

### КЛАСИФІКАЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ ПОБУДОВИ ОПЕРАЦІЙНОЇ ЧАСТИНИ ЗМІСТОВОГО МОДУЛЯ

*У статті висвітлено основні питання розробки системи навчальних задач курсу "Методи оптимізації". Описано зміст понять "задача", "пізнавальна задача". Наведено її складові частини. Запропоновано класифікацію оптимізаційних задач на: побудову математичної моделі; вивчення властивостей задач певного класу; вивчення методів (алгоритмів) розв'язування задач даного класу; завдання дослідницького характеру. Подібна типологія надає можливості реалізації системного підходу у вирішенні проблеми вивчення студентами фундаментальних та спеціальних дисциплін.*

**Постановка проблеми.** Підготовка кваліфікованого фахівця, здатного коректно сформулювати математичну задачу і знайти відповідні методи її розв'язання, потребує ретельного добору навчальних задач. Особливість дисципліни "Методи оптимізації" полягає в тому, що для розв'язання оптимізаційної задачі необхідно: побудувати математичну модель; дослідити її властивості; знайти метод розв'язання; підібрати чи розробити алгоритм; отримати розв'язок і проаналізувати результати. При цьому специфіка задач полягає в тому, що для їх розв'язання, з одного боку, потрібно знання різних розділів математики. З іншого боку, ці задачі потребують виконання великого об'єму обчислень, і тому їх розв'язання неможливе без використання пакетів прикладних програм.

Для того, щоб студенти набули знання і уміння, необхідні для виконання усіх етапів розв'язування даних задач, вони повинні розбиратися у властивостях і особливостях цих задач і розуміти сутність роботи алгоритмів, що використовуються. Наявність численних класифікацій задач, жодна з яких у повній мірі не відображає специфіку дисципліни, загострює проблему побудови системи навчальних задач та розробки методики їх розв'язання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Психологічні та методичні аспекти процесу розв'язання задач досліджували Г. О. Балл, Г. С. Костюк, С. Д. Максименко, Ю. І. Машбиць, Н. О. Менчинська, Н. В. Морзе, Н. А. Побірченко, З. І. Слєпкань, Л. М. Фрідман та ін., виділенню структури задачі та її параметрів присвятили свої роботи В. А. Козаков, З. О. Решетова та ін.

**Метою статті** є аналіз сучасних класифікацій задач та розробка типології оптимізаційних задач, яку можна використовувати при підготовці навчально-методичних матеріалів із дисциплін "Методи оптимізації" та "Дослідження операцій".

**Виклад основного матеріалу.** Поняття "задача" у студентів і навіть у викладачів асоціюється здебільшого 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 [1: 22].

У науковій літературі поняття "задача" визначається з погляду двох підходів: психологічного і дидактичного. О. М. Леонтьєв визначає задачу як поставлену в певних умовах ціль, якої намагаються досягти [2: 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" [3]. О. К. Тихоміров розуміє задачу як мету, задану в конкретних умовах і вимагає ефективного способу її досягнення [4].

Ми розумітимемо задачу, додержуючись визначення Л. М. Фрідмана, як результат усвідомлення суб'єктом суперечності між відомою метою задачі і невідомими шляхами досягнення даної мети [5].

Навчальною є задача, спрямована на досягнення навчальних цілей, яка подається студентові 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 [6].

Пізнавальна задача зорієнтована на "зону найближчого розвитку" [7] 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 специфічно навчальна задача спрямована на оволодіння "загальним способом розв'язування всіх задач певного класу" [8: 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 [9].

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 зв'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 [1: 23].

Природно, потрібні певні навички, щоб виявити і розрізнити всі компоненти задачі в конкретних ситуаціях. Покажемо ці складові частини задачі на прикладі задачі розподілу ресурсів.

