

Практичне заняття 6

Використання методу гілок та границь (МГГ) як методу комбінаторної оптимізації при розв'язуванні задач прийняття рішень

Мета роботи: ознайомлення із змістом МГГ та засвоєння матеріалу при виконанні варіанту індивідуального завдання.

6.1. Стисле викладення сутності МГГ на прикладі вибору ГВК за критерієм продуктивності

Методику вибору ГВК за критерієм максимальної продуктивності методом гілок та границь можна розглядати як методику розв'язування окремого випадку «задачі про ранець». При цьому необхідно розуміти, що при використанні МГГ важливим фактором, що може впливати на розв'язок задачі, є формування початкової множини рішень $S(x)$. В даній методиці цю множину було сформовано за параметром ефективності λ , який є відношенням продуктивності кожної ГВК до її вартості.

Таким чином, покрокова методика вибору ГВК методом гілок та границь за критерієм максимальної продуктивності має зміст, що викладений нижче. При цьому кожен крок відповідає i -ій обчислювальній процедурі φ_i .

Крок 1 (φ_1).

Ініціалізація початкових даних:

N – загальна вартісна оцінка для вибору ГВК;

$ГВК_i$ ($i = \overline{1, n}$), для розглядуваного в подальшому тестового прикладу $n=7$;

a_i – продуктивність кожної i -ої ГВК;

c_i – вартість кожної i -ої ГВК.

Крок 2 (φ_2).

Визначення параметру ефективності λ для кожної i -ої ГВК, де λ – це відношення продуктивності кожної i -ої ГВК до її вартості:

$$\lambda_i = \frac{a_i}{c_i}.$$

Результатом цього є отримана множина значень λ :

$$\Lambda = (\lambda_1, \dots, \lambda_i, \dots, \lambda_n).$$

Крок 3 (φ_3).

Упорядкування елементів множини Λ у порядку спадання значень кожної i -ої λ та перенумерація ГВК за цією ознакою, а також перенумерація її продуктивності та вартісної оцінки у відповідності цього порядку:

$$\Lambda = (\lambda_{i \max}, \dots, \lambda_{i \min}).$$

Крок 4 (φ_4).

Формування множини рішень $S(x)$. При цьому кожне i -те рішення відповідає i -ій ГВК та може набуває значень змінної x :

$$S(x) = (S_1(x_1), \dots, S_i(x_i), \dots, S_n(x_n)).$$

Крок 5 (φ_5):

Складання математичної моделі задачі вибору ГВК з використанням МГГ. Зміст задачі зводиться до вибору тих моделей ГВК, які забезпечують максимальну сумарну ефективність в установленому ліміті коштів:

$$\max \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_i ;$$

$$\sum_{i=1}^n c_i \cdot x_i \leq N,$$

де: $x_i = 1$, якщо ГВК закуповується;

$x_i = 0$, якщо ГВК не закуповується.

Значення цільової функції $F(x)$ має вигляд:

$$F(x) = (a_1 x_1 + \dots + a_i x_i + \dots + a_n x_n) \rightarrow \max,$$

за умов: $(c_1 x_1 + \dots + c_i x_i + \dots + c_n x_n) \leq N$;

$x_1, \dots, x_i, \dots, x_n$ – цілі числа.

Крок 6 (φ_6).

Почергове прийняття значення кожного параметра x_i рівним 1.

Знаходження рішення $S_i(x_i)$, що позначено як $S_k(x_k)$, яке належить множині $S(x)$, та задовольняє нерівності:

$$\sum_{i=1}^{k-1} c_i \cdot x_i \leq N \leq \sum_{i=1}^k c_i \cdot x_k.$$

Відкинемо принцип цілочисельності для кожного i -го x , тобто x_i .

У множині рішень $S(x)$ прийmemo $x_i = 1, i = \overline{1, k-1}$,

$$x_k = \frac{N - \sum_{i=1}^{k-1} c_i \cdot x_i}{c_k},$$

$$x_i = 0 \mid i = \overline{k+1, n},$$

Множина рішень має вигляд:

$$S(x) = (S_1(x_1), \dots, S_k(x_k), \dots, S_n(x_n)).$$

Крок 7 (φ_7).

