

Міністерство освіти і науки України
Сумський Державний університет

**Excel – реалізація задач багатокритеріальної оптимізації.
Метод послідовних поступок**

Методичні вказівки
до виконання лабораторної роботи №5
з дисципліни
«Теорія прийняття рішень»
для студентів спеціальностей

Зміст

1.	Метод послідовних поступок.....	3
2.	Excel – реалізація методу послідовних поступок.....	4
2.1.	Завдання до розділу 2.....	4
2.2	Приклад виконання завдання.....	13

Тема: Excel – реалізація задач багатокритеріальної оптимізації. Метод послідовних поступок.

Мета: закріплення навичок розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації методом послідовних поступок за допомогою Excel-технологій.

1. Метод послідовних поступок

Метод поступок заснований на введенні деякого попереднього впорядкування цільових функцій за важливістю і допустимих відхилень від їх оптимальних значень з наступним рішенням однокритеріальних задач оптимізації відомими аналітичними або алгоритмічними методами. Оскільки даний метод має в деякому сенсі універсальний характер, він може бути описаний незалежно від класу задач оптимізації, що можуть бути вирішені з його допомогою.

Не зменшуючи загальності подальшого викладу, розглянемо постановку задачі багатокритеріальної оптимізації в наступній формі:

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

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

Додатково передбачається, що всі критеріальні функції лінійно впорядковані за важливістю, наприклад, в порядку зростання їх індексів. В цьому випадку цільова функція $f_1(x)$ є найбільш важливою, а цільова функція $f_l(x)$ - найменш важливою. Якщо ця умова не виконується, то необхідно виконати переіндексацію цільових функцій, так щоб постановка задачі багатокритеріальної оптимізації відповідала цій вимозі.

Нарешті, для застосування методу поступок повинно бути задано безліч позитивних дійсних чисел: $\Theta = \{\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_l\}$, кожне з яких δ_i ($\forall i \in L$) інтерпретується як величина допустимої поступки по цільовій функції $f_i(x)$.

Алгоритм методу поступок, орієнтований на вирішення задач багатокритеріальної оптимізації, має ітеративний характер і полягає у виконанні наступних дій:

1. *Попереднє задання вихідних даних.* В якості індексу цільової функції встановити $i = 1$, а в якості множини допустимих альтернатив прийняти вихідну множину Δ_β , утворену системою обмежень. Після цього слід перейти до виконання дій кроку 2.

2. *Рішення однокритеріальної задачі.* Одним з методів розв'язати однокритеріальну задачу оптимізації: $f_i(x) \rightarrow \min_{x \in \Delta_\beta}$. Знайдене оптимальне значення цільової функції позначимо через: $b_i = f_i^{opt}$. Після цього слідує перейти до виконання дій кроку 3.

3. *Перевірка умови закінчення розрахунків.* Якщо виконується умова: $i=l$, то слід закінчити виконання алгоритму, прийнявши як результат рішення вихідної задачі багатокритеріальної оптимізації значення: $x_{opt} = \arg \min f_i^{opt}$. Якщо дана умова не виконана, тобто $i < l$, то збільшити i на 1 і перейти до виконання дій кроку 4.

4. *Формування нової множини допустимих альтернатив.* З цією метою слід до попередньої множини допустимих альтернатив Δ_β додати додаткове обмеження: $f_{i-1}(x) \leq b_{i-1} + \delta_{i-1}$, яке інтерпретується як поступка щодо оптимального значення цієї цільової функції. Отриману нову множину Δ_β слід вважати за базову множину допустимих альтернатив для цільової функції $f_i(x)$. Після цього слід перейти до виконання дій кроку 2.

2. Excel – реалізація методу послідовних поступок

2.1.Завдання до розділу 2

Підприємство може випускати п'ять видів продукції А, В, С, D, Е. Для цього використовується три види ресурсів, витрата яких на виробництво одиниці продукції і їх запаси наведені у таблиці 1.

