

## **ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ**

**Abstract.** The article deals with the peculiarities of the concept of professional mathematical package from the point of view of pedagogy and computer science. The components of a training problem are given. The expediency of using the Mathcad package in solving optimization tasks is grounded, the example of software implementation is given.

### **Вступ**

Одним із головних завдань, що стоять перед системою підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій, є підвищення якості математичної підготовки студентів з урахуванням сучасних напрямів розвитку і використання інформаційних технологій в професійній діяльності. Найважливішим завданням є накопичення і аналіз прикладів ефективних додатків інтеграції інформаційних і педагогічних технологій на рівні траєкторії професійного становлення майбутнього фахівця [1].

Вивчення дисциплін математичного циклу є одним із елементів базової підготовки сучасних фахівців. Це зумовлено тим, що кількісні методи впроваджуються практично в усі сфери діяльності людини. Оволодіння студентами знаннями і навичками використання сучасних інформаційних технологій під час розв'язання конкретних прикладних задач є одним із найбільш перспективних шляхів підвищення ефективності навчання.

Підготовка компетентного фахівця, здатного коректно сформулювати математичну задачу і знайти відповідні методи її розв'язання, потребує ретельного добору навчальних задач. З іншого боку, ці задачі потребують виконання великого об'єму обчислень, і тому їх розв'язання неможливе без використання пакетів прикладних програм.

### **Виклад основного матеріалу**

Теоретичні й практичні аспекти використання інформаційних технологій навчання (комп'ютеризації навчання) знайшли відображення в роботах Р.С. Гуревича, М.І. Жалдака [2], Н.В. Морзе, Ю.С. Рамського, С.О. Семерікова [3], Ю.В. Триуса, О.В. Співаковського та ін. У дослідженнях цих авторів розглянуто шляхи підвищення ефективності навчання з використанням новітніх методик і технічних засобів, проблеми комп'ютеризації викладання природничих дисциплін.

О.В. Співаковський розробив систему оволодіння курсом лінійної алгебри в умовах закладу вищої освіти, в основу якої покладено принцип компонентно-орієнтованого навчання. Він полягає в заданні рівня абстракції і деталізації для кожного етапу навчання і виділенні в кожному його фрагменті

суттєвого та несуттєвого шляхом надання студентів розв'язків певних типів задач у вигляді готових компонентів [4, с. 34].

Автори досліджень [3, 4] висвітлюють загальні аспекти впровадження інформаційних технологій у навчальний процес закладів вищої освіти, їх переваги, презентують власні методичні розробки.

Проте недостатньо висвітлено залишається проблема методики вивчення дисциплін математичного циклу, пов'язана з недостатньою обґрунтованістю й ефективним використанням інформаційно-комунікаційних технологій в математичній підготовці майбутніх фахівців з інформаційних технологій. При аналітичному розв'язуванні низки задач оптимізації доводиться виконувати громіздкі обчислення як над числами, так і над масивами чисел (матрицями, векторами і т.п.), що вимагає багато часу. Це призводить до зосередження уваги на другорядних деталях, виконанні звичайних математичних обчислень, а важливі, суттєві моменти залишаються поза увагою.

Забезпеченню автоматизації розв'язування широкого класу математичних задач прикладного характеру присвячується наша стаття.

Поняття «задача», зазвичай, асоціюється із застосуванням знань для їхнього закріплення, із виконанням розрахункових операцій. Таке уявлення не охоплює усіх аспектів сучасного трактування цього поняття. Задача в навчанні – один із важливих чинників підвищення пізнавальної і практичної активності студентів у процесі засвоєння дисциплін загальноосвітнього і спеціального циклу [5, с. 22].

У науковій літературі поняття «задача» визначається з погляду двох підходів: психологічного і дидактичного. О.М. Леонтьєв визначає задачу як поставлену в певних умовах мету, яку намагаються досягти [6, с. 34].

Г.А. Балл визначає задачу як «систему, обов'язковими компонентами якої є: предмет задачі, що знаходиться в початковому стані, модель необхідного стану предмету задачі» [7]. О.К. Тихоміров розуміє задачу як мету, задану в конкретних умовах і вимагає ефективного способу її досягнення [8].

