

10. Shyshkina M. P. Fundamentalizaciya navchannya informatychnyx dyscyplin u suchasnomu vysokoteknologichnomu seredovyshhi. Informacijni tehnologii v osviti. 2013. Vyp. 15. S. 309-317. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2013_15_39 (data zvernennya: 09.12.2018).

11. Reenskaug Trygve. The Model-View-Controller (MVC). Its Past and Present. Draft of August 20, 2003. URL: http://heim.ifi.uio.no/~trygver/2003/javazone-jaoo/MVC_pattern.pdf (data zvernennya: 09.12.2018).

12. William S. Davis, David C. Yen. The Information System Consultant's Handbook. Systems Analysis and Design. CRC Press, 1998. 800 s.

Fundamentalization of the future teachers of informatics Web-programming learning content component

Breskina L. V., Shuvalova O. I.

Abstract. This article covers the substantiation of the approach of the Web-programming learning methodical system content component formation. The paper presents the criteria for the fundamentalization of education for future informatics teachers and explores the question of how to adjust the training towards these criteria. Based on the certain general approaches basis, we detailed features of Web-programming learning fundamentalization (informatics competencies that are formed in the course of mastering Web-programming during the implementation of the fundamental learning approach were determined). We gave the description of the content component of the Web-programming learning methodical system that forms the selected information competencies. The efficiency of the developed methodological system was verified by the pedagogical experiment, which is described in this work.

Keywords: Web-programming, future teachers of informatics training, the fundamentalization of learning.

УДК 004.777:579.85

А.А. Іщук
аспірант

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Розв'язування багатокритеріальних задач оптимізації за допомогою комп'ютера

Анотація. Розв'язування багатокритеріальних задач оптимізації з окремих розділів математичного програмування за практично прийнятний час можливе лише за допомогою комп'ютера з використанням відповідним чином дібраних чи спеціально розроблених програм. В статті проведено аналіз двох методів розв'язування задач багатокритеріальної оптимізації. Вибір методу визначається за постановкою конкретної оптимальної задачі й використовуваною математичною моделлю об'єкта оптимізації. Зазначено, що використання інформаційно-комунікаційних технологій робить процес розв'язування оптимізаційних задач досить ефективним та позбавляє користувача від трудомістких обчислень.

Ключові слова: теорія оптимізації; багатокритеріальні задачі; цільова функція; математична модель.

У зв'язку з все ширшим впровадженням сучасних технологій діяльності людей та розвитком комп'ютеризованих систем підтримки управлінських рішень в усі галузі життя більшої актуальності набувають задачі багатокритеріальні оптимізації. Слід зауважити, що практично будь-яка задача оптимального проектування складних технічних систем, складання мережових графіків та планування виробничої і комерційної діяльності і управління ними вимагає, щоб шуканий розв'язок знаходився з врахуванням багатьох критеріїв [4, 3]. На відміну від завдань оптимізації з одним критерієм задачам багатокритеріальної оптимізації притаманна невизначеність цілей. Дійсно, існування розв'язку, на основі якого максимізується (мінімізується) одночасно кілька цільових функцій, є рідкісним винятком, тому з математичної точки зору завдання відшукування розв'язку задачі багатокритеріальної оптимізації є невизначеним і фактично представляє собою пошук деякого компромісного розв'язку. У зв'язку з цим питання розв'язування багатокритеріальних задач оптимізації, а також розробка математичних алгоритмів, за якими можна приймати науково обґрунтовані управлінські рішення, та відповідна програмна реалізація є на даний момент досить актуальними задачами.

Дослідження в галузі багатокритеріальної оптимізації в даний час особливо інтенсивно стимулюються практичними потребами і розвитком комп'ютерних інформаційних технологій. Тому останнім часом з'явилася велика кількість праць, присвячених задачам багатокритеріальної оптимізації [1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11]. Вагомий вклад у розвиток теорії і практичних методів багатокритеріальної оптимізації внесли: М.І. Жалдак, Ю.В. Триус, І.В. Сергієнко, В.С. Міхалевич, Н.З. Шор, В.А. Трубін, Ю.Ю. Червак, В.А. Перепелиця, Н.В. Семенова та інші вчені.

Розглядаючи задачу дослідження операцій, завжди мають справу з кількісними даними. Але так буває не завжди: вибір професії, місця роботи, проектів наукових досліджень і т. д. – приклади ситуацій, коли важливими є багато якісних чинників.

