

УДК 004.94

Т.В. РАТУШНЯК, О.В. ГЛАДЧЕНКО, А.А. ОМЕЛЬЧУК
 Державний податковий університет
 Я.С. ВИШЕМІРСЬКА
 Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЗБАЛАНСОВАНОГО ХАРЧУВАННЯ З ДЕФІЦИТОМ КАЛОРИЙ НА БАЗІ РОЗШИРЕНОГО МЕТОДУ МІФФЛІНА-САН ЖЕОРА

У роботі досліджується питання створення математичної моделі збалансованого харчування з дефіцитом калорій на базі розширеного методу Міффіна-Сан Жеора. Виходячи з висновків Всесвітньої організації охорони здоров'я, обґрунтовується необхідність створення математичної моделі, яка дозволить уточнювати класичні дієти відповідно до індивідуальних параметрів людини, таких як вік, стать, вага, зріст, коефіцієнт фізичної активності. У роботі інформаційне забезпечення моделі збалансованого харчування базується на таблицях БЖВ (білків, жирів, вуглеводів) і калорійності продуктів харчування.

На першому етапі розглянуто формулу розрахунку щоденної норми кількості калорій. Для цієї формули ключовими параметрами є вік, вага, зріст, стать. Для точніших розрахунків враховують коефіцієнт фізичної активності.

На другому етапі проводиться розрахунок щоденної кількості білків, жирів і вуглеводів. Згідно методу Міффіна-Сан Жеора визначається коридор БЖВ, який обмежується мінімальним і максимальним значеннями та враховує бажану ступінь зменшення ваги.

На третьому етапі проводиться вибір харчових продуктів та складається таблиця вмісту поживних речовин (нутриєнтів) у цих продуктах.

Сформульовано задачу оптимізації для збалансованого харчування з дефіцитом калорій та розв'язано таку задачу з допомогою вбудованого засобу «Пошук розв'язання» комп'ютерної програми MS Excel.

За результатами виконаних у табличному процесорі дій знайдено розв'язок задачі оптимізації збалансованого харчування з дефіцитом калорій.

Ключові слова: формула Міффіна-Сан Жеора, збалансоване харчування, математична задача оптимізації.

T.V. RATUSHNYAK, O.V. HLADCHENKO, A.A. OMELCHUK
 State Tax University
 Y.S. VYSHEMIRSKA
 V.I. Vernadsky Taurida National University

MATHEMATICAL MODEL OF BALANCED NUTRITION WITH CALORIE DEFICIT BASED ON THE ADVANCED MIFFLIN-ST. JEOR METHOD

According to the World Health Organization (WHO), more than one billion people in the world are overweight. Statistics show that this state of affairs does not depend on a person's social or professional affiliation, territory, age or gender. In Ukraine, on average, 20% of people of working age are obese, and 25% are overweight. The fact that the number of children and adolescents who become obese increases every year is also a cause for concern. Nutrition is important for the vital activity of the human body and is considered one of the most important factors that determine its health, physical and psycho-emotional state, which is why WHO considers obesity a global problem that increases the risk of diseases.

Over the last decade, the problem of high-calorie nutrition has significantly worsened in the world, which, in combination with a decrease in physical activity due to technological progress and the resulting decrease in energy consumption, leads to an energy imbalance.

One of the ways to get rid of excess weight is to eat with a deficit of calories. To do this, you need to know your daily norm of calories, as well as proteins, fats and carbohydrates. There are several methods of determining this norm, which includes the Mifflin-St. Jeor formula.

The purpose of the research is to develop a mathematical model that should make it possible to refine classic diets according to individual parameters of a person, such as age, sex, weight, height, and physical activity coefficient.

At the first stage, we will consider the formula for calculating the daily norm of the number of calories. For this formula, the key parameters are age, weight, height, gender. For more accurate calculations, the activity coefficient is taken into account.

The coefficient of physical activity is the ratio of the average daily energy expenditure of a person to the energy expenditure at rest, the so-called value of the basic metabolism. It is used to assess the sufficiency of movements in a particular way of life. For the calculation, the distribution of the time of the day typical for a given person by types of activities and the existing estimates of energy expenditure for them, expressed as a coefficient of the value of the basic

exchange, are used for the calculation. The value of the main metabolism depends on the physical data of a person, and the coefficient of physical activity depends on his life.

At the first stage, we will consider the formula for calculating the daily norm of the number of calories. For this formula, the key parameters are age, weight, height, gender. For more accurate calculations, the activity coefficient is taken into account.

