

**MAPLE ЯК ОДНЕ З АКТИВНИХ СЕРЕДОВИЩ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ РОЗДІЛУ  
«МАТЕМАТИЧНЕ ПРОГРАМУВАННЯ» КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ  
ПРОФЕСІЙНОГО КОЛЕДЖУ**

*У статті розглядається використання пакету символьних обчислень Maple для розв'язування задач лінійного програмування. Доведено, що ІКТ є одним з активних середовищ навчання студентів, дає можливість підвищити мотивацію навчання, ефективніше реалізувати принципи диференціації навчання.*

***Ключові слова:** лінійне програмування, математична модель, ІКТ, обмеження, цільова функція, Maple.*

У сучасних умовах відбувається процес зміни традиційної парадигми освіти  $S - O$ , де суб'єктом  $S$  виступав викладач, а об'єктом  $O$  – студент. Дане відношення втрачає свою ефективність. Роль студента змінилася. Студент набрав статусу суб'єкту навчання. Створилася модель  $S - S$ . В цьому співвідношенні викладач не стільки навчає, як створює умови для здобуття знань студентами, умови для їхньої самостійної праці. В співвідношенні  $S - S$  об'єктом виступає спеціальність, на здобуття якої напружена співпраця. Концепцію  $S - S - O$  американські вчені Роберт Бар та Джон Таг назвали «новою парадигмою вищої освіти». Відбувається зміна ролей агентів навчального процесу. Нова парадигма освіти передбачає навчити студентів вчитися. Роль викладача уподібнюється обов'язкам тренера: викладач створює активні середовища для навчання студентів, або показує як використати існуючі.

Одним з активних середовищ навчання студентів є інформаційно-комунікаційні технології навчання.

Проблемам доцільності, можливості, обсягу, формам і методами використання сучасних інформаційних технологій в процесі навчання шкільного курсу математики та математичних дисциплін студентів вищих навчальних закладів присвячена велика кількість досліджень, зокрема [4,5,6,7,10,11], розроблені методичні рекомендації щодо навчання конкретних математичних дисциплін з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) [1,3,8,9,12].

До послуг викладачів, студентів, школярів є достатня кількість математичних програм, пакетів: Ахуom, Derive, Gran (1, 2d, 3d), Macsyma, Maple, Mathematica, Matcad, Matlab, Minitab, MuPAD, Reduce, Tecplot та інші.

Зупинимось на пакеті символьних обчислень Maple.

Програма Maple розроблена сумісно науково-дослідною групою відділу обчислювальної техніки університетів Waterloo, (штат Онтаріо, Канада, заснована в грудні 1980 року Кейтом Геддом і Гастоном Гоне) та Вищої технічної школи (ETH, Цюріх, Швейцарія), вільно розповсюджується в Інтернеті і є доступною для кожного бажаючого користувача.

Детально про можливості Maple ми говорили в статті «Використання пакету символьних обчислень Maple при розв’язуванні деяких задач аналітичної геометрії» та посібнику «Використання пакету символьних обчислень Maple в процесі вивчення математики» [3].

Покажемо можливості застосування пакету символьних обчислень Maple при вивченні розділу «Математичне програмування» курсу вищої математики професійного коледжу.

Програмою дисципліни «Вища математика» виділяється десять годин навчального часу для розгляду питань вказаного розділу, з них чотири години відводяться на самостійну роботу студентів.

Серед понять і навиків, які повинні засвоїти студенти, наступні:

- ◆ Постановка і геометрична інтерпретація задачі лінійного програмування.
- ◆ Геометричний метод розв’язування задач лінійного програмування.
- ◆ Канонічна форма задачі лінійного програмування.
- ◆ Симплекс-метод.
- ◆ Транспортна задача.

Як показує практика, за допомогою традиційних форм і методів навчання, ґрунтовно опанувати всі поняття та теореми, сформувані навички і вміння, передбачених програмою, за такий короткий період навчального часу практично не можливо.

При розв’язуванні задач лінійного програмування ми будемо користуватися бібліотекою Maple «simplex».

Бібліотека «simplex» призначена для оптимізації лінійних систем з використанням симплексного алгоритму. Особливість її в тому, що вона дозволяє виконувати оцінки проміжних етапів симплексного алгоритму, наприклад, визначати базисні змінні, переводити дану задачу в двоїсту, перетворювати нерівності системи в рівності і ін.