Методи розв'язування задач математичного програмування з одним критерієм інтенсивно розроблялися останні 40 років. В міру того як суспільство поступово вступає в століття інформатики, стає ясно, що практично будь-яка серйозна реальна задача характеризується більше, ніж одним критерієм. Фахівці, які розв'язують різні оптимізаційні задачі, бачать необхідність оцінювати альтернативні розв'язки за кількома критеріями.

Таким чином, для ефективного розв'язування будь-якої задачі необхідно в першу чергу побудувати багатокритеріальну математичну модель, яку потім потрібно дослідити, попередньо вибравши найкращий для цього метод.

Загальна математична постановка задачі багатокритеріальної оптимізації з однією змінною є задачею максимізації (або мінімізації) заданої функції

$$f_i(x) \rightarrow \max_{x \in \Delta_\beta} \quad \text{або} \quad f_i(x) \rightarrow \min_{x \in \Delta_\beta} \quad (\forall i \in L = 1, 2, \dots, l),$$

де
$$\Delta_\beta = \{ \Delta \mid g_k(x) \leq (=) 0 \}, \quad (k \in \{1, 2, \dots, m\}).$$

В умовах широкого використання інформаційних технологій для розв'язування задач математичного програмування як правило використовують комп'ютер з відповідним програмним забезпеченням. Розглянемо задачу багатокритеріальної оптимізації «Задача про дієту» та найбільш поширені методи її розв'язування:

- *метод поступок* полягає в тому, що вихідна багатокритеріальна задача замінюється послідовністю однокритеріальних задач, множина допустимих розв'язків яких звужується від задачі до задачі за допомогою додаткових обмежень, за якими враховуються вимоги за відповідними критеріями. В разі формулювання кожної задачі стосовно важливішого критерію робиться поступка, величина якої залежить від вимог задачі і оптимального розв'язку за цим критерієм.

- *метод мінімального відхилення* полягає в тому, щоб знайти оптимальну точку задачі багатокритеріальної оптимізації, а після цього розв'язати нову задачу однокритеріальної оптимізації. В такому разі в якості нової задачі оптимізації розглядається задача мінімізації відхилення від шуканої ідеальної точки. Отриманий результат приймається за розв'язок початкової багатокритеріальної задачі. Ідеальною точкою задачі багатокритеріальної задачі називають сукупність оптимальних значень цільових функцій.

Приклад «Задача про дієту».

Стосовно основних продуктів споживання: хліб, м'ясо, сир, банани, огірки, помідори, виноград ($n = 7$), в якості поживних речовин розглядаються білки, жири, вуглеводи ($m = 3$). Калорійність однієї одиниці кожного із продуктів така: $c_1 = 2060, c_2 = 2430, c_3 = 3600, c_4 = 890, c_5 = 140, c_6 = 230, c_7 = 650$. Вартість однієї одиниці кожного із продуктів така: $d_1 = 12, d_2 = 100, d_3 = 160, d_4 = 24, d_5 = 40, d_6 = 30, d_7 = 80$.

Показники вмісту поживних речовин в кожному із продуктів можуть бути подані через табл. 1.

Таблиця 1

Продукти/поживні речовини	Хліб	М'ясо баранина	Сир	Банани	Огірки	Помідори	Виноград
Білки	61	220	230	15	8	11	6
Жири	12	172	290	1	1	2	2
Вуглеводи	420	0	0	212	26	38	155

Мінімальна добова потреба в поживних речовинах: в білках $b_1 = 100$, в жирах $b_2 = 70$, у вуглеводах $b_3 = 400$. Потрібно знайти оптимальну добову норму поживних речовин таку, щоб калорійність і вартість раціону були мінімальними.

Припустимо, що перша цільова функція є важливішою, ніж така. Величина поступок буде задана після знаходження оптимального значення цільової функції.

Математична модель задачі:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \rightarrow \min_{x \in \Delta_\beta}; \quad d_1x_1 + d_2x_2 + \dots + d_nx_n \rightarrow \min_{x \in \Delta_\beta},$$

Розв'язування даної задачі багатокритеріальної оптимізації за методом поступок буде здійснюватися протягом двох етапів. На першому етапі необхідно розв'язати звичайну задачу оптимізації, використовуючи цільову функцію як критеріальну функцію.

Під час запуску програмного засобу MS Excel відкривається робоча книга, що складається з робочих аркушів. На кожному робочому аркуші міститься сітка, на якій можна створювати таблиці (рис. 1). Отже:

1. До клітинок **A1:J1, A2:A8, B5, I5, J5** запишемо необхідні позначення змінних.