Ми розумітимемо задачу, додержуючись визначення Л.М. Фрідмана, як результат усвідомлення суб'єктом суперечності між відомою метою задачі і невідомими шляхами досягнення даної мети [9].

Навчальною є задача, спрямована на досягнення навчальних цілей, яка подається студентів викладачем (у формі, яка реалізується навчальним посібником, іншим засобом навчання, зокрема педагогічним програмним засобом), чи яку сам студент ставить перед собою.

Найчастіше поняття задачі пов'язане не з діяльністю людини взагалі, а з пізнавальною діяльністю у процесі одержання знань. У зв'язку з цим окремо виділяється таке поняття, як пізнавальна задача. Це навчальне завдання, яке потребує для вирішення пошуку нових знань, умінь, використання в навчанні зв'язків, відношень, доведень [10].

Пізнавальна задача зорієнтована на «зону найближчого розвитку» [11] студента й визначається такими розумовими операціями, які студент ще не здатний виконати самостійно, але які стають для нього посильними при певній допомозі викладача.

Очевидно, що:

1) пізнавальні задачі розв'язуються не тільки в ході навчальної діяльності, і, значить, лише деякі пізнавальні задачі є навчальними;

2) серед навчальних задач основну частину складають пізнавальні. Водночас є і такі навчальні задачі, які пізнавальними не є (наприклад, комунікативні, рухові);

3) будь-яка специфічна навчальна задача спрямована на оволодіння «загальним способом розв'язування всіх задач певного класу» [12, с. 211] і тому може бути інтерпретована як пізнавальна.

Деякі науковці (О.С. Зайцев, У.Р. Рейтман, А.Ф. Есаулов, І.Я. Лернер та ін.) для більшої конкретизації та чіткості у визначенні тлумачать задачу через її структурно-компонентний склад.

Зокрема, І.Я. Лернер описує задачу наступним чином: ознаки будь-якої задачі полягають: 1) в наявності мети розв'язання, продиктованої вимогою або питанням до задачі; 2) в необхідності урахування умов і чинників, що є передумовою застосування способу розв'язування і правильності самого розв'язку; 3) у наявності або необхідності виявлення, побудови способу розв'язування [13].

Аналізуючи навчальні задачі, можна прийти до висновку, що кожна з них, незалежно від конкретного змісту, складається з таких складових частин:

1. Предметна область – це ті об'єкти, про які йде мова в задачі.

2. Відношення – це те, що пов'язує об'єкти предметної області.

3. Вимога задачі – це те, що необхідно встановити в результаті розв'язання задачі.

4. Оператор задачі – сукупність тих дій (операцій), які треба виконати над предметною областю за допомогою відношень, що зв'язують її об'єкти, для того, щоб виконати вимогу задачі [5, с. 23].

Викладач постійно стикається з проблемою добору або розробки навчальних задач для забезпечення ефективного засвоєння навчального змісту дисципліни. Як показує досвід, дії викладача по проектуванню і впорядкуванню задач носять стихійний характер. Модульно-технологічний підхід до навчання означає, що їх доцільно здійснювати на основі класифікації задач.

У літературі існують різні класифікації навчальних задач залежно від класифікаційної ознаки.

Існують класифікації, що орієнтуються на: структурно-компонентний склад завдань; діяльність студента (учня); діяльність викладача; зміст і структуру матеріалу, що вивчається.

Зупинимось на другій класифікації, оскільки вона заснована на системі операцій, що становлять процес виконання завдання.

Класифікації, орієнтовані на діяльність студента, можуть мати в основі різні ознаки: характер діяльності; мовні форми, в яких протікає діяльність; ступінь складності діяльності; ступінь самостійності.

Наведена класифікація дозволяє вирішити питання послідовності видів завдань в навчанні.