At the second stage, you need to calculate the daily amount of proteins, fats and carbohydrates. According to the Mifflin-St. Jeor method, the so-called corridor is determined, which takes into account the desired degree of weight reduction and is limited to minimum and maximum values.

At the third stage of forming a balanced diet, it is necessary to select a list of food products and compile a table of the content of nutrients in these products. The mathematical problem of optimization was solved with the help of the built-in "Solver" tool of the MS Excel computer program. Based on the results of the actions performed in the table processor, we will get the solution to the problem of optimizing a balanced diet with a calorie deficit and summarize it in the corresponding table.

Keywords: Mifflin-St. Jeor formula, balanced nutrition, mathematical problem of optimization.

Постановка проблеми

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) постійно моніторить показники здоров'я людей для 194 країн-членів Організації об'єднаних націй та щорічно надає статистично-аналітичний звіт. За даними ВООЗ, більше одного мільярда людей у світі мають зайву вагу. В Україні в середньому 20% осіб працездатного віку страждають на ожиріння, а 25% - мають надлишкову масу тіла. Занепокоєння викликає також той факт, що з кожним роком збільшується число дітей і підлітків, у яких виникає ожиріння. Харчування має важливе значення для життєдіяльності організму людини і вважається одним з найважливіших факторів, що визначають її здоров'я, фізичний і психоемоційний стан. Саме тому ВООЗ розглядає ожиріння як глобальну проблему, яка підвищує ризик виникнення захворювань. За останнє десятиліття в світі значно загострилася проблема висококалорійного харчування, що в поєднанні зі зменшенням фізичної активності внаслідок технічного прогресу і спричиненого ним зниження енерговитрат, призводить до енергетичного дисбалансу [1–3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В епоху інформаційної культури питання автоматизованого складання збалансованого харчування вивчали такі вітчизняні науковці, як Кондрук Н.Е., Маляр М.М., Горленко О.М., Томей А.І. [4–5], та зарубіжні: Hong S. M., Kim G., Gupta M., Bhattacharjee P., Kovasznai G., Ma'aruf L. M., Garba M [6–9].

Одним із способів позбавлення від зайвої ваги є харчування з дефіцитом калорій. Для цього потрібно знати свою щоденну норму кількості калорій, а також білків, жирів і вуглеводів. Існує декілька методів визначення цієї норми, до яких належить формула Міффіна-Сан Жеора [10].

Мета дослідження

Метою дослідження є розробка математичної моделі, яка дозволить уточнювати класичні дієти відповідно до індивідуальних параметрів людини, таких як вік, стать, вага, зріст, коефіцієнт фізичної активності.

Викладення основного матеріалу дослідження

Людині діагностують ожиріння, якщо індекс маси тіла перевищує 30 кг/м². Індекс маси тіла розраховують як відношення ваги людини (у кілограмах) до зведеного у квадрат зросту людини (в метрах):

$$I = \text{Weight}/\text{Height}^2. \quad (1)$$

Значення Індексу маси тіла інтерпретують згідно таблиці 1.

Таблиця 1

Індекс маси тіла

Значення індексу маси тіла	Інтерпретація
$I < 16$	Надмірний дефіцит маси тіла
16 – 18,49	Дефіцит маси тіла
18,5 – 24,99	Нормальна вага
25–29,99	Передожиріння (надмірна вага)
30–34,99	Ожиріння першого ступеня
35–39,99	Ожиріння другого ступеня
$I \geq 40$	Ожиріння третього ступеня

Існує декілька підходів до подолання зайвої ваги: немедикаментозні, медикаментозні та хірургічні.

Головне місце в лікуванні ожиріння займають методи налагодження правильного харчування та фізичного навантаження, які спрямовано на зменшення надходження калорій та/або збільшення витрат енергії. Тільки поступова, тривала зміна характеру харчування та харчових звичок, що склалися, а не тимчасове обмеження вживання певних продуктів, може гарантувати успішне зниження ваги. Крім того, для збільшення витрати енергії необхідно збільшувати фізичну активність [11–12].

На першому етапі розглянемо формулу розрахунку щоденної норми кількості калорій. Для цієї формули ключовими параметрами є вік, вага, зріст, стать. Для точніших розрахунків враховують коефіцієнт фізичної активності.