2. До клітинок **В3:Н3** запишемо значення коефіцієнтів першої цільової функції: $c_1=2060$, $c_2=2430$, $c_3=3600$, $c_4=890$, $c_5=140$, $c_6=230$, $c_7=650$.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Змінні:	x1	x2	X3	X4	X5	X6	X7	Значення ЦФ1:	Значення ЦФ2:
2	Значення:								=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;\$B\$3:\$H\$3)	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;\$B\$4:\$H\$4)
3	Калорійність:	2060	2430	3600	890	140	230	650		
4	Вартість:	12	100	160	24	40	30	80		
5	Коефіцієнти обмежень:								Обмеження	Добова потреба в поживних речовинах
6	білки	61	220	230	15	8	11	6	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;B6:H6)	100
7	жири	12	172	290	1	1	2	2	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;B7:H7)	70
8	вуглеводи	420	0	0	212	26	38	155	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;B8:H8)	400

Рис. 1.

До клітинок **В4:Н4** запишемо значення коефіцієнтів другої цільової функції: $d_1=12$, $d_2=100$, $d_3=160$, $d_4=24$, $d_5=40$, $d_6=30$, $d_7=80$.

3. До клітинки **I2** запишемо формулу: =СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;\$B\$3:\$H\$3), через яку описується перша цільова функція.

4. До клітинки **J2** запишемо формулу: =СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;\$B\$4:\$H\$4), через яку описується друга цільова функція.

5. До клітинок **В6:Н8** запишемо значення коефіцієнтів обмежень із таблиці 1.

6. До клітинок **J6:J8** запишемо значення правих частин обмежень, що відповідають мінімальним добовим потребам в поживних речовинах: в білках $b_1=100$, в жирах $b_2=70$, у вуглеводах $b_3=400$.

7. В клітинку **I6** введемо формулу: =СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;B6:H6), через яку визначається ліва частина першого обмеження.

8. Скопіюємо формулу, введenu до клітинки **I6**, до клітинок **I7** та **I8**.

Загальний вигляд робочого аркушу в MS Excel з початковими даними для розв'язування задачі про діету за методом поступок зображено на рис. 1.

