

УДК 378.047

ШАПОВАЛОВА Н. Н.,

старший викладач кафедри моделювання та програмного забезпечення ДВНЗ «Криворізький національний університет»

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ МАХІМА У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ІНФОРМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

У статті викладено доцільність використання систем комп'ютерної математики як засобу формування загальних компетентностей у студентів інженерних спеціальностей. Наведено приклади застосування програмного пакету Maxima при вивченні інформатичних дисциплін.

Ключові слова: загальні компетентності, інформатична компетентність, система комп'ютерної математики, Maxima, автомобільний транспорт.

Постановка проблеми. Інформатизація суспільства країни – це один з чинників, що кардинально впливає на розвиток економіки, сприяє організації продуктивної діяльності людини та соціуму в цілому.

Однією з самих залежних від інформаційних технологій (ІТ) галузей є транспортна. Історія її інформатизації ведеться ще з 1976 року, але через постійну економію на ІТ, поточні бізнес-процеси практично нічим не відрізняються від процесів, що перебігали 30 років тому – робота з паперовими документами, відсутність інструментів для автоматичної звітності, приблизне планування [3]. Тому автоматизація й інформатизація транспортної галузі лишаються основними напрямками вдосконалення та розвитку всіх видів транспорту.

Інформатизація будь-якої галузі не можлива без висококваліфікованих кадрів. Сьогодні бакалаврів-транспортників за спеціальностями «Автомобільний транспорт» і «Транспортні технології» готують в 36-ти ВНЗ України. Автотранспортна галузь висуває нові, сучасні вимоги до змісту, якості педагогічних технологій, що застосовуються при підготовці інженерів автомобільного транспорту. Саме тому випускнику ВНЗ необхідно володіти сформованими базовими професійними компетентностями, компетентністю в широкій предметній області та професійною мобільністю, що надасть можливість майбутньому фахівцю стати успішним в умовах конкурентної боротьби на ринку праці [1].

Таким чином, можна стверджувати, що інформатична компетентність майбутніх інженерів є невід'ємною складовою базових компетентностей.

Аналіз останніх досліджень показав, що перспективним напрямом формування інформативних компетентностей майбутніх інженерів є використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання та розв'язання професійно-спрямованих задач.

Для розв'язання прикладних інженерних задач доцільним є робота студентів в системах комп'ютерної математики (СКМ), що надає студентам можливість отримувати розв'язок побудованої математичної моделі задачі, отримувати геометричну інтерпретацію задачі, візуалізувати дії.

Найбільш поширеними в системі вищої освіти України є СКМ: Derive, Maple, MatLab, Mathematica, MathCAD, Maxima, Sage тощо. Ціни стандартних комплектів поставки систем знаходяться в діапазоні від \$ 250 до \$ 2120. В наявній економічній реальності легальне використання комерційних математичних пакетів студентами та фахівцями після закінчення ВНЗ представляється скоріше виключенням. Проте існують безкоштовні альтернативи СКМ – Sage і Maxima.

Питанню доцільності використання того чи іншого програмного засобу у процесі навчання та формування інформатичних компетентностей присвячено низка робіт таких науковців, як Є. Ф. Вінниченко, В. Ю. Габрусев, М. І. Жалдак, Е. І. Кузнецов, Ю. І. Машбиць, І. С. Мінтій, С. В. Шокалюк та інші.

Так, Є. Ф. Вінниченко виділяє такі критерії вибору СКМ: методична доцільність; інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс; україномовний інтерфейс; апаратна сумісність; програмна сумісність; ліцензійна чистота [2].

Таким критеріям відповідає і СКМ Maxima, оскільки:

- має зручну організацію доступу – програма загального доступу, більш того, з відкритим програмним кодом, тобто вихідний код доступний для перегляду, вивчення та змінення;

- має інтуїтивно-зрозумілий інтерфейс (має декілька графічних інтерфейсів користувача і настроювань);

- є швидкодіючою, простою та надійною в роботі;

- може бути інтегрована з іншими ресурсами в єдине середовище.

Maxima працює на платформах Linux, Windows, OS X, FreeBSD, Android. На основі Maxima розроблені й інші пакети, що мають свій інтерфейс і особливості. Освоївши обчислення в Maxima, користувач здобуває навички процедурного програмування, дуже близькі (навіть за формою) до тих, що використовуються в системі MatLab і в універсальних мовах C/C++. Пакет Maxima містить більше 1500 різних функцій для виконання розрахунків, програмування та керування відображенням даних. Як правило, кожна з них може бути використана при декількох варіантах набору параметрів та умов [4].