Підстановка значень x_i , отриманих за кроком 6, у рівняння цільової функції $F(x)$.

Отримане значення записується у дерево рішень. (детально див. тестовий приклад п. 6.2).

Крок 8 (φ_8):

Гілкування можливих рішень з почерговим розглядом двох випадків:

- кожне x_i залишається таким, як у початковій множині рішень;
- кожне x_i змінюється на протилежне,

тобто розглядаються два випадки $x_i = 1$ або $x_i = 0$.

У випадку 2 необхідно знову виконуються всі обчислення, починаючи з Кроку 6. При цьому x_i приймається за новим значенням.

Крок 9 (φ_9).

Ітераційне повторення кроків 6-8 визначає 2 варіанти значень цільової функції $F(x)$ з вибором серед них максимального значення $F(x)_{\max}$.

При отриманні одного із значень цільової функції за допомогою цілочисельних змінних x_i , вказане значення відмічається на дереві рішень.

Продовження гілкування з обраного варіанту, починаючи з кроку 8.

Алгоритм працює доти, доки максимальне значення цільової функції при ітераційному повторення кроків 6-8 не буде отримано за допомогою цілочисельних змінних x_i .

Крок №10 (φ_{10}).

Серед усіх значень цільової функції, які відмічені на дереві рішень, обирається максимальне, наприклад, для критерію продуктивності.

Множина рішень, за допомогою якої було отримано обране значення цільової функції $F(x)_{extr}$ (в даному випадку $F(x)_{max}$), і є рішенням задачі.

6.2. Приклад

На виробництві для проведення реконструкції, необхідно синтезувати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 1 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 7 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість, а також продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

6.2.1. Покрокове розв'язування задачі вибору ГВК методом МГГ

Крок 1 (φ_1):

Ініціалізація початкових даних:

$N = 1\,000\,000$ у.г.о. (умовні грошові одиниці).

Таблиця 6.1

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	196000	46
ГВК ₂	201000	52
ГВК ₃	198000	48
ГВК ₄	204000	55
ГВК ₅	203000	54
ГВК ₆	197000	48

ГВК ₇	200000	53
------------------	--------	----

Крок 2 (φ_2):

Визначення параметру ефективності λ для кожної i -ої ГВК, де λ – це відношення продуктивності кожної i -ої ГВК до її вартості:

$$\lambda_i = \frac{a_i}{c_i}.$$

Результатом цього є отримана множина значень λ :

$$\Lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7).$$

$$\lambda_1 = 0,235 \times 10^{-3} \text{ шт/од. часу/у.г.о.}$$

$$\lambda_2 = 0,259 \times 10^{-3} \text{ шт/од. часу/у.г.о.}$$

$$\lambda_3 = 0,242 \times 10^{-3} \text{ шт/од. часу/у.г.о.}$$

$$\lambda_4 = 0,270 \times 10^{-3} \text{ шт/од. часу/у.г.о.}$$

$$\lambda_5 = 0,266 \times 10^{-3} \text{ шт/од. часу/у.г.о.}$$

$$\lambda_6 = 0,244 \times 10^{-3} \text{ шт/од. часу/у.г.о.}$$

$$\lambda_7 = 0,265 \times 10^{-3} \text{ шт/од. часу/у.г.о.}$$

Крок 3 (φ_3):

Упорядкування елементів множини Λ у порядку спадання значень кожної i -ої λ та перенумерація ГВК за цією ознакою, а також перенумерація її продуктивності та вартісної оцінки у відповідності цього порядку:

$$(\Lambda = (\lambda_4, \lambda_5, \lambda_7, \lambda_2, \lambda_6, \lambda_3, \lambda_1)) \rightarrow \langle \lambda_i, i = \overline{1, n_1} \rangle.$$

Таблиця 6.2

Перенумерація ГВК	λ_i , шт/од. часу/у.г.о.	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₄ →ГВК ₁	$0,270 \times 10^{-3}$	204000	55