Кондитерська фабрика для виробництва двох видів карамелі А, В використовує три види основної сировини: цукор, патоку і фруктове пюре. Норми витрати сировини кожного виду на виробництво 1 т. карамелі даного виду, загальну кількість сировини кожного виду, яка може бути використана фабрикою, а також прибуток від реалізації 1 т. карамелі даного виду наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Вид сировини	Норми витрати сировини (т) на 1 т. карамелі		Загальна кількість сировини (т)
	А	В	
Цукор	0,8	0,5	800
Патока	0,4	0,4	600
Фруктове пюре	–	0,1	120
Прибуток від реалізації 1 т продукції (грош. од.)	108	112	

Знайти план виробництва карамелі, що забезпечує максимальний прибуток від її реалізації.

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 зв'язують об'єкти предметної області (вказані або ті, що припускаються). У наведеному прикладі зв'язки мають вигляд системи лінійних нерівностей:

$$\begin{aligned}
 0,8x_1 + 0,5x_2 &\leq 800, \\
 0,4x_1 + 0,4x_2 &\leq 600, \\
 0,1x_2 &\leq 120,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

де  $x_1, x_2$  – кількість (т) виробленої карамелі виду А і В відповідно.

До відношень, що зв'язують елементи предметної області, належать також система лінійних нерівностей (1), умова невід'ємності змінних  $x_1, x_2 \geq 0$  та цільова функція  $F(x) = 108x_1 + 112x_2$ .

Вимога задачі в цьому випадку очевидна: знайти  $x_1, x_2$ , щоб  $F(x) = 108x_1 + 112x_2 \rightarrow \max$ . Оператором задачі є послідовність обчислювальних операцій (дій), які необхідно виконати, щоб задовольнити вимогу задачі.

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 учня; діяльність вчителя; 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 учня, 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 системі навчання розробка навчальних завдань, передусім, повинна враховувати ознаку "ступінь складності діяльності", оскільки головна мета професійної підготовки – навчити видам професійної діяльності. Тому, передусім, варто підбирати типові задачі, які формують прості уміння відповідно до мети модуля.

Розподіл завдань на репродуктивні, пошукові і творчі дозволяє зосередитися на завданнях творчого характеру, а значить, дозволяє готувати творчо мислячих фахівців. Репродуктивні завдання повинні передувати завданням творчого характеру.

О. Е. Коваленко [10] запропонувала класифікувати задачі за способом визначення умов на кількісні (розрахункові) задачі та якісні (задачі на доведення, на побудову та ін.).

Залежно від типу відношень між вихідними даними З. О. Решетова [11] виділяє: прості (однорівневі) задачі з прямим, "відкритим" відношенням між елементами; складні (багаторівневі) задачі з великою кількістю підсистем, властивостей, зв'язків та відношень. До першого класу відносяться задачі, запропоновані студентам у традиційній задачній формі, коли умова і вимога задачі формулюються повно і точно. До другого класу відносяться задачі, які студент повинен виділити з навчального тексту, тобто самостійно визначити не тільки оператор задачі і її предметну область, але і вимоги задачі.

В. В. Серіков пропонує наступні типи задач для природничо-наукових дисциплін [12]:

- 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", було виявлено, що усі задачі є кількісними, тобто потребують операції розрахунку. Найчастіше розв'язуються теоретичні задачі, частина з яких є творчими.

Відповідно до раніше визначених елементів структури оптимізаційних задач була розроблена їх класифікація. Виділено чотири типи задач.

#### 1. Побудова математичної моделі.

Побудувати математичну модель задачі.

Меблева фабрика збирає з готових комплектуючих 2 види кухонних шаф: звичайні і люкс. Звичайна шафа покривається білою фарбою, а люкс – лаком. Фарбування і покриття лаком проводяться на одній виробничій фарбувальній ділянці. Складальна лінія фабрики щодня може збирати не більше 200 звичайних шаф і 150 шаф типу люкс. Лакування шафи типу люкс вимагає удвічі більше часу, ніж фарбування однієї простої шафи. Якщо фарбувальна ділянка зайнята тільки лакуванням, то за день тут можна підготувати 180 шаф типу люкс. Фабрика оцінює прибуток від звичайних шаф і шаф люкс в \$100 і \$140 відповідно.