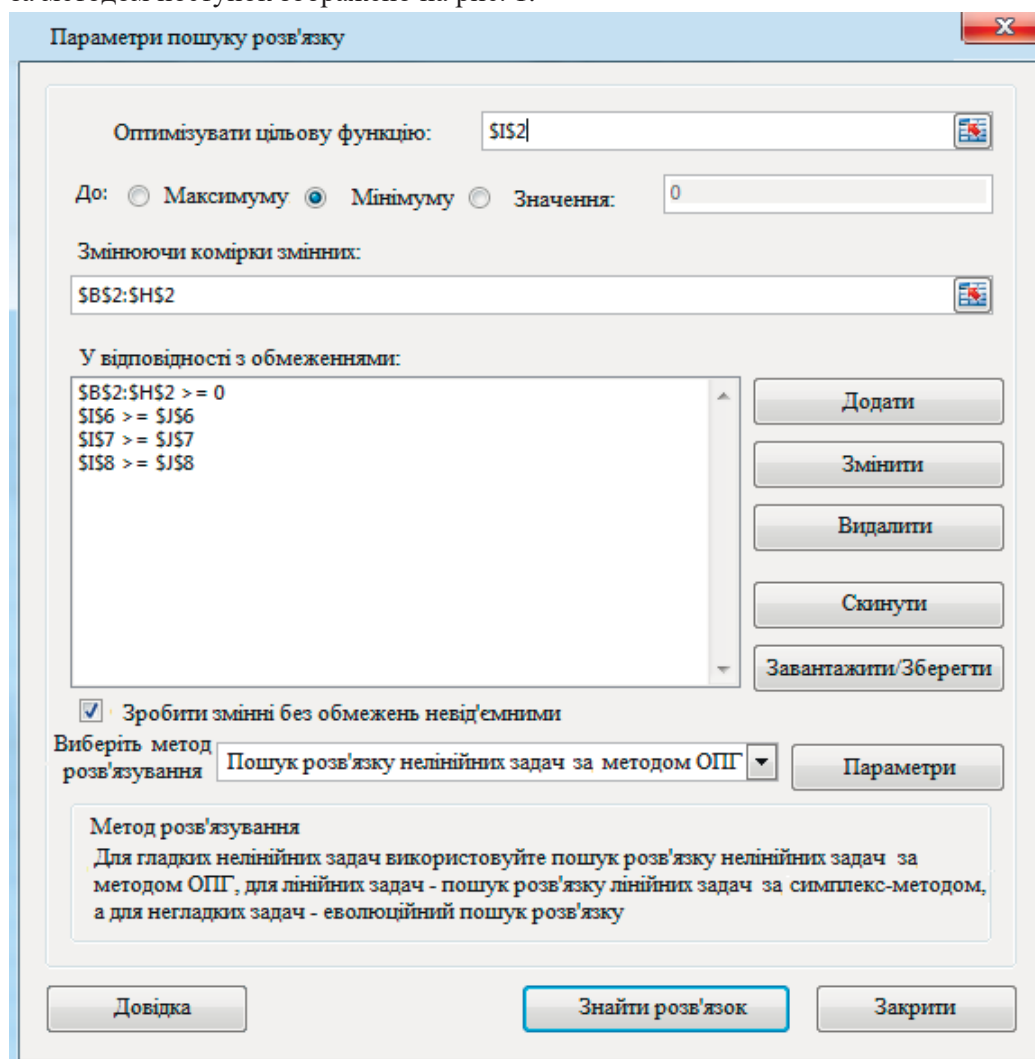


Рис. 2.

Далі потрібно звернутися до послуг *Сервіс/ Пошук розв'язку*, після чого з'явиться допоміжне вікно, в якому необхідно вказати наступне:

- в полі *"Оптимізувати значення цільової функції"* вказати адресу клітинки, де міститимуться результати обчислення значень цільової функції – **\$I\$2**;
- в полі *"До"*: вибираємо перемикач *"Мінімум"*;
- в полі *"Змінюючи значення змінних в клітинках"* вказуємо діапазон клітин **\$B\$2:\$H\$2** – їх змісти можуть змінюватися в процесі пошуку розв'язку (рис. 2);

Вводимо обмеження на значення змінних в розділі *"У відповідності з обмеженнями"*. Для цього необхідно натиснути кнопку *"Додати"*, після чого відкривається допоміжне вікно *"Додавання обмеження"* (рис. 3):

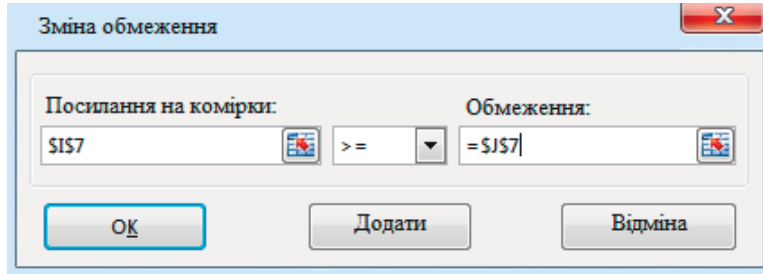


Рис. 3.

- потрібно обрати клітинку **\$I\$6**, яка відобразиться в полі *"Посилання на клітинки"* і обрати з із запропонованого списку знак *">="*;
- для обмеження правої частини рівності потрібно обрати клітинку **\$J\$6**;
- натиснути кнопку *"Додати"*;
- аналогічно додаємо обмеження **\$I\$7>=\$J\$7**; **\$I\$8>=\$J\$8**;
- обрати діапазон клітинок **\$B\$2:\$H\$2**, що відобразиться в полі *"Посилання на клітинки"* і обрати з із запропонованого списку знак *">=0"*.

Після натиснення кнопки *"Знайти розв'язок"* (див. рис. 4) з'являються результати обчислень.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Змінні:	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Значення ЦФ1:	Значення ЦФ2:
2	Значення:	0	0,21	0,11	1,9	0	0	0	2587,14	83,94
3	Калорійність:	2060	2430	3600	890	140	230	650		
4	Вартість:	12	100	160	24	40	30	80		
5	Коефіцієнти обмежень:								Обмеження	Добова потреба в поживних речовинах
6	білки	61	220	230	15	8	11	6	100	100
7	жири	12	172	290	1	1	2	2	70	70
8	вуглеводи	420	0	0	212	26	38	155	400	400

Рис. 4.

Результатом розв'язування багатокритеріальної задачі про оптимальну діету на першому етапі є знаходження оптимального значення першої цільової функції – $F_{opt} = 2587,140$. Отримавши результати розв'язування задачі, можна сказати, що загальна калорійність дієти буде наближатися до 2590 ккал, причому вартість даної дієти складатиме 83 грн 94 коп.