$\Gamma BK_5 \rightarrow \Gamma BK_2$	$0,266 \times 10^{-3}$	203000	54
$\Gamma BK_7 \rightarrow \Gamma BK_3$	$0,265 \times 10^{-3}$	200000	53
$\Gamma BK_2 \rightarrow \Gamma BK_4$	$0,259 \times 10^{-3}$	201000	52
$\Gamma BK_6 \rightarrow \Gamma BK_5$	$0,244 \times 10^{-3}$	197000	48
$\Gamma BK_3 \rightarrow \Gamma BK_6$	$0,242 \times 10^{-3}$	198000	48
$\Gamma BK_1 \rightarrow \Gamma BK_7$	$0,235 \times 10^{-3}$	196000	46

Крок 4 (φ_4):

Формування узагальненої множини рішень множини рішень $S(x)$. При цьому кожне i -те рішення відповідає i -ій ГВК, після їх перенумерацій та може набувати значень змінної x :

$$S(x) = (S_1(x_1), \dots, S_i(x_i), \dots, S_n(x_n)).$$

$$S(x) = (S_1(x_1), S_2(x_2), S_3(x_3), S_4(x_4), S_5(x_5), S_6(x_6), S_7(x_7)).$$

Крок 5 (φ_5):

Складання математичної моделі задачі вибору ГВК з використанням МГГ. Зміст задачі зводиться до вибору тих моделей ГВК, які забезпечують максимальну сумарну ефективність в установленому ліміті коштів:

$$\max \sum_{i=1}^n a_i \times x_i ;$$

$$\sum_{i=1}^n c_i \times x_i \leq N,$$

де: $x_i=1$, якщо ГВК закуповується;

$x_i=0$, якщо ГВК не закуповується

Значення цільової функції $F(x)$ має вигляд:

$$F(x) = (a_1x_1 + \dots + a_7x_7) \rightarrow \max,$$

при умові: $(c_1x_1 + \dots + c_7x_n) \leq 1000000$;

$x_1, \dots, x_7$ – цілі числа.

Умова №1:

$$F(x) = (55x_1 + 54x_2 + 53x_3 + 52x_4 + 48x_5 + 48x_6 + 46x_7) \rightarrow \max$$

Умова №2:

$$(204000x_1 + 203000x_2 + 200000x_3 + 201000x_4 + 197000x_5 + 198000x_6 + 196000x_7) \leq 1000000 \quad (\text{для зручності ділимо праву і ліву частину рівняння ділимо на 1000});$$

$$(204x_1 + 203x_2 + 200x_3 + 201x_4 + 197x_5 + 198x_6 + 196x_7) \leq 1000.$$

Умова №3: $x_1, \dots, x_7$ – цілі числа

Крок 6 (φ_6):

Почергове прийняття значення кожного параметра x_i рівним 1.

Знаходження рішення $S_i(x_i)$, що позначено як $S_k(x_k)$, яке належить множині $S(x)$, задовольняє нерівності:

$$\sum_{i=1}^{k-1} c_i \times x_i \leq N \leq \sum_{i=1}^k c_i \times x_k.$$

Отже за отриманою нерівністю:

$$808 \leq 1000 \leq 1005$$

можна визначити $S_k(x_k)$:

$$S_5(x_5) = S_k(x_k).$$

Відкинемо принцип цілочисельності (Умова №3) для кожного i -го x , тобто x_i

У множині рішень $S(x)$ приймемо:

$$x_i = 1 \mid i = \overline{1, k-1},$$

$$x_k = \frac{N - \sum_{i=1}^{k-1} c_i \times x_i}{c_k},$$

$$x_i = 0, i = \overline{k+1, n},$$

Отже:

$$x_i = 1, \text{ при } i = \overline{1, 4},$$

$$x_k = \frac{1000 - 808}{197} = 0,975,$$

$x_i = 0$, при $i = \overline{6,7}$,

Множина рішень має вигляд:

$$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(1), S_4(1), S_5(0,975), S_6(0), S_7(0)).$$

Крок 7 (φ_7).

Підстановка значень x_i , отриманих за кроком 6, у рівняння цільової функції $F(x)$.

$$F(x) = (55 \times 1 + 54 \times 1 + 53 \times 1 + 52 \times 1 + 48 \times 0,975 + 48 \times 0 + 46 \times 0) = 260,8.$$

Отримане значення записується у дерево рішень.