Всі вироби обробляються на верстатах чотирьох типів. Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів наведені в таблиці 2.

Залежність основних показників виготовлення продукції відповідного типу наведено в таблиці 3.

Обсяг кожного виду продукції повинен бути не менше 100 і не більше 500 одиниць.

Мірою ефективності виробничої програми є наступні показники:

1. Прибуток підприємства - $f_1 \rightarrow \max$
2. Валовий обсяг випуску продукції у вартісному виразі - $f_2 \rightarrow \max$
3. Собівартість продукції - $f_3 \rightarrow \min$
4. Рівень завантаження обладнання - $f_4 \rightarrow \min$

Необхідно.

Вирішити задачу методом послідовних поступок, якщо поступку по кожному з критеріїв вважати рівною 10% від його оптимального значення.

Варіанти завдань

Варіант 1

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	7	5	3	2	3	3000
B ₂	4	4	4	4	2	1500
B ₃	3	1	5	1	1	4500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	3	5	4	5	4000
Фрезерні	1	2	6	3	2	2000
Свердлильні	3	4	4	1	4	1000
Шліфувальні	1	1	2	2	1	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	5	9	4	14	9
Собівартість	7	7	9	12	6
Валовий обсяг	9	12	5	8	10
Рівень завантаження	11	8	8	12	8

Варіант 2

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	8	5	3	2	3	4000
B ₂	2	4	7	4	2	3500
B ₃	3	1	0	1	1	2500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	3	5	4	5	5000
Фрезерні	1	2	6	3	2	3000
Свердлильні	3	4	4	1	4	2000
Шліфувальні	1	4	2	2	1	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	11	9	12	10	9
Собівартість	7	6	4	12	6
Валовий обсяг	9	5	10	9	4
Рівень завантаження	8	5	9	5	10

Варіант 3

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	7	5	1	2	3	3000
B ₂	5	4	4	4	2	1500
B ₃	2	1	3	2	1	1000

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	3	5	4	5	2000
Фрезерні	1	2	6	3	2	4000
Свердлильні	3	4	4	1	4	1000
Шліфувальні	1	1	2	2	1	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	9	12	8	10	9
Собівартість	7	8	4	11	6
Валовий обсяг	6	8	5	9	5
Рівень завантаження	12	7	8	11	10

Варіант 4

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	4	5	7	2	2	2000
B ₂	2	4	4	4	2	2500
B ₃	3	1	1	4	1	1500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	6	3	5	4	3	5000
Фрезерні	3	2	6	3	2	4000
Свердлильні	2	2	4	1	4	4000
Шліфувальні	1	1	6	2	5	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	8	3	10	10	9
Собівартість	7	8	9	11	6
Валовий обсяг	9	5	6	7	8
Рівень завантаження	5	7	11	12	9

Варіант 5

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	5	5	3	7	3	4000
B ₂	2	4	4	4	2	4700
B ₃	3	3	0	4	1	1500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	6	5	4	5	6000
Фрезерні	1	2	6	3	2	4000
Свердлильні	3	2	4	8	4	3000
Шліфувальні	1	1	2	2	1	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	8	5	12	14	6
Собівартість	7	7	9	10	6
Валовий обсяг	3	8	5	9	6
Рівень завантаження	7	2	10	8	5

Варіант 6

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	4	5	3	2	3	2000
B ₂	2	4	4	4	2	2500
B ₃	3	1	0	1	1	1500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	3	5	4	5	5000
Фрезерні	1	2	6	3	2	6000
Свердлильні	3	4	4	1	5	4500
Шліфувальні	1	1	2	2	3	2000

Таблиця 3 - Оптова ціна і собівартість одиниці продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	5	9	7	10	9
Собівартість	7	8	9	9	6
Валовий обсяг	6	5	8	3	9
Рівень завантаження	10	7	4	12	5