Мета статті – показати приклади використання СКМ Maxima для забезпечення міждисциплінарного зв'язку в процесі навчання інформатичних дисциплін майбутніх інженерів автомобільного транспорту.

Виклад основного матеріалу. Згідно до освітньої програми бакалаврів спеціальностей «Автомобільний транспорт» та «Транспортні технології», до інформатичних належать такі дисципліни, як «Інформатика», «Комп'ютерна техніка та програмування», «Сучасні інформаційні технології на транспорті», «Моделювання технологічних процесів підприємств», «Дослідження операцій в транспортних системах», «Основи теорії транспортних процесів та систем», «Методи та алгоритми прийняття рішень на транспорті».

Розглянемо використання пакету Maxima у процесі розв'язання спочатку простих завдань при вивченні однієї з 13 тем в рамках дисципліни «Комп'ютерна техніка та програмування», а саме, теми «Циклічні алгоритми. Обробка двовимірних масивів».

Наприклад, в автопарку наявні N автомобілів, що використовувалися протягом M днів. Задано масив P_{ij} , в якому вказано витрати палива в j -тий день i -тим автомобілем. Необхідно розрахувати вартість палива, витраченого кожним автомобілем, якщо вартість 1 л становить C грн.

Розв'язання

Для знаходження вартості палива, витраченого i -им автомобілем j -го дня, необхідно помножити обсяг витраченого палива на його вартість і сформулювати масив вартості палива, витраченого i -им автомобілем j -го дня: $Z_{ij} = P_{ij} \times C$. Для розрахунку вартості палива, витраченого i -им автомобілем за всі M днів необхідно скласти всі вартості щоденних витрат палива: $Sum = Sum + Z_{ij}$. Занесемо позначення в табл. 1 і складемо блок-схему алгоритму розв'язання задачі (рис. 1).

Таблиця 1

Таблиця імен змінних

Змінна	Тип	Ім'я	Призначення
--------	-----	------	-------------

Змінна	Тип	Ім'я	Призначення
Кількість автомобілів	Цілий	N	Вихідне дане
Кількість робочих днів	Цілий	M	Вихідне дане
Двовимірний масив витрат палива i -го автомобіля j -го дня	Дійсний	P	Вихідне дане
Вартість 1 л палива	Дійсний	C	Вихідне дане
Номер за порядком автомобіля	Цілий	i	Допоміжне дане, Результат
Номер робочого дня	Цілий	j	Допоміжне дане
Масив вартості палива, витраченого i -им автомобілем j -го дня	Дійсний	Z	Допоміжне дане
Вартість витраченого палива за один день	Дійсний	Sum	Результат

Наведений алгоритм в СКМ Maxima реалізовується достатньо просто (рис. 2).

Результати розрахунку: $i=1$, $Sum=3808$; $i=2$, $Sum=2434$; $i=3$, $Sum=3150$; $i=4$, $Sum=2004$; $i=5$, $Sum=2457$; $i=6$, $Sum=3908$; $i=7$, $Sum=2087$; $i=8$, $Sum=2650$.

Засвоївши основи роботи з Maxima, ознайомившись з функціями математичного аналізу й набувши досвіду процедурного програмування вбудованою в пакет мовою, студенти переходять до вивчення дисципліни «Дослідження операцій в транспортних системах». Розглянемо використання пакету Maxima при вивченні однієї з тем розділу лінійного програмування «Транспортна задача».

Наприклад, на ринку товарів m виробників з завданими обсягами виробництва забезпечують n споживачів, чії потреби відомі. Вартість перевезення одиниці об'єму продукції від виробника до споживача завдана. Визначити оптимальний план перевезень за умови збалансованості виробництва і споживання.

