програмування. Проте використовувати деякі СКМ (наприклад, Gran1, Maxima), які надзвичайно легкі для опанування, можна і на першому курсі навчання. Зокрема, посібник [1] присвячений можливостям використанням Gran1 при навчанні курсу «Математичний аналіз».

Особливої уваги заслуговує підручник «Теорія ймовірностей та математична статистика» [2], у якому для обчислень значень функцій, інтегралів, побудови графіків функцій, гістограм, перевірки гіпотез за критеріями Пірсона чи Колмогорова тощо використовується в програма Gran1. У посібнику [3] охарактеризовано можливості використання СКМ Mathcad, Matlab, Mathematica для розв’язування деяких класів оптимізаційних задач.

Розглянемо можливості використання СКМ при навчанні інформатичних дисциплін бакалаврів інформатики. По-перше, коло вибраних ними інтересів передбачає використання комп’ютера як предмету, так і засобу навчання. Успіх в майбутній професійній діяльності залежить від того, наскільки вони володіють знаннями, вміннями та навичками роботи за комп’ютером, наскільки вони здатні оволодіти новими програмними засобами. Систематичне вивчення СКМ сприяє формуванню у студентів ставлення до комп’ютера і як до засобу розв’язування професійних задач.

По-друге, у студентів відзначається підвищений інтерес до таких інформаційних технологій, як СКМ. Такі студенти отримують більш глибокі знання не тільки з математичних дисциплін, але й з інформатики. Як правило, у них нема психологічного бар’єру перед використанням складних програмних засобів. Навпаки, їх притягують створені на високому професійному рівні програми, і вони помічають унікальні можливості використання таких систем.

Розглянемо шляхи використання СКМ у навчанні інформатичних дисциплін бакалаврів інформатики на прикладі пакету Maxima.

Система Maxima серед математичних пакетів має широкі можливості при виконанні символьних обчислень. Це, по суті, єдина з вільно поширюваних відкритих систем, яка не поступається комерційним СКМ Mathematica та Maple. Система Maxima розповсюджується під ліцензією GPL і є доступною користувачам різних операційних систем.

Ознайомлення з системою Maxima рекомендується проводити у рамках обчислювальної практики або у рамках окремого курсу (наприклад, курсі за вибором ВНЗ «Системи комп’ютерної математики») на першому-другому курсі навчання. На той момент студенти вже прослухали курси «Математичний аналіз», «Алгебра і геометрія», «Дискретна математика», «Алгоритми і структури даних», «Програмування». Під час вивчення пакету Maxima студенти ознайомлюються з синтаксисом, алфавітом, 2D- та 3D-графікою та можливостями використання щодо математичних розв’язування задач. Особлива увага звертається на програмування. Після цього студенти вже мають навички роботи з системою Maxima.

Далі систему Maxima можна використовувати при навчанні інших дисциплін, наприклад «Методи оптимізації», «Методи обчислень», «Аналіз даних», «Моделювання фізичних та соціально-економічних процесів» та інших дисциплін з циклу математичної, природничо-наукової, професійної та практичної підготовки.

Наведемо приклад застосування системи Maxima до розв'язування оптимізаційних задач на графах [5].

Найбільш поширеними оптимізаційними задачами, що розв'язуються з використанням теорії графів, є побудова каркасу мінімальної ваги та знаходження найкоротшого шляху. Для роботи з графами у системі Maxima призначений пакет *graphs* [6], для використання команд якого треба виконати команду *load*(*graphs*).

Розглянемо деякі функції з цього пакету.

create_graph(*V*, *E*, *directed*) – створюється граф, що складається з множини вершин *V* та множини ребер *E*. За опцією *directed=true* вказується, що граф є орієнтованим (за замовчуванням *directed=false*, тобто задається неорієнтований граф).

print_graph(*G*) – виводяться відомості про граф *G*: кількість вершин і ребер у графі та вказується вершини, до яких можна потрапити з даної.

draw_graph(*G*, *opt*) – подається графічне зображення графу *G* з відповідними опціями побудови (за необхідності): колір та товщина ребер, величина вершин графу, виведення ваг ребер тощо.

shortest_weight_path(*A*, *B*, *G*) – обчислюється найкоротший шлях з вершини *A* до вершини *B* у графі *G*. Зауважимо, що граф *G* може бути як орієнтованим, так і неорієнтованим.

Студентам пропонуються завдання використання алгоритму Дейкстри [4; 8], що часто використовується при знаходженні найкоротшого шляху як в орієнтованому графі, так і в неорієнтованому на таких прикладах.

Приклад 1. Нехай задано орієнтований граф (рис. 1). Знайти найкоротший шлях з вершини *A* у вершину *B*.