Складіть оптимальний щоденний розклад роботи фарбувальної ділянки.

2. Вивчення властивостей задач певного класу (задачі нелінійного, опуклого, лінійного, цілочислового програмування, матричні ігри, мережеве програмування та ін.).

2.1. Розгляд прикладів і проведення математичних експериментів, що виявляють властивості задачі.

Дано стандартну задачу лінійного програмування. Доведіть, що вона еквівалентна вказаній канонічній задачі.

2.2. Розв'язування задач, що тлумачать зміст теорем та ідей доведень.

Для заданої задачі лінійного програмування побудуйте двоїсту задачу. Знайдіть розв'язки обох задач, якщо вони існують. Чи може одна із цих задач мати розв'язок, а друга ні?

2.3. Побудова прикладів задач, що володіють заданими властивостями.

Наведіть приклади стандартних задач лінійного програмування на максимум з двома змінними, що володіють заданими властивостями: допустима множина обмежена, єдиний оптимальний розв'язок в точці (3; 4); допустима множина необмежена, множина розв'язків – усі точки прямої  $y = 2x + 1$ , які задовольняють нерівність  $x \geq 0$ .

2.4. Перевірка виконання умов теорем існування (єдиності) розв'язку.

На кінцевому кроці розв'язування канонічної задачі лінійного програмування (на максимум) симплекс-методом отримана симплекс-таблиця.

Знайдіть за таблицею поточний ведучий елемент  $x^{(k)}$ , перевірте виконання критерію оптимальності і доведіть, що ця точка є розв'язком задачі, оскільки в ній виконується критерій оптимальності.

2.5. Побудова контрприкладів до основних теорем.

Дослідити симетричну матрицю А з використанням необхідних та достатніх умов екстремуму.

3. Вивчення методів (алгоритмів) розв'язування задач даного класу.

3.1. Вивчення реалізації методу (алгоритму) у стандартних ситуаціях.

Розв'яжіть канонічну задачу лінійного програмування звичайним симплекс-методом.

3.2. Вивчення реалізації методу (алгоритму) в особливих випадках.

Знайти найкращий компромісний розв'язок задачі багатокритеріальної оптимізації [13].

3.3. Вивчення технології використання методу (алгоритму).

3.4. Вибір методу (алгоритму) і знаходження розв'язку.

Наведіть приклад матричної гри та підберіть для неї метод розв'язування: графічний; зведення до задачі лінійного програмування. Розв'яжіть гру обраним методом.

4. Завдання дослідницького характеру.

Доведіть, що якщо матрична гра  $2 \times 2$  не має ситуації рівноваги в чистих стратегіях, то вона є змішаною.

Наведена класифікація задач враховує особливості дисципліни "Методи оптимізації".

Для того, щоб сформулювати самостійність дій у нетипових ситуаціях, а також творчу самостійність, підбираються ситуаційні або проблемні задачі. Розв'язування проблемних задач виводить на такий рівень діяльності, коли студент може ухвалити оптимальне рішення в неординарній ситуації, може ставити перед собою мету і навіть розуміти себе як суб'єкта цієї діяльності. Крім цього, через проблемні задачі студент опанує культуру наукового дослідження.

У зв'язку з особистісною орієнтацією вищої освіти навчальна задача одержує нове осмислення як умову актуалізації не тільки предметного, але й особистісного досвіду. Особистісно-розвиваючий потенціал задачі реалізується, якщо студенти виходять за межі вузькопредметного сприйняття дисципліни, бачать конкретне використання матеріалу, що вивчається, у різних сферах науки і життя людини.

**Висновки.** Проведений аналіз наукових джерел показав, що єдиної класифікації задач, яка б враховувала специфіку дисципліни "Методи оптимізації", не існує. Таке положення ускладнює як процес розробки системи навчальних задач, так і розробки методики їх розв'язання.