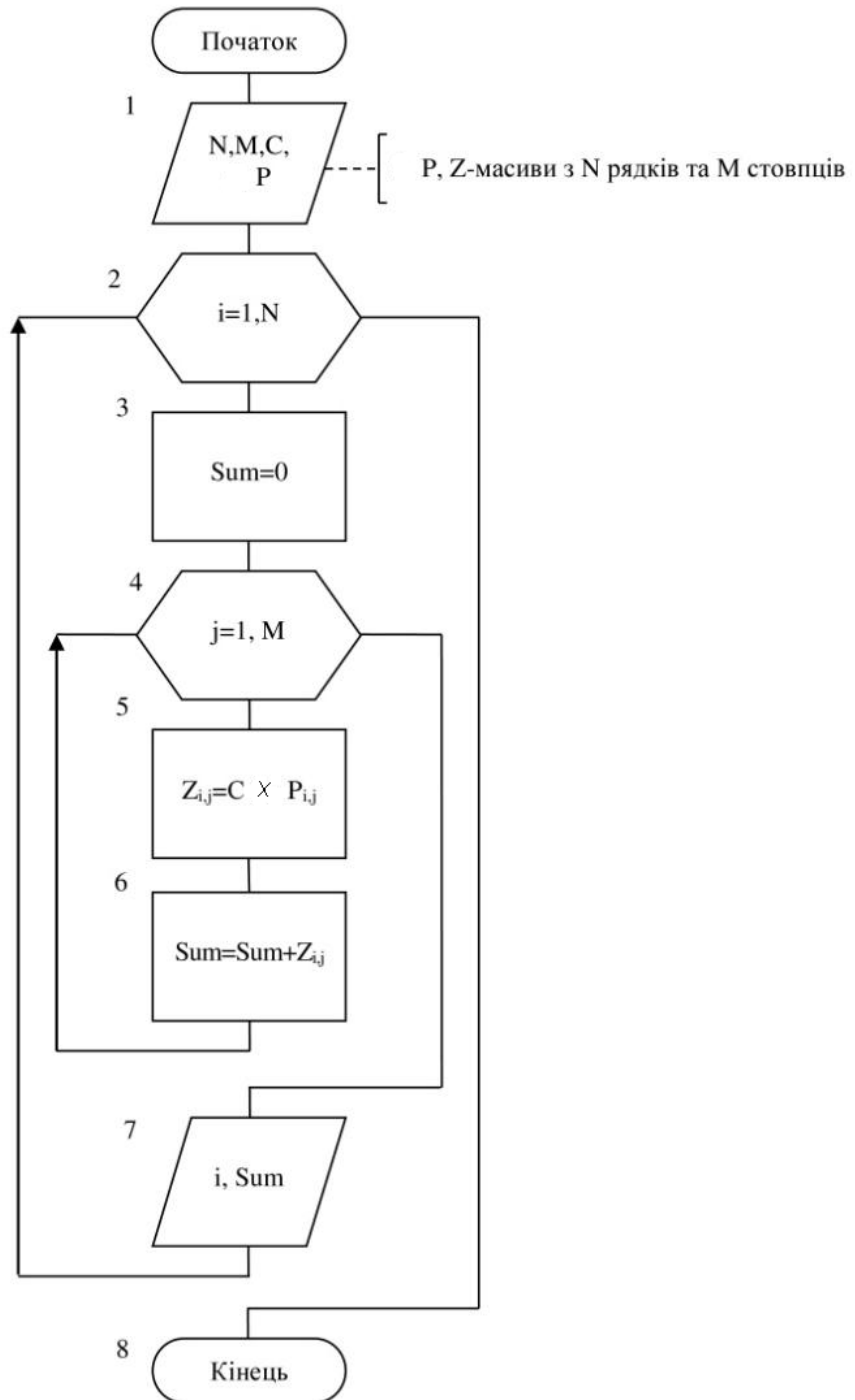
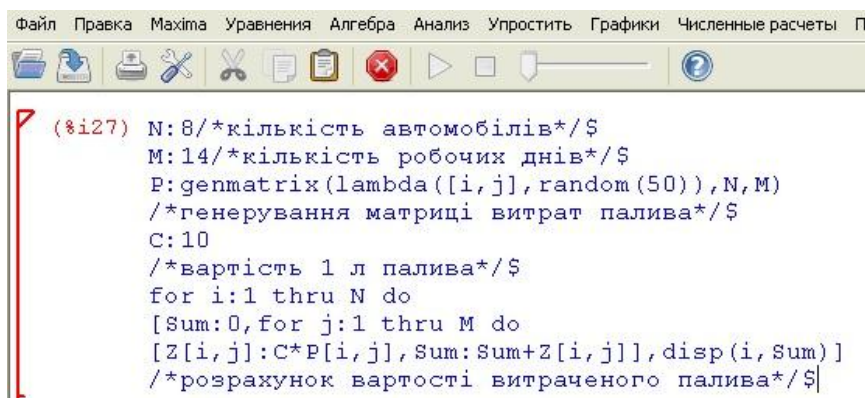