Бібліотека «simplex» містить наступні команди:

basis convexhull cterm define\_zero display dual equality feasible  
maximize minimize NONNEGATIVE pivot pivoteqn pivotvar ratio setup  
standardize.

Після підключення бібліотеки командою `with(simplex)` користувачу стають доступними функції і опції, вказані в наступній таблиці.

Доступні функції	Призначення
<a href="#">Basis</a>	Знаходить базисні змінні
<a href="#">Convexhull</a>	Побудова опуклої оболонки

<a href="#">Cterm</a>	Виводить список елементів вектора ресурсів
<a href="#">define zero</a>	Встановлює абсолютне значення похибки обчислень
<a href="#">Display</a>	Подає систему в матричній формі
<a href="#">Dual</a>	Перетворює дану задачу в двоїсту задачу лінійного програмування
<a href="#">Equality</a>	Перетворює нерівності системи в рівності
<a href="#">Feasible</a>	Повертає true – якщо розв’язок існує, і false – якщо не існує
<a href="#">Maximize</a>	Знаходить максимум цільової функції
<a href="#">Minimize</a>	Знаходить мінімум цільової функції
<a href="#">NONNEGATIVE</a>	Опція, що вказує на невід’ємність усіх змінних
<a href="#">Pivot</a>	Створює нову систему рівнянь, яка дозволяє знайти опорний розв’язок
<a href="#">Pivoteqn</a>	Повертає список рівнянь, що задають опорний план
<a href="#">Pivotvar</a>	Повертає змінну з додатнім коефіцієнтом
<a href="#">Ratio</a>	Для визначення змінної, що виключається з опорного плану
<a href="#">Setup</a>	Приводить систему обмежень до стандартного вигляду
<a href="#">Standardize</a>	Перетворює систему обмежень в пари нерівностей

У даній статті ми обмежимося розглядом лише двох команд пакету бібліотеки «simplex» – maximize та minimize, які миттєво дають значення цільової функції при вказаних обмеженнях.

Нам знадобиться задавати цільову функцію та систему обмежень.

Цільову функцію будемо позначати `obj`, систему обмежень – `cnsts`.

Значення цільової функції в оптимальних точках знаходитимемо з допомогою команд `eval` та `subs`.

Проілюструємо використання команд `maximize` та `minimize` до розв’язування прикладних задач лінійного програмування: проблеми відділення зв’язку, виробництва бензину.

Складемо математичні моделі цих задач та знайдемо їх оптимальні розв’язки, використовуючи Maple.

■ **Задача. Проблема відділення зв’язку.** Відділенню зв’язку потрібна різна кількість працюючих на кожен день тижня. Число працюючих, в залежності від дня тижня, наведено в таблиці:

<u>День тижня</u>	<u>Число працюючих з повним робочим днем</u>
Понеділок	17
Вівторок	13
Середа	15
Четвер	19
П'ятниця	14
Субота	16
Неділя	11

Керівництвом відділення кожному працюючому, після п'яти днів роботи, надається дводенний вихідний. Наприклад, службовці, які працюють з понеділка по п'ятницю, мають два вихідні: суботу і неділю. Відділенню зв'язку необхідно оплатити щоденну використану працю службовців. Сформулювати задачу лінійного програмування для мінімізації числа працюючих протягом тижня.

Позначимо через  $x_i$  число працюючих на початку  $i$ -того робочого дня.

Потрібно мінімізувати суму

$$z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \quad \min$$

при обмеженнях:

$$x_1 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 17 \text{ - обмеження на понеділок,}$$

$$x_1 + x_2 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 13 \text{ - обмеження на вівторок,}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_6 + x_7 \geq 15 \text{ - обмеження на середу,}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_7 \geq 19 \text{ - обмеження на четвер,}$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 14 \text{ - обмеження на п'ятницю,}$$

$$x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 16 \text{ - обмеження на суботу,}$$

$$x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 11 \text{ - обмеження на неділю,}$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1 \dots 7) \text{ - умови невід'ємності змінних.}$$