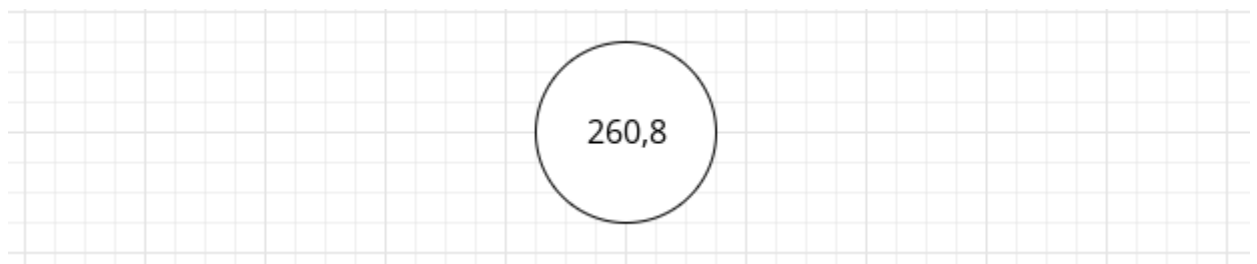


Рис 6.1. Запис отриманого значення $F(x)$ у дерево рішень

Крок 8 (φ_8).

Гілкування можливих рішень з почерговим розглядом двох випадків:

- кожне x_i залишається таким як у початковій множині рішень;
- кожне x_i змінюється на протилежне,

тобто розглядаються два випадки $x_i = 1$ або $x_i = 0$.

У випадку №2 необхідно знову виконуються всі обчислення, починаючи з кроку 6. При цьому x_i приймається за новим значенням.

Крок 9 (φ_9).

Ітераційне повторення кроків 6-8 визначає 2 варіанти значень цільової функції $F(x)$ з вибором серед них максимального значення $F(x)_{\max}$.

Таблиця 6.3

	Значення цільової функції F(x)	Множина рішень за якою обраховано F(x)
Початкова множина рішень	260,8	$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(1), S_4(1), S_5(0,975), S_6(0), S_7(0))$
Ітераційний перебір значень		
при x1 = 1	260,8	$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(1), S_4(1), S_5(0,975), S_6(0), S_7(0))$
при x1 = 0	207,24	$S(x) = (S_1(0), S_2(1), S_3(1), S_4(1), S_5(1), S_6(0,005), S_7(0))$
при x2 = 1	260,8	$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(1), S_4(1), S_5(0,975), S_6(0), S_7(0))$
при x2 = 0	256	$S(x) = (S_1(1), S_2(0), S_3(1), S_4(1), S_5(1), S_6(1), S_7(0))$
при x3 = 1	260,8	$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(1), S_4(1), S_5(0,975), S_6(0), S_7(0))$
при x3 = 0	256,28	$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(0), S_4(1), S_5(1), S_6(0,985), S_7(0))$
при x4 = 1	260,8	$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(1), S_4(1), S_5(0,975), S_6(0), S_7(0))$
при x4 = 0	257,52	$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(1), S_4(0), S_5(1), S_6(0,990), S_7(0))$
при x5 = 1	(не задовольняє умову №2)	Закінчення перебору значень
Отже, рішення, яке задовольняє умову № 2		
x_5, x_6, x_7 = 0	214	
		$S(x) = (S_1(1), S_2(1), S_3(1), S_4(1), S_5(0,975), S_6(0), S_7(0))$

Крок 10 (φ_{10}).

Серед усіх значень цільової функції, які відмічені на дереві рішень (рис 6.2.), обирається максимальне, в даному прикладі це значення **F(x) = 256**.