Рис. 1. Блок-схема алгоритму розв'язання задачі

Розв'язання

Класична транспортна задача лінійного програмування формулюється наступним чином: деякий однорідний продукт, що знаходиться у m постачальників A_i в обсягах a_1, a_2, \dots, a_m одиниць відповідно необхідно перевезти n споживачам B_j в обсягах b_1, b_2, \dots, b_n одиниць. При цьому виконується умова, що загальний наявний обсяг продукції у постачальників дорівнює загальному попиту всіх споживачів. Відомі вартості c_{ij} перевезень одиниці продукції від кожного A_i -го постачальника до кожного B_j -го споживача, що подані як елементи матриці. Необхідно визначити план перевезень, за якого вся продукція була б вивезена від постачальників, повністю задоволені потреби споживачів і загальна вартість всіх перевезень була б мінімальною.



```

(%i27) N:8/*кількість автомобілів*/$
M:14/*кількість робочих днів*/$
P:genmatrix(lambda([i,j],random(50)),N,M)
/*генерування матриці витрат палива*/$
C:10
/*вартість 1 л палива*/$
for i:1 thru N do
[Sum:0,for j:1 thru M do
[Z[i,j]:C*P[i,j],Sum:Sum+Z[i,j]],disp(i,Sum)]
/*розрахунок вартості витраченого палива*/$

```

Рис. 2. Програмна реалізація алгоритму

Математична модель транспортної задачі за критерієм вартості перевезень має такий вигляд:

$$\min f(x_{ij}) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \quad (1)$$

за обмежень:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = \overline{1, m}); \quad (2) \quad \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = \overline{1, n}); \quad (3) \quad x_{ij} \geq 0 \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}). \quad (4)$$

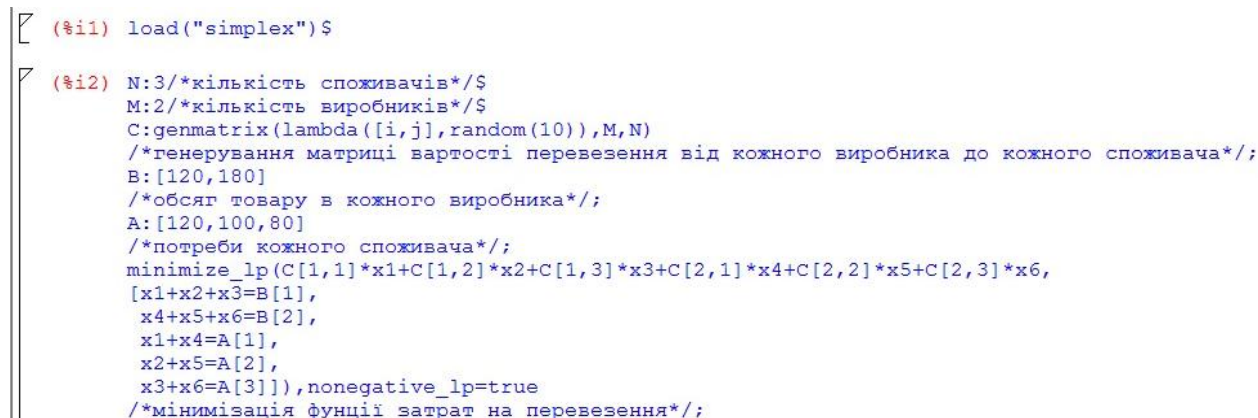
У збалансованій моделі транспортної задачі має виконуватися умова:

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j. \quad (5)$$

Планом транспортної задачі називають будь-який невід'ємний розв'язок системи обмежень (2) – (4), який позначають матрицею. Значення невідомих величин x_{ij} – обсяги продукції, що мають бути перевезені від i -х постачальників до j -х споживачів, називають *перевезеннями*.

Оптимальним планом транспортної задачі називають матрицю $X^* = x_{ij}^* \quad (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n})$, яка задовольняє умови задачі, і для якої цільова функція (1) набуває найменшого значення.