Використаємо Maple:

```
> with(simplex) :
> cnsts := {x1+x4+x5+x6+x7 >= 17, x1+x2+x5+x6+x7 >=
13, x1+x2+x3+x6+x7 >= 15,
x1+x2+x3+x4+x7 >= 19, x1+x2+x3+x4+x5 >= 14,
x2+x3+x4+x5+x6 >= 16, x3+x4+x5+x6+x7 >= 11};
cnsts := { 17 ≤ x1 + x4 + x5 + x6 + x7, 13 ≤ x1 + x2 + x5 + x6 + x7,
15 ≤ x1 + x2 + x3 + x6 + x7, 19 ≤ x1 + x2 + x3 + x4 + x7, 14 ≤ x1 + x2 + x3 + x4 + x5,
16 ≤ x2 + x3 + x4 + x5 + x6, 11 ≤ x3 + x4 + x5 + x6 + x7 }
> obj := x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7;
obj := x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7
```

> minimize (obj, cnsts union  
 {x1>=0, x2>=0, x3>=0, x4>=0, x5>=0, x6>=0, x7>=0});

$$\{x_4 = \frac{22}{3}, x_3 = \frac{1}{3}, x_1 = \frac{19}{3}, x_6 = \frac{10}{3}, x_5 = 0, x_7 = 0, x_2 = 5\}$$

> subs ([x4 = 22/3, x3 = 1/3, x1 = 19/3, x6 = 10/3, x5 = 0, x7 = 0, x2 = 5], obj);

$$\frac{67}{3}$$

Оскільки число працюючих повинно бути натуральним, то мінімальна кількість працюючих буде рівною 25 і досягається при  $x_1 = 7, x_2 = 5, x_3 = 1, x_4 = 8, x_5 = 0, x_6 = 4, x_7 = 0$ .

■ **Задача. Виробництво бензину.** Нафтопереробний завод виготовляє три види бензину:  $\acute{A}$ -1,  $\acute{A}$ -2,  $\acute{A}$ -3. Кожен вид бензину виготовляється з трьох видів сирової нафти:  $\tilde{N}$ -1,  $\tilde{N}$ -2,  $\tilde{N}$ -3. Ціни продажу бензину та закупівельні ціни сирової нафти подано у вигляді таблиці:

Бензин	Ціна бензину	Сира нафта	Ціна нафти
$\acute{A}$ -1	70	$\tilde{N}$ -1	45
$\acute{A}$ -2	60	$\tilde{N}$ -2	35
$\acute{A}$ -3	30	$\tilde{N}$ -3	25

Щоденно закупляються по 5000 барелей кожного типу сирової нафти. Види бензину відрізняються один від одного октановим числом та вмістом сірки. Сира нафта для виготовлення бензину  $\acute{A}$ -1 повинна мати октанове число не менше 10 і містити сірки не більше 1%, для виробництва  $\acute{A}$ -2 – октанове число не менше 8 і вмістом сірки не більше 2%, для виробництва  $\acute{A}$ -3 – октанове число не менше 6 і вмістом сірки не більше 1%. Октанове число і вміст сірки у кожному виді нафти подано у таблиці:

Сира нафта	Октанове число	Вміст сірки (%)
$\tilde{N}$ -1	12	0,5
$\tilde{N}$ -2	6	2,0
$\tilde{N}$ -3	8	3,0

Завод витрачає \$4 на переробку одного бареля сирової нафти і отримання одного бареля бензину. Завод щоденно може виробляти 14000 барелей бензину. Споживачі замовляють кожного дня бензину  $\acute{A}$ -1 3000 барелей, бензину  $\acute{A}$ -2 2000 барелей, бензину  $\acute{A}$ -3 1000 барелей. Завод має зобов'язання задовольнити ці потреби. Завод проводить рекламну кампанію для стимулювання потреб продукції. Один долар вкладений у рекламу певного типу бензину приводить до збільшення його споживання на 10 барелей. Наприклад, завод витратив на рекламу бензину  $\acute{A}$ -2 \$20. Це сприяло збільшенню попиту на бензин  $\acute{A}$ -2 на  $20 \cdot 10 = 200$  барелей. Сформулювати та розв'язати задачу лінійного програмування по максимізації щоденного прибутку заводу.

Надамо значення змінним:

$a_i$  - кількість доларів витрачених на денну рекламу бензину  $i$  ( $i = 1, 2, 3$ );

$x_{ij}$  - щоденне число барелей сирої нафти  $i$  для виробництва бензину  $j$

( $i = 1, 2, 3; j = 1, 2, 3$ ). Наприклад,  $x_{21}$  - число барелей сирої нафти 2 для вироблення бензину  $\hat{A}$ -1.