В.В. Серіков пропонує наступні типи задач для природничо-наукових дисциплін [14]:

- задачі в контексті практико-перетворювальної діяльності людини: проектні, моделюючі розрахункові;
- задачі, що імітують науково-пізнавальну діяльність людини: проблемно-пошукові, з нестандартними варіантами розв'язку, з некоректно заданою умовою;
- задачі з елементами ціннісно-орієнтаційної діяльності, спрямовані на засвоєння студентами моральних основ професійного середовища;
- задачі, пов'язані з комунікаційними потребами людини: проектні завдання з проблем використання математичного знання в різних галузях економіки.

У результаті проведеного аналізу задач, що повинні розв'язуватися студентами у курсі «Методи оптимізації та дослідження операцій», було виявлено, що усі задачі є кількісними, тобто потребують операції розрахунку.

В навчальному процесі для їх розв'язання використовуються сучасні інформаційні технології.

Сучасний рівень інформаційних технологій дозволяє при викладені традиційного матеріалу з математичних дисциплін використовувати професійні математичні пакети такі, як Matlab (<https://www.mathworks.com/>), Mathcad ([www.mathsoft.com](http://www.mathsoft.com)), Wolfram (<https://www.wolfram.com/>), Maple ([www.maplesoft.com](http://www.maplesoft.com)) та ін.

Д.А. Власов зазначає, що професійний математичний пакет можна розглядати як з точки зору педагогіки, так й інформатики [15]. З точки зору педагогіки він є «сучасним дидактичним засобом навчання, яке при проектуванні навчального процесу з прикладних курсів дозволяє нормалізувати та оптимізувати навчальний процес, надати йому якісно новий рівень» [15].

Професійний математичний пакет з точки зору інформатики – це інформаційна технологія, призначена для автоматизації розв'язання математичних задач в різних галузях науки, техніки й освіти, яка інтегрує в собі сучасний інтерфейс користувача, систему аналітичних чисельних методів розв'язання достатньо широкого класу математичних завдань, засоби візуалізації результатів обчислення, що на стадії прийняття управлінських рішень дозволяє з більшою вірогідністю проаналізувати результати [15].

Процес розв'язання задачі з використанням професійного математичного пакету зображено на рис. 1.

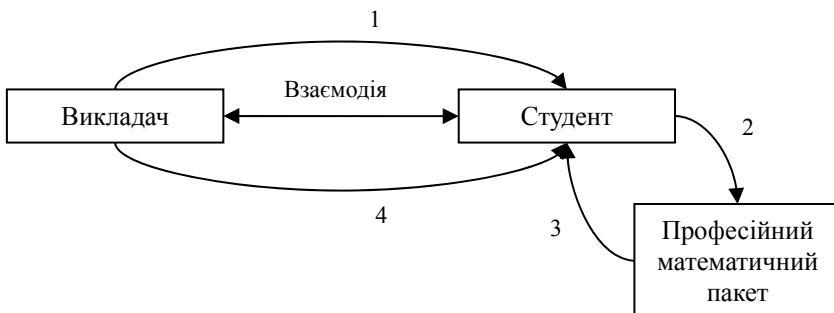


Рис. 1. Граф алгоритму процесу розв'язання задач з використанням професійного математичного пакету

На рисунку: 1 – формулювання постановки задачі викладачем; 2 – формування моделі даних студентом, виконання обчислень у професійному математичному пакеті; 3 – аналіз результатів розрахунків студентом та оперативна взаємодія з викладачем; 4 – зміна стратегії розв'язання задачі та знаходження оптимального рішення студентом [2].

При вивченні дисциплін математичного циклу нами використовується середовище Mathcad. Такий вибір зумовлений низкою причин:

- це є універсальний пакет для проведення математичних та інженерних розрахунків, визнаний фахівцями;
- поєднує в одній оболонці математичне ядро, текстовий процесор, могутню графічну систему обробки результатів і засоби комунікації;
- надає доступ до широкого набору загальних і спеціальних математичних функцій;
- має власний інструментарій для створення користувацьких програм, що записуються безпосередньо в документи пакета;
- дозволяє обмінюватися даними з другими програмами, використовуючи буфер обміну або OLE-технологію, яка надає можливість включати в один документ об'єкти різних прикладних програм;
- робочі документи Mathcad експортуються в HTML і PDF формати для наступного використання в інших додатках або публікаціях в WWW.