Розв'яжемо задачу на простому прикладі, в якому два виробники забезпечують товаром трьох споживачів. Вартості перевезень згенеруємо функцією, що повертає випадкові числа, Сума обсягів товару, наявного у виробників має дорівнювати сумі потреб споживачів. Оптимальний план перевезень знайдемо симплекс-методом (рис. 3).



```

(%i1) load("simplex")$
(%i2) N:3/*кількість споживачів*/$
M:2/*кількість виробників*/$
C:genmatrix(lambda([i,j],random(10)),M,N)
/*генерування матриці вартості перевезення від кожного виробника до кожного споживача*/$
B:[120,180]
/*обсяг товару в кожного виробника*/$
A:[120,100,80]
/*потреби кожного споживача*/$
minimize_lp(C[1,1]*x1+C[1,2]*x2+C[1,3]*x3+C[2,1]*x4+C[2,2]*x5+C[2,3]*x6,
[x1+x2+x3=B[1],
x4+x5+x6=B[2],
x1+x4=A[1],
x2+x5=A[2],
x3+x6=A[3]],nonegative_lp=true
/*мінімізація функції затрат на перевезення*/$

```

Рис. 3. Розв'язання транспортної задачі симплекс-методом

В результаті отримали значення кількості обсягу товару, що мають перевезти виробники до споживачів та вартість всіх перевезень:

	Споживач	B_1	B_2	B_3
Виробник				
A_1		120	0	0
A_2		0	100	80

Перший виробник перевозить 120 одиниць обсягу товару до першого споживача, другий виробник – 100 одиниць обсягу товару до другого й 80 – до третього споживачів. Вартість таких перевезень складає 720 грошових одиниць.

Наступний приклад ілюструє використання СКМ Махіма при вивченні теми «Апроксимація. Регресійний аналіз» дисципліни «Методи та алгоритми прийняття рішень на транспорті».

Наприклад, експериментально виміряні витрати палива автомобіля Reno Symbol 1,4 98 к. с. при постійній швидкості руху (табл. 2). Одержати лінійну та нелінійну апроксимуючі залежності витрат палива від швидкості автомобіля. Зробити висновок про ступінь відповідності рівняння регресії експериментальним даним.

Таблиця 2

Витрати палива при постійній швидкості

Швидкість, км/г	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Витрата палива, л/100 км	20	12	8	6	5	5,3	5,5	5,6	5,8	5,86	6	7

Розв'язання

Знайдемо лінійну апроксимуючу залежність (рис. 4) у вигляді $y=ax+b$.

Отримали лінійну апроксимуючу залежність: $y=-0.07x+12.39$, ступінь відповідності рівняння регресії експериментальним даним недостатній, $R^2 = 0,3487$.

Знайдемо апроксимуючу залежність поліномом другого порядку (рис. 5). Загальний вид полінома другого порядку: $y=ax^2+bx+c$.

Отримали апроксимуючу залежність другого порядку: $y = 0.002x^2 - 0.43x + 21.39$, ступінь відповідності рівняння регресії експериментальним даним $R^2 = 0,7664$.