Запропоновано класифікацію оптимізаційних задач, що надає можливості реалізації системного підходу у вирішенні проблеми вивчення студентами фундаментальних та спеціальних дисциплін. Використання даної класифікації задач дасть змогу: сформувати у студентів необхідні професійні навички; розвивати психічну діяльність студентів; керувати процесом навчання, враховуючи індивідуальні здібності кожного студента; інтенсифікувати процес навчання.

**Подальших досліджень** потребує розробка системи задач, що відображатимуть специфіку конкретної навчальної дисципліни.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Леонтьев А. Н. Деятельность, сознание, личность / А. Н. Леонтьев. – М. : Политиздат, 1977. – 304 с.
3. Балл Г. А. Теория учебных задач : психолого-педагогический аспект / Г. А. Балл. – М. : Педагогика, 1990. – 184 с.
4. Тихомиров О. К. Структура мыслительной деятельности человека (Опыт теоретического и экспериментального исследования) / О. К. Тихомиров. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1969. – 304 с.
5. Фридман Л. М. Как научиться решать задачи / Л. М. Фридман, Е. Н. Турецкий. – М. : Просвещение, 1989. – 192 с.
6. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник / С. У. Гончаренко. – К. : "Либідь", 1997. – 374 с.
7. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / В. П. Беспалько. – М. : Педагогика, 1989. – 192 с.
8. Давыдов В. В. Проблемы развивающего обучения / В. В. Давыдов. – М. : Педагогика, 1986. – 240 с.
9. 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.
10. Коваленко Е. Э. Методика профессионального обучения / Е. Э. Коваленко. – Харьков : Изд-во "Штрих", 2003. – 480 с.
11. Формирование системного мышления в обучении / [под. ред. З. А. Решетовой]. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 344 с.
12. Сериков В. В. Образование и личность. Теория и практика проектирования педагогических систем / В. В. Сериков. – М. : Издательская корпорация "Логос", 1999. – 272 с.
13. Зайченко О. Ю. Дослідження операцій : [збірник задач] / О. Ю. Зайченко, Ю. П. Зайченко. – К. : Видавничий дім "Слово", 2007. – 472 с.

#### REFERENCES (TRANSLATED & TRANSLITERATED)

1. Klochko V. I. Systema zadach yak zasib formuvannia profesiino znachushchykh znan' z informatyky studentiv ekonomichnykh spetsial'nostei [The System of Problems as a Means of Forming the Significant Professional Knowledge Concerning Computer Science Students of Economic Specialties] : [monografiia] / V. I. Klochko, N. I. Pravors'ka. – Vinnytsia : UNIVERSUM-Vinnytsia, 2008. – 140 s.
2. Leont'ev A. N. Deiatel'nost', soznanie, lichnost' [Activity, Consciousness and Personality] / A. N. Leont'ev. – M. : Politizdat, 1977. – 304 s.