Тоді,

$x_{11} + x_{12} + x_{13}$  - число барелей сирої нафти  $\tilde{N}$ 1 -1 на день;

$x_{21} + x_{22} + x_{23}$  - число барелей сирої нафти  $\tilde{N}$ 1 -2 на день;

$x_{31} + x_{32} + x_{33}$  - число барелей сирої нафти  $\tilde{N}$ 1 -3 на день;

$x_{11} + x_{21} + x_{31}$  - число барелей бензину  $\hat{A}$ -1 виробленого за один день;

$x_{12} + x_{22} + x_{32}$  - число барелей бензину  $\hat{A}$ -2 виробленого за один день;

$x_{13} + x_{23} + x_{33}$  - число барелей бензину  $\hat{A}$ -3 виробленого за один день.

Знаходимо прибуток від продажу бензину:

$$70(x_{11} + x_{21} + x_{31}) + 60(x_{12} + x_{22} + x_{32}) + 50(x_{13} + x_{23} + x_{33})$$

Знаходимо витрати на сиру нафту:

$$45(x_{11} + x_{12} + x_{13}) + 35(x_{21} + x_{22} + x_{23}) + 25(x_{31} + x_{32} + x_{33}).$$

До того ж, щоденні витрати на рекламу становлять:

$$a_1 + a_2 + a_3.$$

Витрати на переробку нафти:

$$4(x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{31} + x_{32} + x_{33}).$$

Денний прибуток заводу:

$$\begin{aligned} &70(x_{11} + x_{21} + x_{31}) + 60(x_{12} + x_{22} + x_{32}) + 50(x_{13} + x_{23} + x_{33}) - \\ &- (45(x_{11} + x_{12} + x_{13}) + 35(x_{21} + x_{22} + x_{23}) + 25(x_{31} + x_{32} + x_{33})) - \\ &- (4(x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{31} + x_{32} + x_{33})) - (a_1 + a_2 + a_3) \end{aligned}$$

Маємо цільову функцію:

$$z = 21x_{11} + 11x_{12} + x_{13} + 31x_{21} + 21x_{22} + 11x_{23} + 41x_{31} + 31x_{32} + 21x_{33} - a_1 - a_2 - a_3.$$

Запишемо обмеження.

Враховуючи рекламу, щоденна потреба бензину  $\hat{A}$ -1  $3000 + 10a_1$ .

Можемо записати:  $x_{11} + x_{21} + x_{31} = 3000 + 10a_1$ , або

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} - 10a_1 = 3000.$$

Аналогічно, потреба бензину  $\hat{A}$ -2

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} - 10a_2 = 2000,$$

потреба бензину  $\hat{A}$ -3

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} - 10a_3 = 1000.$$

З обмежень на поставку нафти маємо:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 5000;$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} \leq 5000;$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} \leq 5000.$$

Загальне виробництво бензину дорівнює сумі виробництв бензинів А-1, А-2, А-3:

$$(x_{11} + x_{21} + x_{31}) + (x_{12} + x_{22} + x_{32}) + (x_{13} + x_{23} + x_{33}).$$

Оскільки, завод щоденно може виробляти 14000 барелей бензину, то

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{13} + x_{23} + x_{33} \leq 14000$$

Обмеження пов'язані з величиною октанового числа бензину А-1:

$$\frac{12x_{11} + 6x_{21} + 8x_{31}}{x_{11} + x_{21} + x_{31}} \geq 10, \text{ або}$$

$$2x_{11} - 4x_{21} - 2x_{31} \geq 0.$$

Обмеження пов'язані з величиною октанового числа бензину А-2:

$$\frac{12x_{12} + 6x_{22} + 8x_{32}}{x_{12} + x_{22} + x_{32}} \geq 8, \text{ або}$$

$$4x_{12} - 2x_{22} \geq 0.$$

Обмеження пов'язані з величиною октанового числа бензину А-3:

$$\frac{12x_{13} + 6x_{23} + 8x_{33}}{x_{13} + x_{23} + x_{33}} \geq 6, \text{ або}$$

$$6x_{13} + 2x_{33} \geq 0.$$

Обмеження пов'язані з вмістом сірки в бензині А-1:

$$\frac{0,005x_{11} + 0,02x_{21} + 0,03x_{31}}{x_{11} + x_{21} + x_{31}} \leq 0,01, \text{ або}$$

$$-0,005x_{11} + 0,01x_{21} + 0,02x_{31} \leq 0.$$

Обмеження пов'язані з вмістом сірки в бензині А-2:

$$\frac{0,005x_{12} + 0,02x_{22} + 0,03x_{32}}{x_{12} + x_{22} + x_{32}} \leq 0,02, \text{ або}$$

$$-0,015x_{12} + 0,01x_{32} \leq 0.$$

Обмеження пов'язані із вмістом сірки в бензині А-3:

$$\frac{0,005x_{13} + 0,02x_{23} + 0,03x_{33}}{x_{13} + x_{23} + x_{33}} \leq 0,01, \text{ або}$$

$$-0,005x_{13} + 0,01x_{23} + 0,02x_{33} \leq 0.$$

Одержали математичну модель:

Знайти максимальне значення функції

$$z = 21x_{11} + 11x_{12} + x_{13} + 31x_{21} + 21x_{22} + 11x_{23} + 41x_{31} + 31x_{32} + 21x_{33} - a_1 - a_2 - a_3 \quad \max$$

при обмеженнях:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} - 10a_1 = 3000;$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} - 10a_2 = 2000;$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} - 10a_3 = 1000;$$

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} \leq 5000;$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} \leq 5000;$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} \leq 5000;$$

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{13} + x_{23} + x_{33} \leq 14000;$$

$$2x_{11} - 4x_{21} - 2x_{31} \geq 0;$$

$$4x_{12} - 2x_{22} \geq 0;$$

$$6x_{13} + 2x_{33} \geq 0;$$

$$-0,005x_{11} + 0,01x_{21} + 0,02x_{31} \leq 0;$$

$$-0,015x_{12} + 0,01x_{32} \leq 0;$$

$$-0,005x_{13} + 0,01x_{23} + 0,02x_{33} \leq 0;$$

$$x_{ij} \geq 0;$$

$$a_i \geq 0.$$

> **restart;**

> **Digits := 6;**

*Digits := 6*

> **with(simplex):**

> **cnsts := {x11+x21+x31-10\*a1 = 3000, x12+x22+x32-10\*a2 = 2000, x13+x23+x33-10\*a3 = 1000, x11+x12+x13<=5000, x21+x22+x23<=5000, x31+x32+x33<=5000, x11+x21+x31+x12+x22+x32+x13+x23+x33<=14000, 2\*x11-4\*x21-2\*x31>=0, 4\*x12-2\*x22>=0, 6\*x13+2\*x33>=0, -0.005\*x11+0.01\*x21 +0.02\*x31<=0, -0.015\*x12+0.01\*x32<=0, -0.005\*x13+0.01\*x23+0.02\*x33<=0};**

*cnsts := {x11 + x21 + x31 - 10 a1 = 3000, x12 + x22 + x32 - 10 a2 = 2000, x13 + x23 + x33 - 10 a3 = 1000, x11 + x12 + x13 ≤ 5000, x21 + x22 + x23 ≤ 5000, x31 + x32 + x33 ≤ 5000, x11 + x21 + x31 + x12 + x22 + x32 + x13 + x23 + x33 ≤ 14000, 0 ≤ 2 x11 - 4 x21 - 2 x31, 0 ≤ 4 x12 - 2 x22, 0 ≤ 6 x13 + 2 x33, -0.005 x11 + .01 x21 + .02 x31 ≤ 0, -0.015 x12 + .01 x32 ≤ 0, -0.005 x13 + .01 x23 + .02 x33 ≤ 0 }*

> **obj**

**:=21\*x11+11\*x12+x13+31\*x21+21\*x22+11\*x23+41\*x31+31\*x32+21\*x33-a1-a2-a3;**

*obj := 21 x11 + 11 x12 + x13 + 31 x21 + 21 x22 + 11 x23 + 41 x31 + 31 x32 + 21 x33 - a1 - a2 - a3*



```

> maximize (obj, cnsts union
{ x11 >= 0, x12 >= 0, x13 >= 0, x21 >= 0, x22 >= 0, x23 >= 0, x31 >= 0, x32 >= 0, x33 >= 0, a1
>= 0, a2 >= 0, a3 >= 0 } );
{ a2 = 750.000, x31 = 333.333, x12 = 2111.11, x13 = 666.667, a1 = 0., a3 = 0., x33 = 0.,
x32 = 3166.67, x23 = 333.333, x22 = 4222.22, x21 = 444.444, x11 = 2222.22 }
> subs ([a2 = 750.000, x31 = 333.333, x12 = 2111.11, x13 =
666.667, a1 = 0., a3 = 0., x33 = 0., x32 = 3166.67, x23 = 333.333,
x22 = 4222.22, x21 = 444.444, x11 = 2222.22], obj);
287751.