Припустимо, що існують медичні рекомендації щодо обмеження калорійності дієти, відповідно до яких існує поступка щодо першої цільової функції, що дорівнює 100 ккал. Отже, можна переходити до другого етапу розв'язування задачі за методом поступок.

В такому разі потрібно розглянути додаткові обмеження:

$$c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 + c_5x_5 + c_6x_6 + c_7x_7 \leq 2690,$$

де в правій частині вказано значення суми $F_{opt} + 100$, а знак нерівності обирався відповідно до умови задачі, де потрібно мінімізувати цільову функцію.

Для завершення розв'язування даної задачі про діету запишемо додаткові дані до MS Excel:

1. Запишемо необхідний напис в клітинку **A9**.
2. Скопіюємо формулу із клітинки **I2** в клітинку **I9**, через вміст якої визначається ліва частина додаткового обмеження;
3. В клітинку **J9** введемо значення 2690 (права частина обмеження) рис. 5.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Змінні:	x1	x2	X3	X4	X5	X6	X7	Значення ЦФ1:	Значення ЦФ2:	
2	Значення:	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	
3	Калорійність:	2060	2430	3600	890	140	230	650			
4	Вартість:	12	100	160	24	40	30	80			
5	Коефіцієнти обмежень:								Обмеження	Добова потреба в поживних речовинах	
6	білки	61	220	230	15	8	11	6	0	100	
7	жири	12	172	290	1	1	2	2	0	70	
8	вугеводи	420	0	0	212	26	38	155	0	400	
9	Додаткові обмеження:									0	2690

Рис. 5.

Далі потрібно звернутися до послуг *Сервіс/ Пошук розв'язку*, після чого з'явиться допоміжне вікно, в якому необхідно вказати таке:

- в полі "*Оптимізувати значення цільової функції*" вказати адресу клітинки, де міститимуться результати обчислення значень цільової функції – **\$J\$2**;
- в полі "*До*": вибираємо перемикач "*Мінімум*";
- в полі "*Змінюючи значення змінних в клітинках*" вказуємо діапазон клітин **\$B\$2:\$H\$2** (рис. 6).

Рис. 6.

Вводимо обмеження на значення змінних в розділі "*У відповідності з обмеженнями*". Для цього необхідно натиснути кнопку "*Додати*", після чого відкривається допоміжне вікно "*Додавання обмеження*":

- потрібно обрати клітинку **\$I\$9**, яка відобразиться в полі "Посилання на клітинки" і обрати із запропонованого списку знак "<=";
- для вказування обмеження стосовно правої частини нерівності потрібно обрати клітинку **\$J\$9**;
- натиснути кнопку додати.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Змінні:	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Значення ЦФ1:	Значення ЦФ2:	
2	Значення:	0,95	0	0,2	0	0	0	0	2689,00	43,74	
3	Калорійність:	2060	2430	3600	890	140	230	650			
4	Вартість:	12	100	160	24	40	30	80			
5	Коефіцієнти обмежень:								Обмеження	Добова потреба в поживних речовинах	
6	білки	61	220	230	15	8	11	6	104,5484401	100	
7	жири	12	172	290	1	1	2	2	70	70	
8	вуглеводи	420	0	0	212	26	38	155	400	400	
9	Додаткові обмеження:									2689,00	2690

Рис. 7.

Після натиснення кнопки "Знайти розв'язок" (див. рис. 7) з'являються результати обчислень.

Розв'язком даної задачі про оптимальну дієту є такі значення змінних: $x_1=0,95$, $x_2=0$, $x_3=0$, $x_4=0$, $x_5=0$, $x_6=0$, $x_7=0$, яким відповідають наступні значення цільових функцій: $F_{opt1} = 2689$, $F_{opt2} = 43,74$. Аналізуючи отримані дані, можна сказати, що добова норма поживних речовин (білки, жири, вуглеводи) міститься у 950 г хліба і 200 г сиру, відмовившись від всього іншого. В такому разі загальна калорійність шуканої оптимальної дієти буде наближена до 2689 ккал, а загальна вартість продуктів наближено дорівнює 43 грн. 75 коп.

Розв'язування багатокритеріальної задачі за методом мінімального відхилення.