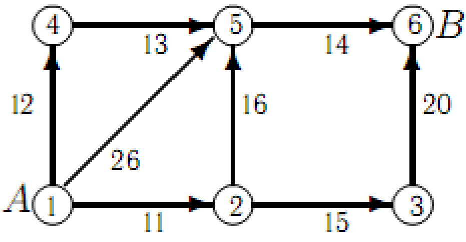


Рис. 1

Розв'язання.

1. Будуємо матрицю суміжності графа:

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
v_1		11		12	26	
v_2			15		16	
v_3						20
v_4					13	
v_5						14
v_6						

2. Створюємо одновимірний масив вершин від 1 до 6 (нульовий за замовчуванням).

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6

3. Вибираємо вершину графа, від якої треба знайти відстані до інших вершин $\boldsymbol{v_1}$, вносимо її до масиву і позначаємо $P0[0]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
***P*0**	**0**					

4. Виділяємо ребра, які «виходять» з $\boldsymbol{v_1}$: (($\boldsymbol{v_1,v_2}$), ($\boldsymbol{v_1,v_4,}$), ($\boldsymbol{v_1,v_5}$)) і шукаємо серед цих ребер мінімальне. Очевидно, що найкоротший шлях від $\boldsymbol{v_1}$ до $\boldsymbol{v_2}$ складається з одного ребра і становить $L(\boldsymbol{v_1,v_2})=11$. Отже, задача для $\boldsymbol{v_2}$ розв'язана. Внесемо цю вершину до масиву і будемо вважати її мітку постійною. Позначимо $P1[11]$. Вершини $\boldsymbol{v_4}$ і $\boldsymbol{v_5}$ – тимчасові мітки 12 і 26 відповідно.

i	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
***P*0**	**0**					
***P*1**		**11**		12	26	

5. Виділяємо ребра, які «виходять» з $\boldsymbol{v_2}$: (($\boldsymbol{v_2,v_3}$), ($\boldsymbol{v_2,v_5}$)), і шукаємо серед цих ребер мінімальне $L(\boldsymbol{v_2,v_3})=15$. Визначаємо шлях $(\boldsymbol{v_1\to v_2\to v_3})=26$ та $(\boldsymbol{v_1\to v_2\to v_5})=27$. Попередня тимчасова мітка вершини $\boldsymbol{v_5}$ менша, ніж отримана, тому залишається без змін. Вершина $\boldsymbol{v_3}$ отримує тимчасову мітку 26. З трьох тимчасових міток мінімальне значення у вершини $\boldsymbol{v_4}$, тому зафіксуємо цю вершину і зробимо її нову мітку постійною $P2[12]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
***P*0**	**0**					
***P*1**		**11**		12	26	
***P*2**		11	26	**12**	26	

6. З вершини $\boldsymbol{v_4}$ «виходить» єдине ребро $\boldsymbol{v_5}$. Визначаємо шлях $(\boldsymbol{v_1\to v_4\to v_5})=25$. Вершина $\boldsymbol{v_5}$ отримує мітку 25, оскільки попереднє значення цієї мітки більше (26). З двох тимчасових міток вершин $\boldsymbol{v_3}$ та $\boldsymbol{v_5}$ мінімальне значення у вершини $\boldsymbol{v_5}$, тому вносимо $\boldsymbol{v_5}$ до масиву і зробимо

її нову мітку постійною $P3[25]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
***P*0**	**0**					
***P*1**	0	**11**		12	26	
***P*2**	0	11	26	**12**	26	
***P*3**	0	11	26	12	**25**	

7. З v_5 теж «виходить» єдине ребро, яке веде до v_6. Мітка вершини v_6 становить 39 (25+14). З двох тимчасових міток вершин v_3 та v_6 мінімальне значення у вершини v_3, тому зафіксуємо цю вершину і зробимо її нову мітку постійною $P4[26]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
***P*0**	**0**					
***P*1**	0	**11**		12	26	
***P*2**	0	11	26	**12**	26	
***P*3**	0	11	26	12	**25**	
***P*4**	0	11	**26**	12	25	39

8. З v_3 «виходить» єдине ребро, яке веде до v_6. Оскільки 26+20>39, тому значення мітка вершини v_6 не змінюється і ця мітка стає постійною $P5[39]$.

	v_1	v_2	v_3	v_4	v_5	v_6
***P*0**	**0**					
***P*1**	0	**11**		12	26	
***P*2**	0	11	26	**12**	26	
***P*3**	0	11	26	12	**25**	
***P*4**	0	11	**26**	12	25	39
***P*5**	0	11	26	12	25	**39**