Коефіцієнт фізичної активності - це відношення середньодобових витрат енергії людини до витрат енергії у стані спокою, так званої величини основного обміну. Він застосовується для оцінки достатності рухів при тому чи іншому способі життя. Для розрахунку використовують типовий для даної людини розподіл часу доби за видами діяльності та існуючі оцінки витрат енергії на них, виражені як коефіцієнт величини основного обміну. Величина основного обміну залежить від фізичних даних людини, а коефіцієнт фізичної активності – від його життя. Коефіцієнт фізичної активності A (таблиця 2) може варіюватися від 1 до 1,9.

У даній роботі буде розглянуто і використано формулу Міффліна-Сан Жеора [10]. За формулою Міффліна-Сан Жеора можна розрахувати необхідну кількість кілокалорій (ккал) на добу для конкретної особи. Це одна з новітніх формул розрахунку калорій для схуднення або збереження нормальної ваги. Формулу було запропоновано у 2005 році групою американських лікарів-дієтологів під керівництвом доктора Міффліна-Сан Жеора, і вона поступово витіснила з обігу класичну формулу Харріса-Бенедикта. Формула Міффліна-Сан Жеора існує у двох варіантах – спрощеному та розширеному (доопрацьованому).

Таблиця 2

Коефіцієнт фізичної активності

Значення коефіцієнта фізичної активності	Інтерпретація
$A = 1$	Відсутність активності
$A = 1,2$	Мінімальна активність
$A = 1,375$	Заняття фітнесом тричі на тиждень
$A = 1,4625$	Заняття фітнесом 5 разів на тиждень
$A = 1,55$	Інтенсивне фізичне навантаження 5 разів на тиждень
$A = 1,725$	Інтенсивне фізичне навантаження щодня або двічі на день
$A = 1,9$	Заняття важкою атлетикою, або іншими силовими видами спорту зі щоденними тренуваннями, також важка фізична праця

Розширена формула Міффіна-Сан Жеора враховує стать, вік (у роках), вагу (у кілограмах), зріст (у сантиметрах) особи, а також коефіцієнт фізичної активності для визначення кількості кілокалорій на добу для підтримки ваги.

Формула Міффіна-Сан Жеора для чоловіків:

$$S_m^{(d)} = (9,99 \cdot \text{Weight} + 6,25 \cdot \text{Height} - 4,92 \cdot \text{Age} + 5) \cdot A ; \quad (2)$$

Формула Міффіна-Сан Жеора для жінок:

$$S_f^{(d)} = (9,99 \cdot \text{Weight} + 6,25 \cdot \text{Height} - 4,92 \cdot \text{Age} - 161) \cdot A . \quad (3)$$

Наприклад, для жінки віком 50 років, з вагою 62 кг, зростом 156 см і коефіцієнтом фізичної активності 1,375 щоденна кількість кілокалорій на добу за формулою (3) становить $S_f^{(d)} = 1633$. Також встановлено, що індекс маси тіла за формулою (1) складає $I = 25,48$. Таке значення індексу згідно таблиці 1 інтерпретується, як передожиріння. Тому варто змінити раціон харчування.

На другому етапі потрібно розрахувати щоденну кількість білків, жирів і вуглеводів (БЖВ). Згідно методу Міффіна-Сан Жеора [10] визначається так званий коридор БЖВ, який враховує бажану ступінь зменшення ваги (10% або 20%) і обмежується мінімальним і максимальним значеннями. Наприклад, якщо бажаним зменшенням ваги буде обрано 20%, то коридор БЖВ згідно таблиці 3 становитиме:

Таблиця 3

Коридор значень БЖВ

	Мінімальне значення БЖВ	Максимальне значення БЖВ
Білки, г	65	114
Жири, г	36	51
Вуглеводи, г	131	180
Калорії, ккал	1306	

Оскільки розраховані значення БЖВ не дають відповіді на питання, як правильно скласти добове меню із наявного списку харчових продуктів, то у даній роботі розроблено математичну модель збалансованого харчування з дефіцитом калорій. Така модель представляє собою лінійну задачу оптимізації (4) – (7), яка дозволяє визначити добову норму кожного харчового продукту із деякого запланованого списку $y_i, i = \overline{1, n}$ для щоденного дієтичного харчування. Список продуктів харчування відповідає обраній дієті.