Для розв'язування даної задачі за допомогою MS Excel створимо новий робочий аркуш з назвою **Задача про дієту №2**. Розв'язування даної задачі багатокритеріальної оптимізації за методом мінімального відхилення від ідеальної точки буде здійснюватися протягом 2 етапів. На першому етапі необхідно розв'язати дві звичайні задачі оптимізації.

Для розв'язування даної задачі виконаємо такі підготовлювальні дії, які схожі із діями, розглянутими під час розв'язування багатокритеріальної задачі про дієту за методом поступок. Щоб ці дії не дублювати, скопіюємо дані з аркуша **Задача про дієту** до аркуша **Задача про дієту №2**.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Змінні:	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Значення ЦФ1:	Значення ЦФ2:
2	Значення:								=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;\$B\$3:\$H\$3)	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;\$B\$4:\$H\$4)
3	Калорійність:	2060	2430	3600	890	140	230	650		
4	Вартість:	12	100	160	24	40	30	80		
5	Коефіцієнти обмежень:								Обмеження	Добова потреба в поживних речовинах
6	білки	61	220	230	15	8	11	6	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;B6:H6)	100
7	жири	12	172	290	1	1	2	2	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;B7:H7)	70
8	вуглеводи	420	0	0	212	26	38	155	=СУММПРОИЗВ(\$B\$2:\$H\$2;B8:H8)	400

Рис. 8.

Наступним кроком розв'язування задачі є задання відповідних обмежень через *Сервіс/Пошук розв'язку* (Рис. 2, Рис. 3) та першої цільової функції. Після натиснення кнопки "Знайти розв'язок" отримуємо результати обчислень.

Результатом розв'язування задачі про оптимальну дієту на першому етапі є знаходження значення першої цільової функції – $F_{opt1} = 2587,140$, та другої цільової функції $F_{opt2} = 43,74$.

На другому етапі розв'язування багатокритеріальної задачі про дієту внесемо деякі зміни до аркуша **Задача про дієту №2**:

1. Запишемо необхідний надпис до клітинки **A9**.
2. В клітинку **I3** запишемо знайдене на першому етапі оптимальне значення першої цільової функції $F_{opt1} = 2587,140$.
3. В клітинку **J3** запишемо знайдене на першому етапі оптимальне значення другої цільової функції $F_{opt2} = 43,74$.
4. В клітинку **A9** запишемо формулу: $= (I2-I3)^2+(J2-J3)^2$, за якою визначається мінімальне відхилення від шуканої ідеальної точки, отриманої в результаті розв'язування задачі на першому етапі (Рис. 9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Змінні:	x1	x2	X3	X4	X5	X6	X7	Значення ЦФ1:	Значення ЦФ2:
2	Значення:								0,00	0,00
3	Калорійність:	2060	2430	3600	890	140	230	650	2587,14	43,74
4	Вартість:	12	100	160	24	40	30	80		
5	Коефіцієнти обмежень:								Обмеження	Добова потреба в поживних речовинах
6	білки	61	220	230	15	8	11	6	0	100
7	жири	12	172	290	1	1	2	2	0	70
8	вугеводи	420	0	0	212	26	38	155	0	400
9	Кінцева цільова функція:								6695206,567	

Рис. 9.

Далі потрібно звернутися до послуг *Сервіс/ Пошук розв'язку*, після чого з'явиться допоміжне вікно, в якому необхідно вказати наступне:

- в полі "*Оптимізувати значення цільової функції*" вказати адресу клітинки, де міститимуться результати обчислення значень цільової функції – **\$I\$9**;
- в полі "*До*": вибираємо перемикач "*Мінімуму*";
- в полі "*Змінюючи значення змінних в клітинках*" вказуємо діапазон клітин **\$B\$2:\$H\$2** – їх вмісти можуть змінюватися в процесі пошуку розв'язку (Рис. 10).

Рис. 10.

Вводимо обмеження на значення змінних в розділі "*У відповідності з обмеженнями*". Для цього необхідно натиснути кнопку "*Додати*", після чого відкривається допоміжне вікно "*Додавання обмеження*" (Рис. 3):

- потрібно обрати клітинку **\$I\$6**, яка відобразиться в полі "*Посилання на клітинки*" і обрати з із запропонованого списку знак ">=";
- для вказування обмежень стосовно правої частини нерівності потрібно обрати клітинку **\$J\$6**;
- натиснути кнопку додати;
- аналогічно додаємо обмеження **\$I\$7>=\$J\$7**; **\$I\$8>=\$J\$8**;
- обрати діапазон клітинок **\$B\$2:\$H\$2**, що відобразиться в полі "*Посилання на клітинки*" і обрати з із запропонованого списку знак ">=0".