3. Ball G. A. Teoriia uchebnykh zadach : psikhologo-pedagogicheskii aspekt [Theory of Educational Objectives : the Psycho-Pedagogical Aspect] / G. A. Ball. – M. : Pedagogika, 1990. – 184 s.
4. Tikhomirov O. K. Struktura myslitel'noi deiatel'nosti cheloveka (Opyt teoreticheskogo i eksperimental'nogo issledovaniia) [The Structure of Human Cognitive Activities (the Experience of the Theoretical and Experimental Research)] / O. K. Tikhomirov. – M. : Izd-vo Moskovskogo un-ta, 1969. – 304 s.
5. Fridman L. M. Kak nauchit'sia reshat' zadachi [How to Learn to Solve Problems] / L. M. Fridman, E. N. Turetskii. – M. : Prosvechshenie, 1989. – 192 s.
6. Goncharenko S. U. Ukrains'kyi pedagogichnyi slovnyk [The Ukrainian Pedagogical Dictionary] / S. U. Goncharenko. – K. : "Lybid", 1997. – 374 s.
7. Bespal'ko V. P. Slagaemye pedagogicheskoi tekhnologii [Components of the Pedagogical Technology] / V. P. Bespal'ko. – M. : Pedagogika, 1989. – 192 s.
8. Davydov V. V. Problemy razvivaiushchego obucheniiia [The Problem of the Developmental Education] / V. V. Davydov. – M. : Pedagogika, 1986. – 240 s.
9. Lerner I. Ya. Problema poznavatel'nykh zadach v obuchenii osnovam gumanitarnykh nauk i puti eio issledovaniia (postanovka problemy) [The Problem of Cognitive Tasks in Learning the Basics of Human Sciences and Ways of its Solution (the Statement of the Problem)] / I. Ya. Lerner // Poznavatel'nye zadachi v obucheniii gumanitarnym naukam [Cognitive Tasks in Learning the Humane Sciences]. – M. : Pedagogika, 1972. – S. 5–37.
10. Kovalenko E. E. Metodika professional'nogo obucheniiia [The Technique of the Professional Training] / E. E. Kovalenko. – Khar'kov : Izd-vo "Shtrikh", 2003. – 480 s.
11. Formirovanie sistemnogo myshleniia v obuchenii [Forming the Systemic Thinking in Teaching] / [pod. red. Z. A. Reshetovoi]. – M. : YUNITI-DANA, 2002. – 344 s.
12. Serikov V. V. Obrazovanie i lichnost'. Teoriia i praktika proektirovaniia pedagogicheskikh sistem [Education and Personality. Theory and Practice of Designing Pedagogical Systems] / V. V. Serikov. – M. : Izdatel'skaia korporatsiia "Logos", 1999. – 272 s.
13. Zaichenko O. Yu. Doslidzhennia operatsii [The Research of the Operation] : [zbirnyk zadach'] / O. Yu. Zaichenko, Yu. P. Zaichenko. – K. : Vydavnychi dim "Slovo", 2007. – 472 s.

Матеріал надійшов до редакції 03.06. 2013 р.

**Сікора Я. Б. Класифікація оптимізаційних навчальних задач для побудови операційної частини змістового модуля.**

*В статье рассмотрены основные вопросы разработки системы учебных задач курса "Методы оптимизации". Описывается содержание понятий "задача", "познавательная задача". Представлены ее составные части. Предложена классификация оптимизационных задач на: построение математической модели; изучение свойств задач определенного класса; изучение методов (алгоритмов) решения задач данного класса; задания исследовательского характера. Подобная типология предоставляет возможности реализации системного подхода в решении проблемы изучения студентами фундаментальных и специальных дисциплин.*

**Sikora Ya. B. The Classification of Optimizational Training Tasks for Building the Operating Portion of the Content Module.**

*The article presents the major issues concerning the development of tasks system on the educational course "Methods of Optimization. The analysis of numerous classifications of tasks testifies that neither of them in the complete measure represents the specifics of discipline. So acute are the problems of the system construction and the development of solution methods. To determine the content of the concepts "task", "cognitive problem", its components, the methods of analysis, synthesis, description and comparison are used. Each optimization problem, regardless of the specific content, consists of the following parts: subject area, ratio, requirement and its operator. The development of the educational tasks should take into account the "degree of difficulty", so first of all, you should choose typical tasks that form the simple ability according to the purpose of the module. In accordance with the previously defined components elements of optimizing problems have been developed by their classification. Four types of problems are defined – building a mathematical model; study of the properties of a particular class; the study methods (algorithms) solving this class; the task of the research. This classification allows: to intensify the learning process; to develop interest in the discipline of study; to specify the theoretical knowledge that a student has got; to form skills of the independent work; to develop the main psychological abilities (attention, memory, thinking, etc.). This typology provides opportunities for realizing the system approach concerning the students' study fundamental and special disciplines.*