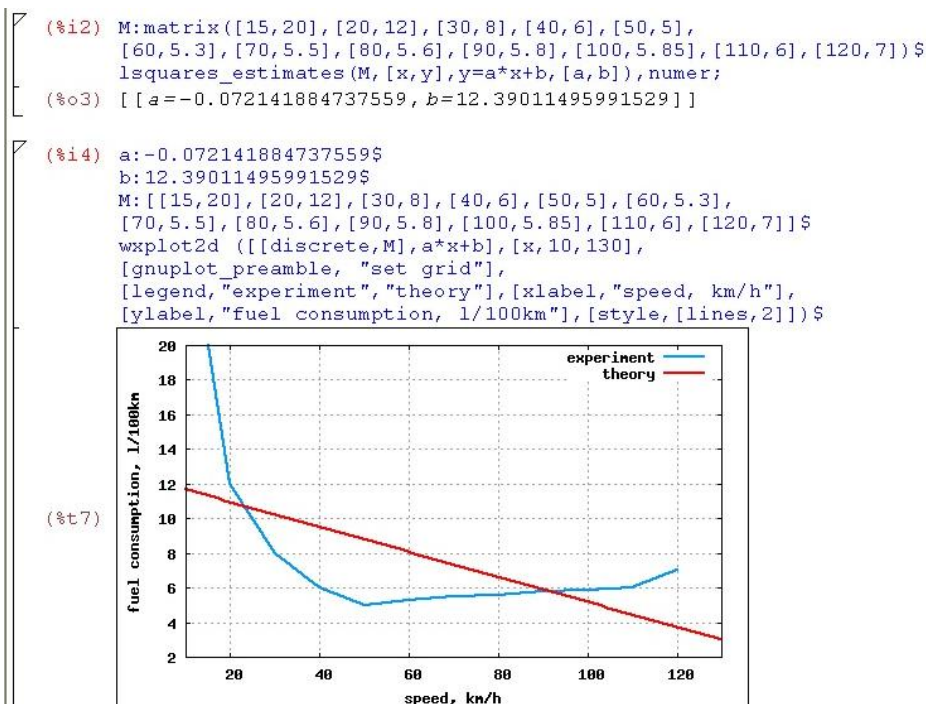


Рис. 4. Знаходження коефіцієнтів апроксимуючого полінома першого порядку

і побудова графіку рівня відповідності регресії експериментальним даним

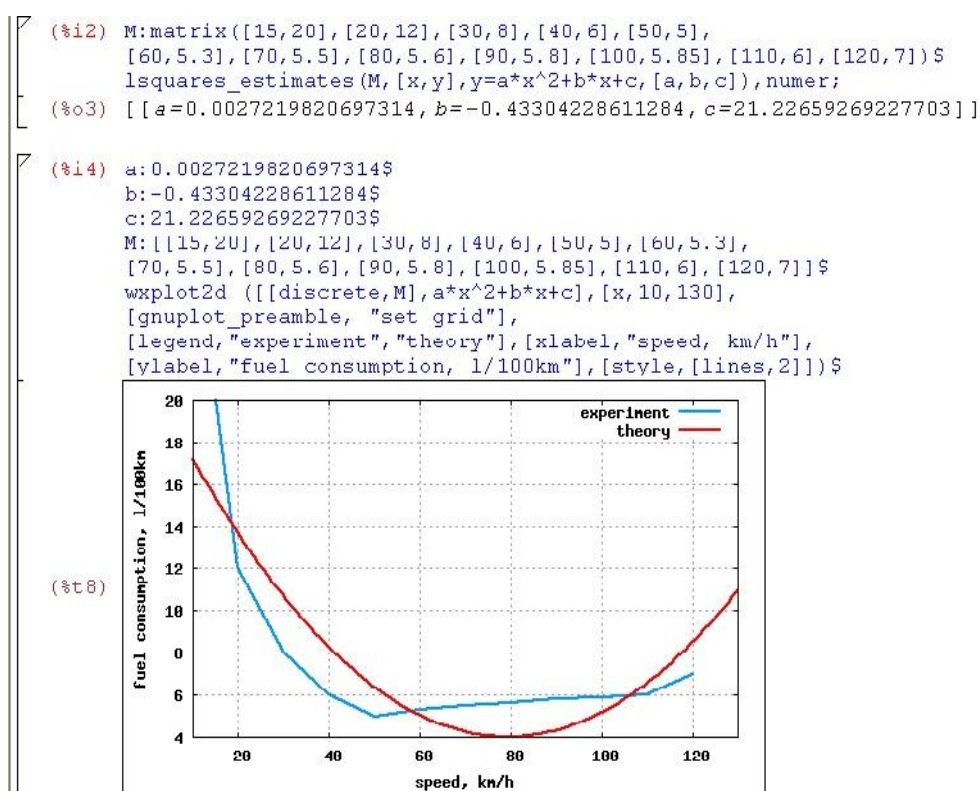


Рис. 5. Знайдення коефіцієнтів апроксимуючого полінома другого порядку і побудова графіка рівня відповідності регресії експериментальним даним

Висновки. При підготовці майбутніх інженерів слід приділяти увагу розвитку не лише фаховим, а й загальним компетентностям, що сприяє подальшому професійному зростанню студентів та робить їх конкурентоспроможними на вітчизняному та світовому ринках праці. Формуванню однієї з загальних компетентностей, а саме, інформатичної, сприяє використання ІКТ в системі навчання. Так, наприклад, застосування систем комп'ютерної математики в навчанні інформатичних дисциплін забезпечує розвиток навчальної активності студентів, креативності, надає можливість забезпечити междисциплінарні зв'язки. Зокрема, СКМ Maxima, що поєднує в собі можливості процедурного програмування та використання потужного математичного апарату, є, на думку автора, саме тим комп'ютерним навчальним середовищем, що задовольняє умовам доцільності використання в системі освіти України.