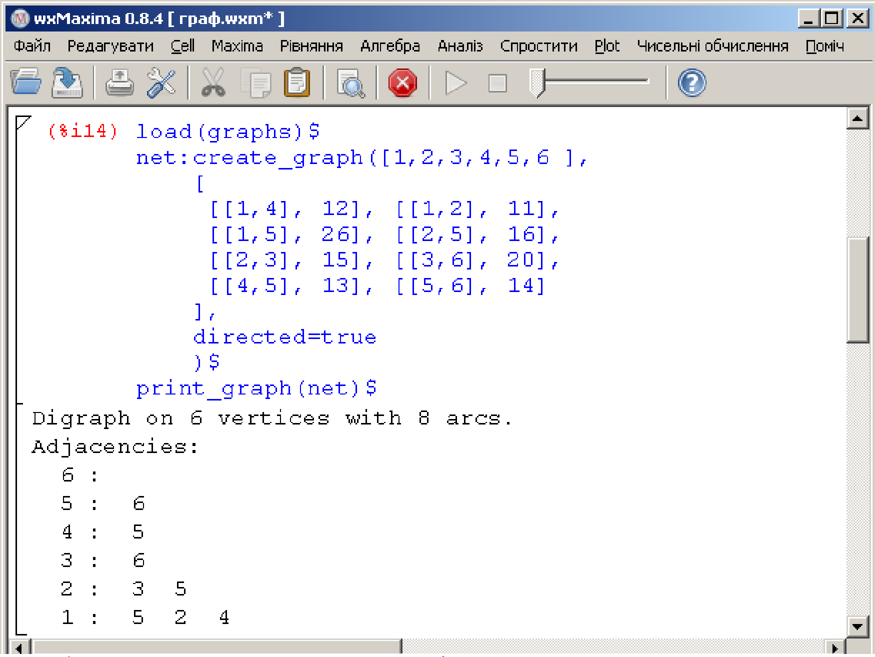
Процес зупиняємо, оскільки всі вершини отримали постійні мітки (тобто всі вершини включені в масив).

Отже, найкоротший шлях від вершини v_1 до v_6 - ($v_1 \rightarrow v_4 \rightarrow v_5 \rightarrow v_6$)=39.

Розглянемо процес розв'язування наведено вище прикладу з використанням системи комп'ютерної математики Maxima.

Задання графу та виведення відомостей про нього зображено на рис. 2.

За функцією знаходимо мінімальну відстань з вершини 1 до вершини 6 (що дорівнює 39) та шлях, що їй відповідає (що проходить через вершини 1, 4, 5, 6 в заданому порядку).




```
(%i17) draw_graph(net,show_weight=true,
        vertex_size=3,edge_width=2,
        show_id=true,head_length=0.3,edge_color=orange)
```

(%t17)

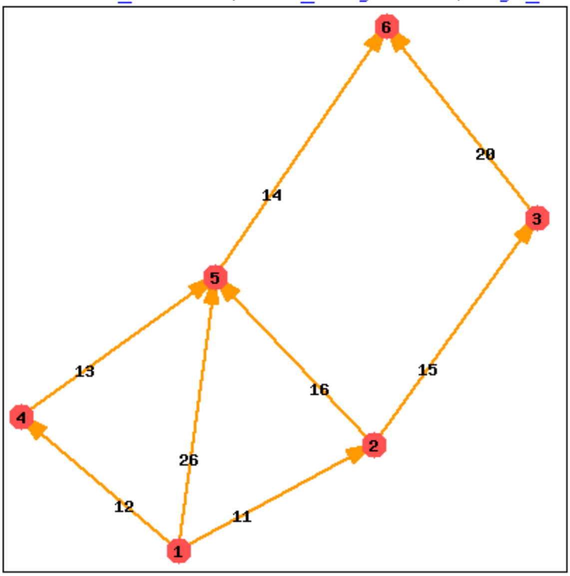


Рис. 2

```
(%i18) shortest_weighted_path(1,6,net);
(%o18) [39,[1,4,5,6]]
```

Мінімальна відстань від вершини *A* до вершини *B* дорівнює 39 через вершини 1, 4, 5, 6.

Після ознайомлення з основними функціями системи Maxima для розв'язування задач з теорії графів студентам пропонуються завдання, які зводяться до побудови та дослідження графів.

Висновок. Використання СКМ значно розширює межі застосування математичних методів та моделей для дослідження процесів у різних сферах людської діяльності. Широкий набір засобів для комп'ютерної підтримки аналітичних, обчислювальних та графічних операцій роблять сучасні СКМ одними з основних засобів у професійній діяльності вчителя, програміста, інженера, економіста-кібернетика і т. д. Тому їх освоєння та використання у навчальному процесі педагогічного університету при вивченні інформатичних дисциплін надасть можливість підвищити рівень професійної підготовки студентів та інформатичної культури.