Відома єдина офіційна система номерних дієт, яка використовується у лікарнях, санаторіях та профілакторіях і містить близько 15 основних дієт. Недоліком відомого способу складання номерних дієт за Певзнером є те, що дієти при цьому є стандартними і розрахованими на середньостатистичного, а не на конкретного хворого, при застосуванні ж її до конкретного хворого виникають технічні труднощі визначення складових дієти з потрібним вмістом в ньому жирів, білків, вуглеводів, калорій та основних мікронутрієнтів (наприклад, вітамінів) [5, 11].

На третьому етапі формування збалансованого харчування необхідно вибрати перелік харчових продуктів та скласти таблицю вмісту калорій, білків, жирів, вуглеводів (КБЖВ) у цих продуктах. Нехай перелік харчових продуктів має 14 найменувань (таблиця 4), які відповідають дієті № 4.

У даній роботі інформаційне забезпечення системи збалансованого харчування базується на таблицях БЖВ і калорійності продуктів харчування на 100 грам. Наприклад, базу даних продуктів та їхній вміст калорій, білків, жирів, вуглеводів можна сформулювати, скориставшись довідником [13]. Тут представлено продукти харчування за категоріями або за алфавітним показником. Також існують спеціальні довідники харчових продуктів [11, 12, 14].

Таблиця 4

Вміст КБЖВ у продуктах харчування для діти № 4

№ рядка таблиці	A	B	C	D	E
1	В 100 г продукту				
2	Продукти	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Ккал
3	Яйце куряче	12,7	11,5	0,7	157
4	Олія соняшникова	0	99,9	0	899
5	Картопля	2	0,1	19,7	83
6	Кондитерські мучні вироби (пряники)	4,8	2,8	77,7	336
7	Масло	0,6	82,5	0,9	748
8	Житній хліб	4,7	0,7	49,8	214
9	Крупи (гречана)	2,6	2,6	68	329
10	Молоко	2,8	3,2	4,7	58
11	Овочі свіжі (капуста цвітна)	2,5	0	4,9	29
12	Пшеничний хліб	7,7	2,4	53,4	254
13	Риба минтай	15,9	0,7	0	70
14	Сир твердий	23,4	30	0	371
15	Фрукти (апельсин)	0,9	0	8,4	38
16	Чай (зелений)	0,1	0	6,8	28

Сформулюємо математичну модель збалансованого харчування з дефіцитом калорій на базі розширеного методу Міффіна-Сан Жеора.

Нехай відомо, що для дієтичного харчування визначено n продуктів, для яких відомі вміст білків, жирів, вуглеводів і калорій, зокрема:

- $x_i^{(a)}$ – вага білків у 100 г i -го продукту,
- $x_i^{(b)}$ – вага жирів у 100 г i -го продукту,
- $x_i^{(c)}$ – вага вуглеводів у 100 г i -го продукту,
- $x_i^{(d)}$ – кількість Ккал у 100 г i -го продукту,

Відповідно до методу Міффіна-Сан Жеора відомо також:

$S^{(d)}$ – оптимальна кількість калорій,

та визначено умови обмеження для білків, жирів, вуглеводів:

$$\begin{aligned}
 a_1 &\leq S^{(a)} \leq a_2, \\
 b_1 &\leq S^{(b)} \leq b_2, \\
 c_1 &\leq S^{(c)} \leq c_2.
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Необхідно визначити вагу кожного з продуктів y_i , $i = \overline{1, n}$ для щоденного дієтичного харчування.

З метою математичної формалізації задачі введемо позначення:

$$\begin{aligned}
 \hat{x}_i^{(a)} &= \frac{x_i^{(a)} \cdot y_i}{100} \text{ – вага білків } i\text{-го продукту,} \\
 \hat{x}_i^{(b)} &= \frac{x_i^{(b)} \cdot y_i}{100} \text{ – вага жирів } i\text{-го продукту,} \\
 \hat{x}_i^{(c)} &= \frac{x_i^{(c)} \cdot y_i}{100} \text{ – вага вуглеводів } i\text{-го продукту,} \\
 \hat{x}_i^{(d)} &= \frac{x_i^{(d)} \cdot y_i}{100} \text{ – кількість Ккал } i\text{-го продукту.}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Тоді задача оптимізації відповідно до методики Міффіна-Сан Жеора формулюється наступним чином:
 знайти $y_i, i = \overline{1, n}$,

$$\text{якщо цільова функція } f(\hat{x}_1^{(d)}, \dots, \hat{x}_n^{(d)}) = \sum_{i=1}^n \hat{x}_i^{(d)} \rightarrow S^{(d)} \quad (6)$$

при заданих обмеженнях

$$\begin{cases} a_1 \leq \sum_{i=1}^n \hat{x}_i^{(a)} \leq a_2, \\ b_1 \leq \sum_{i=1}^n \hat{x}_i^{(b)} \leq b_2, \\ c_1 \leq \sum_{i=1}^n \hat{x}_i^{(c)} \leq c_2. \end{cases} \quad (7)$$

Умови обмеження у формулах (4) та (7) пояснюються роллю білків, жирів та вуглеводів у харчуванні.