Після натиснення кнопки "Знайти розв'язок" (див. рис. 11) з'являються результати обчислень.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Змінні:	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	Значення ЦФ1:	Значення ЦФ2:	
2	Значення:	0,172	0,163	0,132	1,546	0,000	0,000	0,000	2602,65	76,63	
3	Калорійність:	2060	2430	3600	890	140	230	650	2587,14	43,74	
4	Вартість:	12	100	160	24	40	30	80			
5	Коефіцієнти обмежень:								Обмеження	Добова потреба в поживних речовинах	
6	білки	61	220	230	15	8	11	6			100
7	жири	12	172	290	1	1	2	2	70	70	
8	вуглеводи	420	0	0	212	26	38	155	400	400	
9	Кінцева цільова функція:								1322,092303		

Рис. 11.

Результатом розв'язування задачі про оптимальну дієту за методом мінімального відхилення від ідеальної точки є такі оптимальні значення: $x_1=0,172$, $x_2=0,163$, $x_3=0,132$, $x_4=1,546$, $x_5=0$, $x_6=0$, $x_7=0$, яким відповідають значення цільових функцій: $F_{opt1} = 2587,140$, та $F_{opt2} = 43,74$.

Аналізуючи отримані дані, можна сказати, що добова норма поживних речовин (білки, жири, вуглеводи) міститься у 172 г хліба, 163 г мяса, 132 г сиру та 1,546 кг бананів, відмовившись від огірків, помідорів і винограду. В такому разі загальна калорійність шуканої оптимальної дієти буде наближена до 2602,25 ккал, а загальна вартість продуктів наближено дорівнює 76 грн. 63 коп.

Центральне місце в процесі проектування складної системи займає розв'язування задачі багатокритеріальної оптимізації характеристик проєктованої системи. Розв'язування задачі включає вибір математичного методу, що приводить до кінцевих результатів з найменшими витратами на обчислення з максимально можливою кількістю даних про цільову функцію. Вибір методу в значній мірі визначається за постановкою конкретної задачі оптимізації й використовуваною математичною моделлю об'єкта оптимізації.

Отже, для розв'язування задач багатокритеріальної оптимізації потрібні, перш за все, вміння аналізувати умови задач, розкриваючи зв'язки між величинами; складати математичні моделі, описи проявів явищ чи перебігу процесів, що розглядаються; правильно інтерпретувати отримані результати аналізу побудованої математичної моделі відповідно до специфіки явища чи процесу, що описані в умові даної задачі.

Список використаних джерел:

1. Волошин О.Ф., Машченко С.О. Теорія прийняття рішень: Навчальний посібник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. 304 с.
2. Жалдак М. І., Триус Ю. В. Основи теорії і методів оптимізації: навчальний посібник. Черкаси: Брама-Україна, 2005. 608 с.
3. Катренко А. В., Пасічник В. В., Пасько В. П. Теорія прийняття рішень: підручник. Київ. Видавнича група ВНУ, 2009. 448 с. : іл.
4. Бодров В. И., Лазарева Т. Я., Мартемьянов Ю. Ф. Математические методы принятия решений. Тамбов: ТГТУ, 2004. 124 с.
5. Бурштейн Ф.В., Корольов Э.С. Многокритериальные задачи принятия решений при неопределенности и риске. В кн.: Теоретическая кибернетика. Тбилиси, 1980. С. 156-162.
6. Емеличев В.А., Перепелица В.А. Сложность дискретных многокритериальных задач. Дискретная математика, 1994. Вып. 1, 6. С. 3-33.
7. Зайченко Ю.П. Исследование операций. Нечеткая оптимизация: Учеб. пособие. Київ: ВШ, 1991. 198 с.
8. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. М.: Радио и связь, 1981.
9. Перепелица В.А., Сергиенко И.В. Исследование одного класса целочисленных многокритериальных задач // Журн. вычисл. математики и мат. физики, 1988. 28, № 3. С. 400-419
10. Роцин В.А., Семенова Н.В., Сергиенко И.В. Вопросы решения и исследования одного класса задач неточного целочисленного программирования. Кибернетика. 1989. № 2. С. 42-47.
11. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения. М.: Радио и связь, 1992.

References:

1. Voloshyn O.F., Mashchenko S.O. Teoriia pryiniattia rishen: Navchalnyi posibnyk. Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr «Kyivskyi universytet», 2006. 304 s.