Список використаної літератури

1. Андрюхина Т. Н. Система формування професійних компетенцій у студентів – будучих спеціалістів автомобільного транспорту [Електронний ресурс] / Т. Н. Андрюхина, В. Н. Михелькевич // Казанский педагогический журнал. – 2008. – № 7. – С. 57-65. – Режим доступа : <http://goo.gl/MCg3b8>
2. Вінниченко Є. Ф. Розвиток творчих здібностей старшокласників у процесі навчання інформаційних технологій розв'язування математичних задач : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 – теорія та методика навчання інформатики / Євгеній Федорович Вінниченко ; Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2006. – 234 с.
3. Мацкевич В. Информатизация на российском рынке транспортной отрасли в цифрах [Электронный ресурс] // ВЕExpert. – 01.11.2012. – Режим доступа к статье : <http://goo.gl/vKZcLi>
4. Шаповалова Н. Н. Практикум з індивідуальним завданням по інженерних розрахунках і програмуванню в середовищі Maxima / Н. Н. Шаповалова. – Кривий Ріг : RISO, 2012. – 128 с.

References

1. Andryukhina, T. N., Mikhelkevich, V. N., (2008). System of formation of professional competence of the students – the future experts of road transport. *Kazanskiy pedagogicheskiy zhurnal (Kazan pedagogical magazine)*, 57-65 (in Rus.)
2. Vinnichenko, E. F. (2006). *Development of creative abilities of senior pupils in the course of studying of information technologies for solving mathematical problems* (PhD. thesis) (in Ukr.)
3. Matskevich, V. (01.11.2012) *Informatization of the Russian market of transport industry in numbers*. Retrieved from <http://goo.gl/vKZcLi>
4. Shapovalova, N. N. (2012). *Practice individual task for engineering calculations and programming in the sphere Maxima*. Krivyi Rih: RISO (in Ukr.)

SHAPOVALOVA N.,

Senior Lecturer of Modeling and Software Department, SIHE «Kryvyi Rih National University»

USING COMPUTER MATHEMATICS SYSTEM MAXIMA IN THE LEARNING PROCESS OF INFORMATION DISCIPLINES FOR FUTURE AUTOMOBILE TRANSPORT ENGINEERS

Abstract. Introduction. *In conditions of economic situation in Ukraine lately, plays an important role of informatization level of industries and society as a whole. Indicators of the availability of information technology (IT) sectors of the economy is measured not so much by the presence of technical means, how much information competence of staff. Education system put the job of forming the future specialists not only professional, but equally common competences. Development of information competencies facilitates further professional growth of individual, makes the future expert competitive on the domestic and international labour markets.*

Purpose. *Show examples of the using of computer mathematics system (CMS) Maxima for communication between disciplines in the learning information disciplines for future automobile transport engineers Perspective direction of formation of information competencies among students is the using of information technology in learning. So, it is advisable to use packages of computer mathematics engineering when solving applied tasks. In the software market there are many systems of computer mathematics. One of them is Maxima, a free computer algebra system written in LISP language. This CMS meets the criteria for selecting IT-tools for using in the education system: are distributed under a free license, has an open code, supports multiple interfaces that runs on most operating systems and more.*

Results. *The author uses CMS Maxima of training future engineers of automobile transport. The study of information subjects begins with "Computer Engineering and Programming". Within this discipline, students learn the basics of CMS embedded programming language syntax, studying the standard features, as well as mathematical analysis functions, learning to program. This example illustrates the using of CMS as the Maxima programming environment simple algorithmic structures. Then obtained software package skills students use for modeling and solving practical problems in the discipline "Operation research in transport systems." An example is the classical solution of linear programming tasks-closed-type transport task using special module composed of Maxima. Application of CMS in studying discipline "Methods and algorithms of decision-making on transport" illustrates an example of the construction of regression models. Disciplines "Modern Information Technologies in Transport", "Modelling of technological processes of enterprises", "Fundamentals of the theory of transport processes and systems" are also used as an instrument for reviewing IT-CMS.*

Originality. *A set of professional tasks for the training of the future automobile transport engineers was designed.*

Conclusions. *Thus, the using of CMS in learning, provides continuous communication between disciplines, forms students information competency, develops creative activity, contributes to raising the level of professionalism of the future engineer of automobile transport.*

Keywords: *general competence, information competence, Computer Mathematics System, Maxima, automobile transport*

*Одержано редакцією 19.03.2016 р.
Прийнято до публікації 01.04.2016 р.*