Варіант 7

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	5	5	3	6	3	2000
B ₂	2	4	4	4	2	4800
B ₃	3	4	3	1	3	3500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	3	5	4	5	5000
Фрезерні	1	4	6	3	2	4000
Свердлильні	3	4	2	6	4	3000
Шліфувальні	1	1	2	2	1	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	10	9	12	14	9
Собівартість	7	8	9	12	6
Валовий обсяг	11	6	7	9	10
Рівень завантаження	5	8	4	7	6

Варіант 8

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	2	5	3	2	0	2000
B ₂	5	5	4	4	2	3500
B ₃	3	1	1	0	1	2500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	3	5	4	5	5000
Фрезерні	1	2	6	3	2	1000
Свердлильні	3	4	7	1	4	3000
Шліфувальні	1	1	2	2	2	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	910	9	8	14	9
Собівартість	4	8	9	12	6
Валовий обсяг	7	12	4	8	9
Рівень завантаження	5	10	9	5	8

Варіант 9

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	4	5	3	2	3	5000
B ₂	1	4	4	4	2	1500
B ₃	3	1	2	1	1	2500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	3	5	4	5	1000
Фрезерні	1	2	6	3	2	2000
Свердлильні	3	4	4	1	4	4000
Шліфувальні	1	1	2	2	6	2500

Таблиця 3 - Оптова ціна і собівартість одиниці продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	11	9	12	14	9
Собівартість	10	6	9	12	7
Валовий обсяг	7	12	8	10	4
Рівень завантаження	5	7	3	11	7

Варіант 10

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	4	3	3	2	3	3000
B ₂	2	1	4	8	2	1500
B ₃	3	2	0	1	4	2500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	3	3	5	4	5	5000
Фрезерні	1	2	6	3	2	5000
Свердлильні	6	4	4	5	4	1000
Шліфувальні	1	1	4	2	1	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	9	5	12	11	9
Собівартість	6	8	9	13	6
Валовий обсяг	4	10	5	8	4
Рівень завантаження	7	5	3	11	8

Варіант 11

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	5	5	3	2	3	3600
B ₂	4	4	4	3	2	4200
B ₃	1	1	0	2	1	1500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	4	5	4	5	3000
Фрезерні	1	3	6	1	3	5000
Свердлильні	2	1	4	3	4	4000
Шліфувальні	1	2	2	2	1	2000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	9	5	12	11	9
Собівартість	2	3	1	2	3
Валовий обсяг	7	8	7	12	6
Рівень завантаження	2	4	4	1	4

Варіант 12

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	2	3	3	2	1	4000
B ₂	6	2	4	7	0	3500
B ₃	2	3	3	8	7	2500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	4	3	7	4	4	3000
Фрезерні	6	5	4	3	2	46000
Свердлильні	4	3	4	4	4	2500
Шліфувальні	2	1	7	2	3	6000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	1	2	7	3	2
Собівартість	2	3	1	2	3
Валовий обсяг	7	2	7	2	2
Рівень завантаження	5	4	5	1	4

Варіант 13

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	3	4	3	5	3	1500
B ₂	2	2	1	2	3	5000
B ₃	4	1	4	2	3	3500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	4	3	5	4	5	2050
Фрезерні	2	4	6	5	3	3000
Свердлильні	1	4	4	1	4	4000
Шліфувальні	2	1	1	2	0	2500

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	3	3	2	5	2
Собівартість	2	1	5	2	6
Валовий обсяг	7	2	7	2	2
Рівень завантаження	5	4	5	1	4

Варіант 14

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	5	1	2	2	7	4000
B ₂	3	2	3	1	4	6500
B ₃	4	3	3	7	3	4500

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	4	3	5	3	5	6000
Фрезерні	2	5	2	3	7	4000
Свердлильні	1	3	3	6	4	2500
Шліфувальні	5	4	7	2	6	5000