Задачу оптимізації (6)–(7) буде розв'язано засобами комп'ютерної програми MS Excel.

Відповідно до обраного переліку продуктів з 14 найменувань (таблиця 4), для задачі оптимізації (6)–(7) значення $i = \overline{1, n}, n = 14$.

Для розв'язання задачі оптимізації (6)–(7) скористаємось універсальним інструментом опрацювання табличних даних MS Excel, складемо таблицю 5, в яку введемо необхідні формули. Тоді будемо шукати розв'язок задачі оптимізації $y_i, i = \overline{1, n}, n = 14$, який відповідає діапазону комірок F20:F33 таблиці 5.

Діапазон комірок F20:F33 може мати нульові початкові значення або інші. У даній роботі в якості початкових даних візьмемо дані із наукової роботи [5], в якій було розроблено меню на основі дієти № 4 для дівчини 13 років з вагою 47 кг, якій було поставлено діагноз «Перевтома». У діапазоні B20:E34 Таблиці 5 введемо формули (5) для розрахунку добової кількості КБЖВ. Комірка E34 містить цільову функцію (6).

Таблиця 5

Початковий стан розрахункової таблиці задачі оптимізації

№ рядка таблиці	A	B	C	D	E	F
1	2	3	4	5	6	7
18	Формули для розрахунку					
19	Продукти	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г	Ккал	Дієта, г
20	Яйце куряче	=F20/100*B3	=F20/100*C3	=F20/100*D3	=F20/100*E3	12
21	Олія	=F21/100*B4	=F21/100*C4	=F21/100*D4	=F21/100*E4	5
22	Картопля	=F22/100*B5	=F22/100*C5	=F22/100*D5	=F22/100*E5	217
23	Пряники	=F23/100*B6	=F23/100*C6	=F23/100*D6	=F23/100*E6	150
24	Масло	=F24/100*B7	=F24/100*C7	=F24/100*D7	=F24/100*E7	42
25	Житній хліб	=F25/100*B8	=F25/100*C8	=F25/100*D8	=F25/100*E8	100
26	Крупи (гречана)	=F26/100*B9	=F26/100*C9	=F26/100*D9	=F26/100*E9	76
27	Молоко	=F27/100*B10	=F27/100*C10	=F27/100*D10	=F27/100*E10	321
28	Овочі свіжі (капуста цвітна)	=F28/100*B11	=F28/100*C11	=F28/100*D11	=F28/100*E11	500
29	Пшеничний хліб	=F29/100*B12	=F29/100*C12	=F29/100*D12	=F29/100*E12	200

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5	6	7
30	Риба минтай	=F30/100*B13	=F30/100*C13	=F30/100*D13	=F30/100*E13	150
31	Сир твердий	=F31/100*B14	=F31/100*C14	=F31/100*D14	=F31/100*E14	10
32	Фрукти (апельсин)	=F32/100*B15	=F32/100*C15	=F32/100*D15	=F32/100*E15	50
33	Чай (зелений)	=F33/100*B16	=F33/100*C16	=F33/100*D16	=F33/100*E16	1
34	СУМА	=СУММ(B20:B33)	=СУММ(C20:C33)	=СУММ(D20:D33)	=СУММ(E20:E33)	

У діапазоні J2:J4 таблиці 6 введемо формули (7) математичної моделі.

Таблиця 6

Розрахункове значення БЖВ

№ рядка таблиці	Н	І	J	К
1		Мінімальне значення БЖВ	Розрахункове значення БЖВ	Максимальне значення БЖВ
2	Білки, г	65	=B34	114
3	Жири, г	36	=C34	51
4	Вуглеводи, г	131	=D34	180
5	Калорії, ккал	1306		

Задачу оптимізації (6)–(7) буде розв'язано з допомогою вбудованого засобу «Пошук розв'язання» комп'ютерної програми MS Excel симплекс-методом або методом зведеного градієнта.