```

Завод матиме найбільший прибуток в сумі \$287751, при умові  $x_{11} = 2222,22$ ,  
 $x_{12} = 2111,11$ ,  $x_{13} = 666,667$ ,  $x_{21} = 4444,4444$ ,  $x_{22} = 4222,22$ ,  $x_{23} = 333,333$ ,  $x_{31} = 333,333$ ,  
 $x_{32} = 3166,67$ ,  $x_{33} = 0$ ,  $a_1 = 0$ ,  $a_2 = 750$ ,  $a_3 = 0$ .

Використання пакету Maple дасть можливість інтенсифікувати навчальний процес: підвищити мотивацію навчальної діяльності; краще організувати і підвищити ефективність аудиторної та самостійної роботи; озброїти студентів новими засобами пізнавальної діяльності, новими методами і прийомами наукового пізнання, що базуються на використанні ІКТ, створить одне з активних середовищ для навчання студентів.

### *Список використаної літератури*

1. Дьяконов В.П. Maple 8 в математике, физике и образовании. — М.: СОЛОН-Пресс, 2003. — 656 с.
2. Дрозденко О. Л. Використання пакету символьних обчислень MAPLE в процесі вивчення математики. — К.: Ін-т математики НАНУ, 2005. — 164 с.
3. Жалдак М.І., Вітюк О.В. Комп'ютер на уроках геометрії: Посібник для вчителів. — К.: РННЦ ДІНІТ, 2003. — 168 с.
4. Жалдак М.І., Горошко Ю.В., Вінніченко Є.Ф. Математика з комп'ютером. — К.: РННЦ ДІНІТ, 2004. — 168 с.
5. Жалдак М.І. Проблема інформатизації навчального процесу у школі і в вузі // Сучасна інформаційна технологія в навчальному процесі: Збірник наукових праць. — К.: КДПІ імені М.П.Драгоманова, 1991. — С. 3-16.
6. Клочко В.І. Застосування новітніх інформаційних технологій при вивченні вищої математики у технічному вузі: Навчально-методичний посібник. — Вінниця: ВДТУ, 1997. — 300с.
7. Валуце І.І., Ділігул Г.Д. Математика для технікумів на базі середньої школи. — М.: Наука, 1980. — 576с.
8. Морзе Н.В. Основи інформаційно-комунікаційних технологій. — К.: Видавнича група ВНУ, 2006. — 352 с.
9. Машбиць Ю.І., Гокунь О.О., Жалдак М.І., Морзе Н.В. та ін. Основи нових інформаційних технологій навчання: Посібник для вчителів — К.: Інститут

- психології ім. Г.С.Костюка АПН України; Інститут змісту і методів навчання, 1997. – 260с.
10. Раков С.А., Горох В.П., Осенков К.О. та ін. Відкриття геометрії через комп'ютерні експерименти в пакеті DG // Посібник для вчителів математики. — Харків: вікторія. — 2002. — 136 с.
11. Раков С.А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ — Харків: Факт, 2005. — 360 с.
12. Співаковський О.В. Інформаційні технології в реалізації комп'ютерно-орієнтованого навчання // Комп'ютер в школі і сім'ї. — 2003, № 6. — С. 21-23.

*Дрозденко О.Л. Maple как одна из активных сред для изучения раздела «Математическое программирование» курса высшей математики профессионального колледжа.*

*В статье рассматривается использование пакета символьных вычислений Maple для решения задач линейного программирования. Доказано, что ИКТ является одной из активных сред обучения студентов, даёт возможность повысить мотивацию обучения, эффективнее реализовать принципы дифференциации обучения.*

*Ключевые слова: Линейное программирование, математическая модель, ИКТ, ограничения, целевая функция, Maple.*

*Drozdenko O.L. Maple as one of the active environment for the study of chapter «Mathematical programming» in the course of higher mathematics of professional college.*

*The article discusses the use of symbolic computation Maple package for solving linear programming problems. Proved that ICT is one of the active learning environments students opportunities to improve learning motivation, effective implementation of the principles of differentiation of instruction.*

*Keywords: Linear programming, mathematical model, ICT, bounds, the objective function, Maple.*