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	4	7	2	5	6
Собівартість	1	2	6	2	6
Валовий обсяг	5	3	5	8	5
Рівень завантаження	2	3	5	4	5

Варіант 15

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	1	5	6	2	3	2000
B ₂	2	4	2	1	5	4500
B ₃	3	1	2	6	1	2600

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	4	5	5	4	0	3000
Фрезерні	3	2	7	6	3	2000
Свердлильні	5	3	4	1	4	4000
Шліфувальні	2	1	5	2	4	4050

Таблиця 3 - Показники ефективності виробництва на одиницю продукції

	A	B	C	D	E
Прибуток	3	2	3	2	12
Собівартість	2	4	5	6	6
Валовий обсяг	4	2	1	3	2
Рівень завантаження	2	4	2	1	4

2.2 Приклад виконання завдання

Постановка задачі

Підприємство може випускати п'ять видів продукції А, В, С, D, Е. Для цього використовується три види ресурсів, витрата яких на виробництво одиниці продукції і їх запаси наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Витрати на виробництво ресурсів

Ресурс	A	B	C	D	E	Запаси
B ₁	4	5	3	2	3	3000
B ₂	2	4	4	4	2	4500
B ₃	3	1	0	1	1	1500

Всі вироби обробляються на верстатах чотирьох типів. Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Норма часу на обробку одного виробу і фонд часу роботи верстатів

Вид станків	A	B	C	D	E	Фонд часу (ст/год)
Токарні	2	3	5	4	5	5000
Фрезерні	1	2	6	3	2	4000
Свердлильні	3	4	4	1	4	4000
Шліфувальні	1	1	2	2	1	2000

Залежність основних показників виготовлення продукції відповідного типу наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 - Залежність показників виготовлення продукції різних типів

	A	B	C	D	E
Прибуток	3	1	3	2	3
Валовий об'єм	10	9	12	14	9
Собівартість	7	8	9	12	6
Завантаженість	7	10	17	10	12

Обсяг кожного виду продукції повинен бути не менше 100 і не більше 500 одиниць.

Мірою ефективності виробничої програми є наступні показники:

1. Прибуток підприємства - $f_1 \rightarrow \max$
2. Валовий обсяг випуску продукції у вартісному виразі - $f_2 \rightarrow \max$

3. Собівартість продукції - $f_3 \rightarrow \min$

4. Рівень завантаження обладнання - $f_4 \rightarrow \min$

Необхідно.

Вирішити задачу методом послідовних поступок, якщо поступку по кожному з критеріїв вважати рівною 10% від його оптимального значення.

Хід роботи

1. Позначимо через x_1 - кількість продукції А, x_2 - кількість продукції В, x_3 - кількість продукції С, x_4 - кількість продукції D, x_5 - кількість продукції Е.

Цільові функції будуть мати вигляд:

Прибуток: $f_1 = 3x_1 + x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 3x_5 \rightarrow \max$.

Валовий обсяг (у вартісному вираженні):

$f_2 = 10x_1 + 9x_2 + 12x_3 + 14x_4 + 9x_5 \rightarrow \max$.

Собівартість: $f_3 = 7x_1 + 8x_2 + 9x_3 + 12x_4 + 6x_5 \rightarrow \min$.

Рівень завантаження обладнання:

$f_4 = 7x_1 + 10x_2 + 17x_3 + 10x_4 + 12x_5 \rightarrow \min$

Обмеженнями завдання будуть:

1) По витраті ресурсів:

$$4x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 2x_4 + 3x_5 \leq 3000 - B1$$

$$2x_1 + 4x_2 + 4x_3 + 4x_4 + 2x_5 \leq 4500 - B2$$

$$3x_1 + x_2 + x_4 + x_5 \leq 1500 - B3$$

2) По фонду часу роботи обладнання:

$$2x_1 + 3x_2 + 5x_3 + 4x_4 + 5x_5 \leq 5000 - (\text{токарне})$$

$$x_1 + 2x_2 + 6x_3 + 3x_4 + 2x_5 \leq 4000 - (\text{фрезерне})$$

$$3x_1 + 4x_2 + 4x_3 + x_4 + 4x_5 \leq 4000 - (\text{свердлильне})$$

$$x_1 + x_2 + 2x_3 + 2x_4 + x_5 \leq 2000 - (\text{шліфувальне})$$

3) За обсягом продукції, що випускається: $100 \leq x_j \leq 500$ $j = 1, 5$.