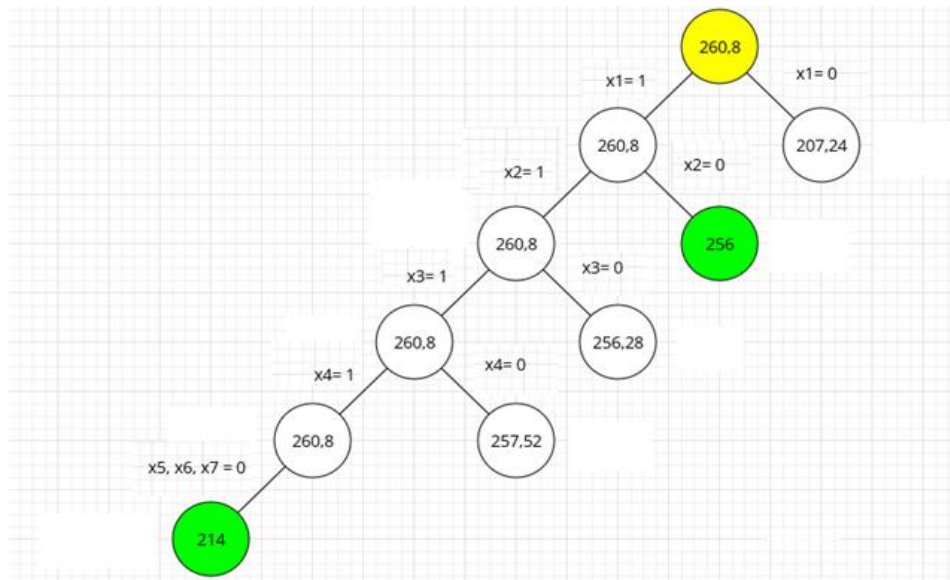


Рис 6.2. Дерево рішень

Отже, обране значення цільової функції $F(x) = 256$, було отримано за допомогою множини рішень

$$S(x) = (S_1(1), S_2(0), S_3(1), S_4(1), S_5(1), S_6(1), S_7(0)).$$

Таким чином, необхідно обрати ГВК 1,3,4,5,6, що відповідають початковій нумерації згідно з табл. 6.4:

Таблиця 6.4

ГВК ₁ → ГВК ₄
ГВК ₃ → ГВК ₇
ГВК ₄ → ГВК ₂
ГВК ₅ → ГВК ₆
ГВК ₆ → ГВК ₃

6.3. Хід виконання роботи

6.3.1. Ознайомитись із теоретичними відомостями щодо МГГ.

6.3.2. Ознайомитись із змістом варіанта індивідуального завдання.

6.3.3. Розв'язати завдання за змістом варіанту індивідуального завдання.

6.3.4. Оформити звіт згідно п. 6.4.

6.4. Зміст звіту

6.4.1. Назва та мета роботи.

6.4.2. Короткі теоретичні відомості про МГГ.

6.4.3. Умова та зміст індивідуального завдання.

6.4.4. Розв'язування завдання за змістом варіанту індивідуального завдання.

6.4.5. Висновки.

6.5. Варіанти індивідуальних завдань

Варіант 1

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК_i	c_i, у.г.о.	a_i, шт/од. часу
ГВК ₁	296000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	254000	65
ГВК ₅	303000	675

Варіант 2

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	346000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	75

Варіант 3

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	290000	77
ГВК ₂	351000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	250000	65
ГВК ₅	300000	67

Варіант 4

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	346000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	75

Варіант 5

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	400000	77
ГВК ₂	350000	62
ГВК ₃	380000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 6

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	306000	77
ГВК ₂	321000	60
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	350000	66
ГВК ₅	303000	75

Варіант 7

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	290000	70
ГВК ₂	300000	60
ГВК ₃	285000	58
ГВК ₄	258000	65
ГВК ₅	300000	65

Варіант 8

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	346000	77
ГВК ₂	301000	60
ГВК ₃	380000	60
ГВК ₄	304000	65
ГВК ₅	303000	70

Варіант 9

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	290000	75
ГВК ₂	301000	60
ГВК ₃	290000	55
ГВК ₄	254000	65
ГВК ₅	300000	65

Варіант 10

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	350000	70
ГВК ₂	301000	60
ГВК ₃	285000	55
ГВК ₄	350000	65
ГВК ₅	303000	75

Варіант 11

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	300000	77
ГВК ₂	309000	62
ГВК ₃	380000	58
ГВК ₄	290000	65
ГВК ₅	300000	67

Варіант 12

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	346000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	75

Варіант 13

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	300000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	290000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	309000	675

Варіант 14

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	346000	66
ГВК ₂	306000	65
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	300000	70

Варіант 15

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	290000	77
ГВК ₂	300000	62
ГВК ₃	290000	58
ГВК ₄	255000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 16