Для знаходження розв'язку $y_i, i = \overline{1, n}, n = 14$ задачі оптимізації (6)–(7) застосуємо «Пошук розв'язку» наступним чином: підберемо значення F20:F33 так, щоб цільова комірка E34, в якій обчислюється добова сума калорій за формулою (6), досягла значення 1306. З цією метою у вікні програми «Пошук розв'язку» введемо необхідні параметри, як показано на рисунку 1.

За результатами виконаних у табличному процесорі дій отримаємо розв'язок задачі оптимізації збалансованого харчування з дефіцитом калорій (6)–(7), продемонстрований у таблиці 7.

Таблиця 7

Розв'язок задачі оптимізації збалансованого харчування

№ рядка таблиці	А	Б
	Продукти	Дієта, г
20	Яйце куряче	76
21	Олія соняшникова	0
22	Картопля	33
23	Кондитерські мучні вироби (пряники)	66
24	Масло	0
25	Житній хліб	76
26	Крупи (гречана)	37
27	Молоко	15
28	Овочі свіжі (капуста цвітна)	30
29	Пшеничний хліб	102
30	Риба минтай	176
31	Сир твердий	66
32	Фрукти (апельсин)	13
33	Чай (зелений)	4

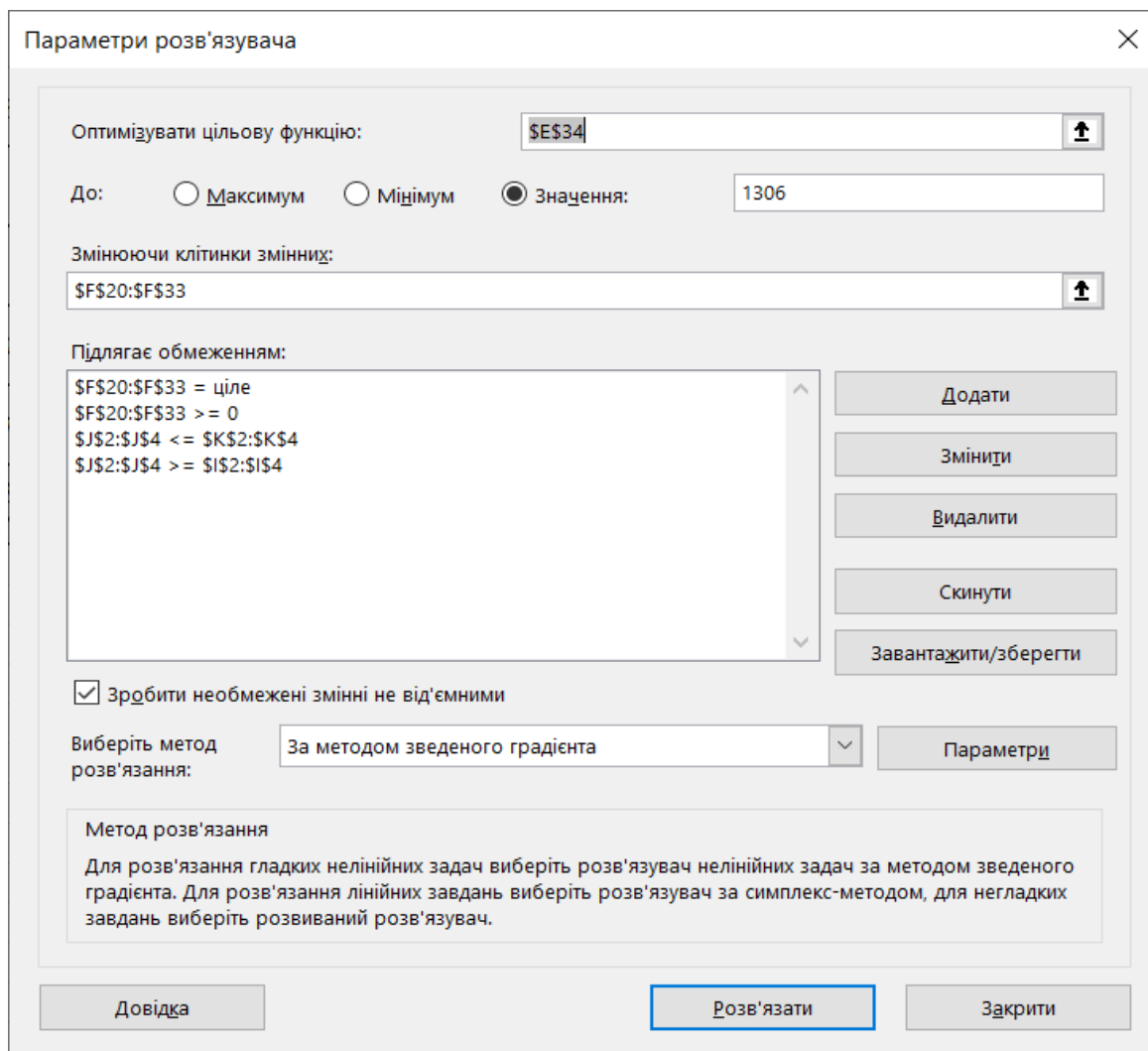


Рис. 1. Параметри програми «Пошук розв'язання» для математичної задачі оптимізації

Висновки

Розроблена математична модель дає можливість уточнювати класичні дієти відповідно до індивідуальних параметрів людини, таких як вік, стать, вага, зріст, коефіцієнт фізичної активності. Розроблену модель планується доопрацювати так, щоб підбір харчових продуктів враховував не тільки КБЖВ, але і щоденну норму мікронутрієнтів (вітамінів) [5, 15].

Список використаної літератури

1. World Health Statistics. THE GLOBAL HEALTH OBSERVATORY. URL: <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics> (date of access: 18.03.2023).
2. Гриньова М., Коновал Н. Роль збалансованого харчування у забезпеченні здорового способу життя студентства. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія : Педагогічні науки.* 2014. № 131. С. 3–5.
3. Курбасов О.О. Математична модель збалансованого харчування. *Наукова молодь-2021: Збірник матеріалів ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених, м. Київ, 30 листоп. 2021 р. К., ІТЗН НАПН України 2021.* 276 с.