4) Умова цілочисельності змінних: $x_j \in Z$, $j = 1, 5$.

2. В MS Excel необхідно заповнити таблицю вихідних даних.

Вважатимемо, що критерії розташовані в порядку зменшення важливості.

Вирішуємо задачу знаходження оптимального рішення по максимізації прибутку ЦФ1. Додатково вказуємо інформацію про обмеження (рис.1).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4				Продукція								
5			x1	x2	x3	x4	x5	Прибуток	Валовий о'єм	Собівартість	Завантаженість	Уступок
6	ЦФ1							2500				
7	ЦФ2								12992			
8	ЦФ3									9195		
9	ЦФ4										10075	
10												
11												
12				ЦФ1								
13				обмеження по витраті ресурсів				Ліва частина	Знак	Права частина		
14	B1		4	5	3	2	3	3000	≤	3000		
15	B2		2	4	4	4	2	2540	≤	4500		
16	B3		3	1	0	1	1	1000	≤	1500		
17				обмеження по фонду часу роботи обладнання								
18	Токарне		2	3	5	4	5	4068	≤	5000		
19	Фрезерне		1	2	6	3	2	2406	≤	4000		
20	Свердлильне		3	4	4	1	4	3330	≤	4000		
21	Шлифувальне		1	1	2	2	1	1170	≤	2000		

Рисунок 1 – Вихідні дані для вирішення задачі максимізації прибутку

3. Для комірки **H5** необхідно вказати формулу цільової функції прибутку $=3*C5+D5+3*E5+2*F5+3*G5$.

4. Для комірки **I5** необхідно вказати формулу цільової функції валового об'єму продукції $=10*C5+9*D5+12*E5+14*F5+9*G5$.

5. Для комірки **J5** необхідно вказати формулу цільової функції собівартості продукції $=7*C5+8*D5+9*E5+12*F5+6*G5$.

6. Для комірки **K5** необхідно вказати формулу цільової функції рівня завантаженості обладнання $=7*C5+10*D5+17*E5+10*F5+12*G5$.

7. В комірку **H13** необхідно ввести формулу для обмежень по витраті ресурсу B₁ $=СУММПРОИЗВ(\$C\$5:\$G\$5;C13:G13)$.

8. Скопіювати формулу з комірки **H13** в комірки **H14** і **H15**.

9. В комірку **H17** необхідно ввести формулу для обмежень по фонду часу роботи токарного обладнання $=СУММПРОИЗВ(\$C\$5:\$G\$5;C17:G17)$.

10. Скопіювати формулу з комірки **H17** в комірки **H18: H20** (рис.2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												

Рисунок 2 – Формули для розрахунку обмежень функції максимізації прибутку

11. Вирішення задачі пошуку оптимального рішення для ЦФ1 виконуємо з використанням інструменту **Поиск решения**. Для виклику процедури пошуку розв'язку необхідно вибрати команду **Сервис/Поиск решения** після чого відкриється діалогове вікно **“Поиск решения”**. У вікні додаткових параметрів майстра пошуку рішення слід вибрати відмітки **Неотрицательные значения** і **Линейная модель**. Діалогове вікно інструменту з даними для пошуку оптимального рішення представлений на рисунку 3.