Наведемо приклад задачі [16, с. 42], що використовується при вивченні моделей лінійного програмування, розглянемо її складові частини.

#### *Кейс «На кондитерській фабриці».*

Маленька кондитерська фабрика повинна закритися на реконструкцію. Необхідно реалізувати запаси сировини, що залишилися, для виробництва продуктів із асортименту фабрики, отримавши максимальний прибуток. Запаси і витрати кожного виду сировини для виробництва одиниці продукції кожного виду, а також отриманий при цьому прибуток представлені в табл. 1.

Майстер, використовуючи свій 20-річний досвід, пропонує випустити по 200 пакетів кожного продукту, стверджуючи, що ресурсів «повинно вистачити», а прибуток отримаємо, очевидно, 1080 ум.од.

Таблиця 1

Постановка задачі

Сировина	Запаси	Продукти				
		Горішок	Насолода	Батончик	Білочка	Ромашка
Чорний шоколад	14110	0,8	0,5	1	2	1,1
Молочний шоколад	149	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2
Цукор	815,5	0,3	0,4	0,6	1,3	0,05
Карамель	466	0,2	0,3	0,3	0,7	0,5
Горіхи	1080	0,7	0,1	0,9	1,5	0
Прибуток/пакет, у.о.		1	0,7	1,1	2	0,6

Син власника фабрики, отримавши нещодавно диплом бакалавра з менеджменту управління, стверджує, що такі проблеми слід вирішувати не на око, а за допомогою лінійного програмування. Батько обіцяє сину весь прибуток понад 1080 ум.од., якщо він запропонує кращий план, ніж досвідчений майстер.

У цьому прикладі предметну область задачі складають елементи, що характеризують зв'язки між нормами витрати сировини та її запасами. Вони записуються у вигляді відношень, що пов'язують об'єкти предметної області (вказані або ті, що передбачаються). У наведеному прикладі зв'язки мають вигляд системи лінійних нерівностей:

$$\begin{aligned}
 0,8x_1 + 0,5x_2 + x_3 + 2x_4 + 1,1x_5 &\leq 14110, \\
 0,2x_1 + 0,1x_2 + 0,1x_3 + 0,1x_4 + 0,2x_5 &\leq 149, \\
 0,3x_1 + 0,4x_2 + 0,6x_3 + 1,3x_4 + 0,05x_5 &\leq 815,5, \\
 0,2x_1 + 0,3x_2 + 0,3x_3 + 0,7x_4 + 0,5x_5 &\leq 466, \\
 0,7x_1 + 0,1x_2 + 0,9x_3 + 1,5x_4 &\leq 1080
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  – кількість виробленого продукту відповідного виду.

До відношень, що пов'язують елементи предметної області, належать також система лінійних нерівностей (1), умова невід'ємності змінних  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$  та цільова функція  $F(x) = x_1 + 0,7x_2 + 1,1x_3 + 2x_4 + 0,6x_5$ .

Вимога задачі в цьому випадку очевидна: знайти  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ , щоб  $F(x) = x_1 + 0,7x_2 + 1,1x_3 + 2x_4 + 0,6x_5 \rightarrow \max$ . Оператором задачі є послідовність обчислювальних операцій (дій), які необхідно виконати, щоб задовольнити вимогу задачі.

Розв'язання завдання здійснено в системі Mathcad (рис. 2).

$$F(x) := 1 \cdot x_0 + 0.7x_1 + 1.1x_2 + 2x_3 + 0.6x_4$$

$$M := \begin{pmatrix} 0.8 & 0.5 & 1 & 2 & 1.1 \\ 0.2 & 0.1 & 0.1 & 0.1 & 0.2 \\ 0.3 & 0.4 & 0.6 & 1.3 & 0.05 \\ 0.2 & 0.3 & 0.3 & 0.7 & 0.5 \\ 0.7 & 0.1 & 0.9 & 1.5 & 0 \end{pmatrix} \quad v := \begin{pmatrix} 14110 \\ 149 \\ 815.5 \\ 466 \\ 1080 \end{pmatrix}$$

$$x := (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)^T$$

Given

$$M \cdot x \leq v \quad x \geq 0$$

$$s := \text{Maximize}(F, x)$$

$$s^T = (454.255 \ 58.511 \ 0 \ 504.113 \ 9.433)$$

$$F(s) = 1.509 \times 10^3$$

Рис. 2. Розв'язання задачі з використанням конструкції Mathcad «Given-Maximize»