4. Кондрук Н.Е., Маляр М.М. Застосування багатокритеріальних моделей для задач збалансованого харчування. *Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: технічні науки.* 2010. Вип. 1, № 1. С. 3-7.

5. Спосіб автоматизованого складання дієтичного харчування «Дієтолог»: Патент на корисну модель 64777 Україна. № u201100007; заявл. від 04.01.2011; опубл. 25.11.2011, Бюл. № 22. 4 с.
6. Gupta M., Bhattacharjee P. (2018). DANES: Diet and Nutrition Expert System for Meal Management and Nutrition Counseling.
7. Hong S. M., Cho J. Y., Lee J. H., Kim G., Kim M. C. (2008). NutriSonic web expert system for meal management and nutrition counseling with nutrient time-series analysis, e-food exchange and easy data transition. *Nutrition research and practice*, 2(2), 121–129. <https://doi.org/10.4162/nrp.2008.2.2.121>
8. Kovásznai G. (2011). Developing an expert system for diet recommendation. 2011 6th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), 505-509.
9. Lawal Maaruf, Garba Mariya. (2012). Design and Implementation of an Expert Diet Prescription System. 3. 126 - 134.
10. MD Mifflin, ST St Jeor, LA Hill, BJ Scott, SA Daugherty, YO Koh, A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals, *The American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 51, Issue 2, 1990, P. 241-247, <https://doi.org/10.1093/ajcn/51.2.241>.
11. Аністратенко Т.І. Гігієна харчування з основами нутриціології: підручник / за ред. проф. В.І. Ципріяна. К.: Медицина, 2007. 528 с.
12. Основи харчування: підручник / М.І. Кручаниця та ін. Ужгород : Говерла, 2019. 252 с.
13. Таблиці БЖВ і калорійності продуктів харчування на 100 грам. Фітнес Україна – Fitness UA. URL: <https://fitness.org.ua/tablici-bjy-i-kaloriinosti-prodyktiv-harchyvannia-na-100-gra/> (дата звернення: 18.03.2023).
14. Ріппа С.П., Погорєловська І.Д., Редич О.В. Теоретико-методологічні основи комп'ютерних баз знань в економіці: монографія. / за ред. С.П. Ріппи. Ірпінь: УДФСУ, 2021. 170 с.
15. Ратушняк Т.В. Вишемірська Я.С., Шостак А.С. Математична формалізація методу Міффліна-Сан Жеора. Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці країн V-4: Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції, м. Ірпінь 16-17 травня 2019 року: Ірпінь: УДФСУ. 2019. С. 105-106.