Список використаних джерел

1. Жалдак М. І. Математичний аналіз. Функції багатьох змінних / М. І. Жалдак, Г. О. Михалін, С. Я. Деканов. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2007. – 430 с.
2. Жалдак М. І. Теорія ймовірностей і математична статистика : підручник для студентів фізико-математичних спеціальностей педагогічних університетів. – Вид. 2, переоб. і доп. / М. І. Жалдак, Н. М. Кузьміна, Г. О. Михалін. – Полтава : Довкілля-К, 2009. – 500 с.
3. Жалдак М. І. Основи теорії і методів оптимізації : навчальний посібник / М. І. Жалдак, Ю. В. Триус. – Черкаси : Брама-Україна, 2005. – 608 с.
4. Кирсанов М. Н. Графы в Maple. Задачи, алгоритмы, программы / М. Н. Кирсанов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 168 с.
5. Кобильник Т. П. Використання системи Maxima для розв'язування оптимізаційних задач на графах / Кобильник Т. П., Когут У. П. // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – 2012. – Вип. 12 (19). – С. 61-67.
6. Семеріков С. О. Maxima 5.13 : довідник користувача / Сергій Олексійович Семеріков ; за ред. акад. М. І. Жалдака. – К., 2007. – 48 с.
7. Семеріков С. О. Застосування системи комп'ютерної алгебри Maxima для генерування математичних текстів в системі дистанційного навчання / С. О. Семеріков, І. О. Теплицький // Актуальні проблеми психології : Психологічна теорія і технологія навчання. – К. : Міленіум,

2007. – Т. 8, вип. 3. – С. 85-95.

8. Яблонский С. В. Введение в дискретную математику : учеб. пособие [для вузов] / С. В. Яблонский. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. – 384 с.

References (translated and transliterated)

1. Zhaldak M. I. Matematychnyj analiz. Funkcii' bagat'oh zminnyh [Calculus. Functions of many variables] / M. I. Zhaldak, G. O. Myhalin, S. Ja. Dekanov. – K. : NPU im. M.P. Dragomanova, 2007. – 430 s. (In Ukrainian)

2. Zhaldak M. I. Teorija jmovirnostej i matematychna statystyka [Probability Theory and Mathematical Statistics] : pidruchnyk dlja studentiv fizyko-matematychnyh special'nostej pedagogichnyh universytetiv. – Vyd. 2, pererob. i dop. / M. I. Zhaldak, N. M. Kuz'mina, G. O. Myhalin. – Poltava : Dovkillja-K, 2009. – 500 s. (In Ukrainian)

3. Zhaldak M. I. Osnovy teorii' i metodiv optymizacii' [Fundamentals of the theory and methods of optimization] : navchal'nyj posibnyk / M. I. Zhaldak, Ju. V. Tryus. – Cherkasy : Brama-Ukrai'na, 2005. – 608 s. (In Ukrainian)

4. Kirsanov M. N. Grafy v Maple. Zadachi, algoritmy, programmy [Graphs in Maple. Tasks, algorithms, programs] / M. N. Kirsanov. – M. : FIZMATLIT, 2007. – 168 s. (In Russian)

5. Kobyl'nyk T. P. Vykorystannja systemy Maxima dlja rozv'jazuvannja optymizacijnyh zadach na grafah [Using Maxima for solving optimization problems on graphs] / Kobyl'nyk T. P., Kogut U. P. // Naukovyj chasopys NPU imeni M. P. Dragomanova. Serija: Komp'juterno-orijentovani systemy navchannja. – 2012. – Vyp. 12 (19). – S. 61-67. (In Ukrainian)

6. Semerikov S. O. Maxima 5.13 : dovidnyk korystuvacha / Serhii Oleksiiovych Semerikov ; za red. akad. M. I. Zhaldaka. – K., 2007. – 48 s. (In Ukrainian)

7. Semerikov S. O. Zastosuvannia systemy kompiuternoi alhebry Maxima dlia heneruvannia matematychnykh tekstiv v systemi dystantsiinoho navchannia [The application of computer algebra system Maxima to generate mathematical texts in distance learning] / S. O. Semerikov, I. O. Teplytskyi // Aktualni problemy psykholohii : Psykholohichna teoriia i tekhnolohiia navchannia. – K. : Milenium, 2007. – T. 8, vyp. 3. – S. 85-95. (In Ukrainian)

8. Jablonskij S. V. Vvedenie v diskretnuju matematiku [Introduction to Discrete Mathematics] : ucheb. posobie [dlja vuzov] / S. V. Jablonskij. – [2-e izd., pererab. i dop.]. – M. : Nauka, Gl. red. fiz.-mat. lit. – 384 s. (In Russian)

Received: 5 March 2014; in revised form: 12 April 2014 / Accepted: 16 April 2014