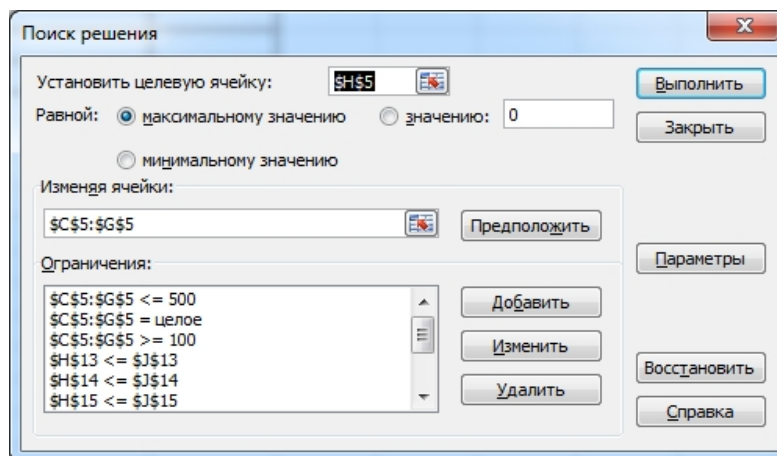


Рисунок 3 – Діалогове вікно для пошуку оптимального рішення ЦФ1

12. Результат розрахунку задачі максимізації прибутку за допомогою інструменту **Поиск решения** представлений на рисунку 4.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1												
2												
3			Продукція									
4			x1	x2	x3	x4	x5	Прибуток	Валовий о'єм	Собівартість	Завантаженість	Уступок
5		ЦФ1	100	100	134	102	498	2500	9418	6918	10974	
6		ЦФ2										
7		ЦФ3										
8		ЦФ4										
9												
10												
11			ЦФ1									
12			обмеження по витраті ресурсів					Ліва частина	Знак	Права частина		
13		B1	4	5	3	2	3	3000	≤	3000		
14		B2	2	4	4	4	2	2540	≤	4500		
15		B3	3	1	0	1	1	1000	≤	1500		
16			обмеження по фонду часу роботи обладнання									
17		Токарне	2	3	5	4	5	4068	≤	5000		
18		Фрезерне	1	2	6	3	2	2406	≤	4000		
19		Свердлильне	3	4	4	1	4	3330	≤	4000		
20		Шліфувальне	1	1	2	2	1	1170	≤	2000		
21												

Рисунок 4 – Результат вирішення задачі максимізації прибутку

13. Визначаємо величину поступок за першим критерієм: $\Delta_1 = 2500 * 0,1 = 250$. Вводимо додаткове обмеження – $f_1 \geq 2250$. Вирішуємо задачу для $f_2 \rightarrow \max$. В якості цільової комірки для інструменту пошуку рішення вказуємо **16**. Додатково для комірки **H6** необхідно задати обмеження, що $f_1 \geq 2250$ (рис. 5 - 6).