References

1. World Health Statistics. THE GLOBAL HEALTH OBSERVATORY. URL: <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics> (date of access: 18.03.2023).
2. Hrynova, M., & Konoval, N. (2014). Rol zbalansovanoho kharchuvannia u zabezpechenni zdorovoho sposobu zhyttia studentstva. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka*. Seriiia : Pedahohichni nauky. **131**, 3–5.
3. Kurbasov, O.O. (2021). Matematychna model zbalansovanoho kharchuvannia. *Naukova molod-2021: Zbirnyk materialiv IKh Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh*, m. Kyiv, 30 lystop. 2021 r. K., IITZN NAPN Ukrainy.
4. Kondruk, N.E., & Maliar, M.M. (2010). Zastosuvannia bahatokryterialnykh modelei dlia zadach zbalansovanoho kharchuvannia. *Visnyk Cherkaskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu*. Seriiia: tekhnichni nauky. **1** (1), 3-7.
5. Sposib avtomatyzovanoho skladannia diietychnoho kharchuvannia «Diietoloh»: Patent na korysnu model 64777 Ukraina. № u201100007; zaiavl. vid 04.01.2011; opubl. 25.11.2011, Biul. № 22. 4 s.
6. Gupta, M., & Bhattacharjee, P. (2018). DANES: Diet and Nutrition Expert System for Meal Management and Nutrition Counseling.
7. Hong, S. M., Cho, J. Y., Lee, J. H., Kim, G., & Kim, M. C. (2008). NutriSonic web expert system for meal management and nutrition counseling with nutrient time-series analysis, e-food

- exchange and easy data transition. *Nutrition research and practice*, 2(2), 121–129. <https://doi.org/10.4162/nrp.2008.2.2.121>
8. Kovászna, G. (2011). Developing an expert system for diet recommendation. 2011 6th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI), 505-509.
 9. Lawal, Maaruf & Garba, Mariya. (2012). Design and Implementation of an Expert Diet Prescription System. 3, 126 - 134.
 10. MD Mifflin, ST St Jeor, LA Hill, BJ Scott, SA Daugherty, & YO Koh. (1990). A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 51 (2), 241-247, <https://doi.org/10.1093/ajcn/51.2.241>.
 11. Anistratenko, T.I. (2007). Hihiena kharchuvannia z osnovamy nutrytsiologii: pidruchnyk / za red. prof. B.I. Tsypriana. K.: Medytsyna.
 12. Osnovy kharchuvannia: pidruchnyk / M.I. Kruchanytsia ta in. Uzhhorod : Hoverla, 2019.
 13. Tablytsi BZhV i kaloriinosti produktiv kharchuvannia na 100 hram. Fitnes Ukraina – Fitness UA. URL: <https://fitness.org.ua/tablici-bjy-i-kaloriinosti-prodyktiv-harchyvannia-na-100-gra/> (data zvernennia: 18.03.2023).
 14. Rippa, S.P., Pohorielovska, I.D., & Redych, O.V. (2021). Teoretyko-metodolohichni osnovy kompiuternykh baz znan v ekonomitsi: monohrafiia. / za red. S.P. Rippy. Irpin: UDFSU.
 15. Ratushniak, T.V. Vyshemirska, Ya.S., & Shostak, A.S. (2019). Matematychna formalizatsiia metodu Mifflina-San Zheora. Problemy vprovadzhennia informatsiinykh tekhnologii v ekonomitsi krain V-4: Materialy Kh Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii, m. Irpin 16-17 travnia 2019 roku: Irpin: UDFSU. 105-106.

Ратушняк Тетяна Володимирівна – к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри комп’ютерних та інформаційних технологій і систем Державного податкового університету (м. Ірпін), e-mail: ratush_tanya@ukr.net, ORCID: 0000-0002-9353-4268.

Гладченко Оксана Вікторівна – к.пед.н., доцент, доцент кафедри комп’ютерних та інформаційних технологій і систем Державного податкового університету (м. Ірпін), e-mail: gov_2016-2017ns@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1668-633X.

Омельчук Антон Анатолійович – к.т.н., провідний фахівець кафедри комп’ютерних та інформаційних технологій і систем Державного податкового університету (м. Ірпін), e-mail: tareon@ukr.net, ORCID: 0000-0001-6318-7464.

Вишемірська Ярослава Сергіївна – старший викладач кафедри автоматизованого управління технологічними процесами. Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського, e-mail: vishemirskaya@gmail.com.