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	296000	72
ГВК ₂	30000	62
ГВК ₃	280000	59
ГВК ₄	355000	65
ГВК ₅	303000	70

Варіант 17

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	396000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	254000	65
ГВК ₅	303000	675

Варіант 18

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 1 500 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	299000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	308000	58
ГВК ₄	355000	65
ГВК ₅	303000	75

Варіант 19

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 1 800 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	296000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	60
ГВК ₄	250000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 20

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 500 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	350000	77
ГВК ₂	300000	62
ГВК ₃	290000	58
ГВК ₄	350000	65
ГВК ₅	300000	75

Варіант 21

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	320000	77
ГВК ₂	300000	690
ГВК ₃	310000	58
ГВК ₄	354000	75
ГВК ₅	300000	67

Варіант 22

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 200 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	346000	70
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	60
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	300000	76

Варіант 23

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	296000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	254000	65
ГВК ₅	303000	675

Варіант 24

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 1 500 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	340000	76
ГВК ₂	300000	62
ГВК ₃	330000	62
ГВК ₄	350000	65
ГВК ₅	303000	75

Варіант 25

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 100 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	296000	77
ГВК ₂	300000	62
ГВК ₃	340000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 26

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 300 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	355000	70
ГВК ₂	300000	65
ГВК ₃	290000	58
ГВК ₄	350000	65
ГВК ₅	300000	75

Варіант 27

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 3 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	396000	70
ГВК ₂	321000	62
ГВК ₃	380000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	675

Варіант 28

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 400 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	346000	77
ГВК ₂	300000	62
ГВК ₃	330000	60
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	300000	75

Варіант 29

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 300 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	299000	77
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	288000	58
ГВК ₄	294000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 30

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 300 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	340000	71
ГВК ₂	301000	65
ГВК ₃	288000	59
ГВК ₄	354000	64
ГВК ₅	303000	75

Варіант 31

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 600 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	396000	73
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	340000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 32

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	300000	69
ГВК ₂	300000	62
ГВК ₃	320000	58
ГВК ₄	354000	69
ГВК ₅	303000	75

Варіант 33

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	296000	70
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	254000	60
ГВК ₅	303000	65

Варіант 34

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 100 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	355000	66
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	310000	58
ГВК ₄	354000	63
ГВК ₅	303000	75

Варіант 35

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 400 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	345000	67
ГВК ₂	300000	62
ГВК ₃	310000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 36

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 200 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	333000	72
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	355000	65
ГВК ₅	303000	68

Варіант 37

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 550 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	299000	61
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	310000	58
ГВК ₄	324000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 38

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	355000	69
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	309000	57

Варіант 39

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 100 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	300000	70
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	284000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 40

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 1 900 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	255000	55
ГВК ₂	301000	61
ГВК ₃	288800	59
ГВК ₄	354000	61
ГВК ₅	303000	75

Варіант 41

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 3 200 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	300000	65
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	28880	58
ГВК ₄	285000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 42

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	300000	77
ГВК ₂	299000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	57

Варіант 43

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 400 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	316000	66
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	290000	59
ГВК ₄	254000	65
ГВК ₅	303000	675

Варіант 44

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 000 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	311100	68
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	320000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	303000	75

Варіант 45

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 200 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість та продуктивність.

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну продуктивність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	a_i , шт/од. часу
ГВК ₁	299900	68
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	290000	60
ГВК ₄	254000	65
ГВК ₅	303000	67

Варіант 46

Для гнучкого виробництва необхідно вибрати ГВС. Для даної цілі виділено суму коштів у розмірі 2 300 000 умовних грошових одиниць (у.г.о.).

Для розв'язування цієї задачі було запропоновано 5 видів ГВК, кожна з яких має свою грошову вартість c_i та надійність b_i .

Вимагається в межах встановленого ліміту коштів обрати ті види ГВК, які б забезпечували максимальну сумарну надійність.

ГВК _i	c_i , у.г.о.	b_i , 10 ⁶ год.
ГВК ₁	300000	70
ГВК ₂	301000	62
ГВК ₃	280000	58
ГВК ₄	354000	65
ГВК ₅	300000	59