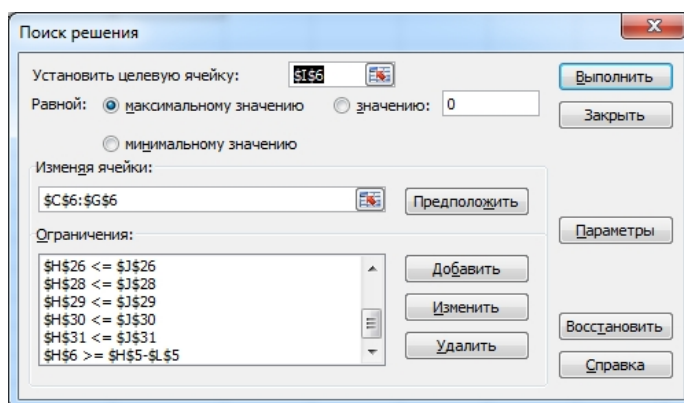


Рисунок 5 – Діалогове вікно для пошуку оптимального рішення ЦФ2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2												
3			Продукція									
4			x1	x2	x3	x4	x5	Прибуток	Валовий о'єм	Собівартість	Завантаженість	Уступок
5		ЦФ1	100	100	134	102	498	2500	9418	6918	10974	250
6		ЦФ2	100	100	266	500	100	2498	12992	10494	12422	
7		ЦФ3										
8		ЦФ4										
21												
22			ЦФ2									
23			обмеження по витраті ресурсів					Ліва частина	Знак	Права частина		
24		B1	4	5	3	2	3	2998	≤	3000		
25		B2	2	4	4	4	2	3864	≤	4500		
26		B3	3	1	0	1	1	1000	≤	1500		
27			обмеження по фонду часу роботи обладнання									
28		Токарне	2	3	5	4	5	4330	≤	5000		
29		Фрезерне	1	2	6	3	2	3596	≤	4000		
30		Свердлильне	3	4	4	1	4	2664	≤	4000		
31		Шліфувальне	1	1	2	2	1	1832	≤	2000		
32												

Рисунок 6 – Результат вирішення задачі максимізації валого об'єму продукції

14. Визначаємо величину поступок за другим критерієм: $\Delta_2 = 12992 * 0,1 = 1299,2 \approx 1299$. Вводимо додаткове обмеження – $f_2 \geq 11693$. Вирішуємо задачу для $f_3 \rightarrow \min$. В якості цільової комірки для інструменту пошуку рішення вказуємо **J7**. Додатково для комірки **I7** необхідно задати обмеження, що $f_2 \geq 11693$ (рис. 7).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2												
3			Продукція									
4			x1	x2	x3	x4	x5	Прибуток	Валовий о'єм	Собівартість	Завантаженість	Уступок
5		ЦФ1	100	100	134	102	498	2500	9418	6918	10974	250
6		ЦФ2	100	100	266	500	100	2498	12992	10494	12422	1299
7		ЦФ3	100	100	405	285	105	2500	11695	9195	12695	1170
8		ЦФ4										
33												
34			ЦФ3									
35			обмеження по витраті ресурсів					Ліва частина	Знак	Права частина		
36		B1	4	5	3	2	3	3000	≤	3000		
37		B2	2	4	4	4	2	3570	≤	4500		
38		B3	3	1	0	1	1	790	≤	1500		
39			обмеження по фонду часу роботи обладнання									
40		Токарне	2	3	5	4	5	4190	≤	5000		
41		Фрезерне	1	2	6	3	2	3795	≤	4000		
42		Свердлильне	3	4	4	1	4	3025	≤	4000		
43		Шліфувальне	1	1	2	2	1	1685	≤	2000		
44												
45												

Рисунок 7 – Результат вирішення задачі мінімізації собівартості продукції

3. Визначаємо величину поступок за третім критерієм: $\Delta_3 = 9195 * 0,1 = 920$. Вводимо додаткове обмеження – $f_3 \geq 920$. Вирішуємо задачу для $f_4 \rightarrow \min$. В якості цільової комірки для інструменту пошуку рішення вказуємо **K8**. Додатково для комірки **J8** необхідно задати обмеження, що $f_3 \geq 8267$ (рис. 8).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
33												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												

Рисунок 8 – Результат вирішення задачі мінімізації рівня завантаження обладнання

Економічна інтерпретація задачі:

При вирішенні задачі векторної оптимізації методом послідовних уступок значення прибутку складає 2343 (грош.од.), значення валового об'єму продукту – 11696 (грош.од), собівартість – 9353 (грош.од), завантаженість обладнання – 10075 (грош.од).

Звіт з виконання лабораторної роботи повинен містити:

1. Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації.
2. Таблиця вхідних даних з обмеженнями.
3. Опис основних етапів розв'язання поставленої задачі.
4. Скріншот результатів роботи інструменту **Поиск решения** для кожної цільової функції.
5. Змістовний аналіз отриманих результатів.