### Висновки

Проведений аналіз наукових джерел та результатів експериментальної роботи дозволив зробити наступні висновки:

- використання ІКТ під час вивчення прикладних математичних дисциплін сприяє зміні форм, методів і змісту навчання;
- застосування професійних математичних пакетів, зокрема Mathcad, дозволить підвищити рівень математичної освіти студентів закладів вищої освіти, сприятиме розв'язанню проблеми неефективного використання навчального часу шляхом усунення, автоматизації і алгоритмізації виконання рутинних однотипних обчислень студентами під час проведення аудиторних і позааудиторних занять.

1. Монахов В.М. Технологические основы конструирования и проектирования учебного процесса: монография / В.М. Монахов. – Волгоград : «Перемена», 1995 – 260 с.

2. Жалдак М.І. Комп'ютерно-орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики: посібник для вчителів / М.І. Жалдак, В.В. Лапінський, М.І. Шут. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2004. – 182 с.

3. Семеріков С.О. Інформаційні технології математичного призначення в курсі фізики середньої та вищої школи [Електронний ресурс] / С.О. Семеріков, С.В. Шокалюк. – Режим доступу : <http://tlaw.nlu.edu.ua/index.php/2307-4507/article/viewFile/34002/30539>
4. Співаковський О.В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук: спец 13.00.02 «Теорія і методика навчання інформатики» / О.В. Співаковський. – Київ, 2004. – 46 с.
5. Ключко В.І. Система задач як засіб формування професійно значущих знань з інформатики студентів економічних спеціальностей : [монографія] / В.І. Ключко, Н.І. Праворська. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 140 с.
6. Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность / А.Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1977. – 304 с.
7. Балл Г.А. Теория учебных задач : психолого-педагогический аспект / Г.А. Балл. – М. : Педагогика, 1990. – 184 с.
8. Тихомиров О.К. Структура мыслительной деятельности человека (Опыт теоретического и экспериментального исследования) / О. К. Тихомиров. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1969. – 304 с.
9. Фридман Л.М. Как научиться решать задачи / Л.М. Фридман, Е.Н. Турецкий. – М. : Просвещение, 1989. – 192 с.
10. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник / С.У. Гончаренко. – К. : «Либідь», 1997. – 374 с.
11. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П. Беспалько. – М. : Педагогика, 1989. – 192 с.
12. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения / В.В. Давыдов. – М. : Педагогика, 1986. – 240 с.
13. Лернер И.Я. Проблема познавательных задач в обучении основам гуманитарных наук и пути ее исследования (постановка проблемы) / И.Я. Лернер // Познавательные задачи в обучении гуманитарным наукам. – М. : Педагогика, 1972. – С. 5–37.
14. Сериков В.В. Образование и личность. Теория и практика проектирования педагогических систем / В.В. Сериков. – М. : Издательская корпорация «Логос», 1999. – 272 с.
15. Власов Д.А. Профессиональные математические пакеты в системе прикладной математической подготовке будущих специалистов [Електронний ресурс] / Д.А. Власов. – Режим доступу : <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-professionalnyh-matematicheskikh-paketov-v-sisteme-prikladnoy-matematicheskoy-podgotovki-buduschih-spetsialistov/viewer>
16. Зайцев М.Г. Методы оптимизации управления для менеджеров. Компьютерно-ориентированный подход / М.Г. Зайцев. – М. : Дело, 2008. – 304 с.

<http://doi.org/10.5281/zenodo.3612264>

Поступила 19.09.2019р.