2. Zhaldak M. I., Tryus Yu. V. Osnovy teorii i metodiv optymizatsii: navchalnyi posibnyk. Cherkasy: Brama-Ukraina, 2005. 608 s.
3. Katrenko A. V., Pasichnyk V. V., Pasko V. P. Teoriia pryiniattia rishen: pidruchnyk. Kyiv: Vydavnycha hrupa BHV, 2009. 448 s. : il.
4. Bodrov V. I., Lazareva T. Ja., Martem'janov Ju. F. Matematicheskie metody prinjatija reshenij. Tambov: TGTU, 2004. 124 s.
5. Burshtejn F.V., Korol'ov Je.S. Mnogokriterial'nye zadachi prinjatija reshenij pri neopredelennosti i riske. V kn.: Teoreticheskaja kibernetika. Tbilisi, 1980. S. 156–162.
6. Emelichev V.A., Perepelica V.A. Slozhnost' diskretnyh mnogokriterial'nyh zadach. Diskretnaja matematika, 1994. Vyp. 1, 6. S. 3–33.
7. Zajchenko Ju.P. Issledovanie operacij. Nechetkaja optimizacija: Ucheb. posobie. Kyiv: VSh, 1991. 198 s.
8. Kini R.L., Rajfa H. Prinjatje reshenij pri mnogih kriterijah: predpochtenija i zameshhenija. M.: Radio i svjaz', 1981.
9. Perepelica V.A., Sergienko I.V. Issledovanie odnogo klassa celochislennyh mnogokriterial'nyh zadach // Zhurn. vychisl. matematiki i mat. fiziki, 1988. 28, № 3. S. 400–419
10. Roshhin V.A., Semenova N.V., Sergienko I.V. Voprosy reshenija i issledovanija odnogo klassa zadach netochnogo celochislennogo programmirovanija. Kibernetika. 1989. № 2. S. 42–47.
11. Shtojer R. Mnogokriterial'naja optimizacija. Teorija, vychislenija i prilozhenija. M.: Radio i svjaz', 1992.

Solving multicriteria optimization problems with the help of computer

Ishchuk A. A.

Abstract. Solving multicriteria optimization problems of individual sections of mathematical programming in practically acceptable time is only possible with appropriately selected or specially designed software via computer. Author analyzes two methods for solving multicriteria optimization problems. The choice of method is determined by the formulation of a particular optimal problem and the used mathematical model of the optimization object. It is noted that using of information - communication technology makes the process of solving optimization problems sufficiently effective and eliminates the time-consuming calculations.

Keywords: optimization theory; multicriteria optimization problem; objective function; mathematical model.

УДК 004.85:004.451

Ю.П. Біляй

кандидат педагогічних наук, доцент

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Комп'ютерно-орієнтовані системи у STEAM-освіті

Анотація. Освіта – фундамент для успішного розвитку країни. Після настання цифрової революції, коли більшість професій неможливі без використання комп'ютерів, інформаційних технологій, мережі Інтернет. У процес навчання потрібно гармонійно вбудовувати вивчення сучасних технологій без втрати фундаментальних принципів інших дисциплін. Таке поєднання можливе з інтеграцією у дисципліни природничого циклу елементів програмування та інформаційних технологій. В статті розглянуто деякі теоретичні відомості для тих, хто починає вивчати схемотехніку. А також продемонстровано приклади використання веб сервісу Tinkercad для створення проєктів на базі плати Arduino без наявності самої плати.

Ключові слова: ардуіно, схемотехніка, програмування.

STEM-освіта – це сукупність чи послідовність курсів та програм за якими здійснюється навчання. За такими програмами учні отримують всебічний розвиток. Для навчання потрібні різні, більш технічно складні навички, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять.

STEM (S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics). Акронім STEM використовується для позначення популярного напрямку в освіті, що охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics). Це напрям в освіті, за якого в навчальних програмах посилюється природничо-науковий компонент та інноваційні технології. Технології використовують навіть у вивченні мистецьких дисциплін. У STEM-освіті активно розвивається креативний напрямок, до якого включені творчі та художні дисципліни (промисловий дизайн, архітектура та індустріальна естетика і т.д.). Розвиток освіти лише у науковому напрямку без паралельного розвитку мистецьких дисциплін (Arts) може призвести до того, що учні позбудуться навичок креативності. Тому сьогодні використовують розширену назву STEAM [3].