

**ДОДАТОК А**  
**Поточний стан виробництва на НВФ «Карма»**

Таблиця А.1 – Поточний стан виробництва відносно п'ятигранника Т5К10

Характеристика	Серійне виробництво	Масове виробництво
Тестова кількість виробів	1000	7000
Кількість працівників	6	6
Час виробництва (год)	80	110
Норми витрати часу на 1 робітника	0,0133	0,0026
Кількість сировини на одиницю	0,0112	0,0112
Кількість сировини на партію	11,20	78,40
Вартість сировини за кг	770,00	770,00
Вартість сировини на одиницю	8,62	8,62
Вартість витраченої сировини	8624,00	60368,00
Годинна ставка	60,00	60,00
Вартість оплати праці	4800,00	6600,00
Накладні витрати на виробництво 1 шт	3,45	3,45
Собівартість партії	12073,60	84515,20
Собівартість одного виробу	12,07	12,07
Ціна реалізації одного виробу	35,61	35,61
Дохід від реалізації	35610,00	249270,00
Прибуток підприємства за місяць	30810,00	242670,00
Прибуток підприємства за рік по даній позиції	369720,00	2912040,00

Таблиця А.2 – Поточний стан виробництва відносно п'ятигранника ВК8

Характеристика	Серійне виробництво	Масове виробництво
Тестова кількість виробів	1000	7000
Кількість працівників	6	6
Час виробництва (год)	80	110
Норми витрати часу на 1 робітника	0,0133	0,0026
Кількість сировини на одиницю	0,0128	0,0128
Кількість сировини на партію	12,80	89,60
Вартість сировини за кг	770,00	770,00
Вартість сировини на одиницю	9,86	9,86
Вартість витраченої сировини	9856,00	68992,00
Годинна ставка	60,00	60,00
Вартість оплати праці	4800,00	6600,00
Накладні витрати на виробництво 1 шт	3,94	3,94
Собівартість партії	13798,40	96588,80
Собівартість одного виробу	13,80	13,80
Ціна реалізації одного виробу	35,61	35,61
Дохід від реалізації	35610,00	249270,00
Прибуток підприємства за місяць	30810,00	242670,00
Прибуток підприємства за рік по даній позиції	369720,00	2912040,00

Таблиця А.3 – Поточний стан виробництва відносно залізничної пластини

Характеристика	Одиничне виробництво	Серійне виробництво
Тестова кількість виробів	10	100
Кількість працівників	4	4
Час виробництва (год)	20	80
Норми витрати часу на 1 робітника	1,5000	0,6000
Кількість сировини на одиницю	0,0165	0,0165
Кількість сировини на партію	0,17	1,65
Вартість сировини за кг	770,00	770,00
Вартість сировини на одиницю	12,71	12,71
Вартість витраченої сировини	127,05	1270,50
Годинна ставка	70,00	70,00
Вартість оплати праці	4200,00	16800,00
Накладні витрати на виробництво 1 шт	25,41	25,41
Собівартість партії	381,15	3811,50
Собівартість одного виробу	38,12	38,12
Ціна реалізації одного виробу	290,00	290,00
Дохід від реалізації	2900,00	29000,00
Прибуток підприємства за місяць	-1300,00	12200,00

**ДОДАТОК Б**  
**Вхідні дані до задачі оптимізації**

Таблиця Б.1 – Вхідні характеристики виробництва

Показник	П'ятигранни к Т5К10	П'ятигранник ВК8	Залізнична пластина ТТ10К8Б
Ціна, грн	35,61	35,61	290,00
Собіварість, грн	12,07	13,8	25,41
Норма витрати сировини, кг	0,0112	0,0128	0,0165
Запас сировини, кг	200	200	100
Вартість сировини, грн/кг	770	770	770
Кількість робітників	6	6	4
Норма витрати часу на 1 робітника, год	0,0026	0,0026	0,6
Обмеження часу, год	3200	3200	3200
Годинна ставка, грн	60	60	70
Накладні витрати, грн	3,45	3,94	25,41
Граничний обсяг виробництва, грн	від 5000	від 5000	до 500
Поточний дохід від реалізації за місяць, грн	527540,00		

Таблиця Б.2 – Вхідні дані відносно штатного розкладу

Показник	П'ятигранник	Залізнична пластина
Частка роботи на 1 робітника в 1 годину, шт	10,5	0,6
Гранична кількість робітників на цех	від 8	до 4

## ДОДАТОК В

### Лістинг коду

```

Реалізація симплекс методу
double[,] table; //симплекс таблиця
int m, n;
List<int> basis; //список базисных переменных

public Simplex(double[,] source)
{
    m =source.GetLength(0);
    n = source.GetLength(1);
    table = new double[m, n + m - 1];
    basis = new List<int>();
    for (int i = 0; i < m; i++)
    {
        for (int j = 0; j < table.GetLength(1); j++)
        {
            if (j < n)
                table[i, j] = source[i, j];
            else
                table[i, j] = 0;
        }
        if ((n + i) < table.GetLength(1))
        {
            table[i, n + i] = 1;
            basis.Add(n + i);
        }
    }
}

public double[,] ResultX(double[] result)
{
    int mainCol, mainRow; //ведущие столбец и строка

    while (!IsItEnd())
    {
        mainCol = fMainCol();
        mainRow = MainRow(mainCol);
        basis[mainRow] = mainCol;

        double[,] new_table = new double[m, n];

        for (int j = 0; j < n; j++)
            new_table[mainRow, j] = table[mainRow, j] /
table[mainRow, mainCol];

        for (int i = 0; i < m; i++)
        {
            if (i == mainRow)
                continue;

            for (int j = 0; j < n; j++)
                new_table[i, j] = table[i, j] - table[i, mainCol] *
new_table[mainRow, j];
        }
        table = new_table;
    }
}

```

```

//заносим в result найденные значения X
for (int i = 0; i < result.Length; i++)
{
    int k = basis.IndexOf(i + 1);
    if (k != -1)
        result[i] = table[k, 0];
    else
        result[i] = 0;
}

return table;
}

private int MainCol()
{
    int mainCol = 1;

    for (int j = 2; j < n; j++)
        if (table[m - 1, j] < table[m - 1, mainCol])
            mainCol = j;

    return mainCol;
}

private int MainRow(int mainCol)
{
    int mainRow = 0;

    for (int i = 0; i < m - 1; i++)
        if (table[i, mainCol] > 0)
        {
            mainRow = i;
            break;
        }

    for (int i = mainRow + 1; i < m - 1; i++)
        if ((table[i, mainCol] > 0) && ((table[i, 0] / table[i,
mainCol]) < (table[mainRow, 0] / table[mainRow, mainCol])))
            mainRow = i;

    return mainRow;
}

```

Псевдокод алгоритму модифікованого методу послідовних поступок

```

double crit[]
запис критеріїв
foreach (object o in values)
    отримання вихідних даних зі словника
for (i=0; i<index.Count;i++)
    controlList.Add(вхідні дані по кожному виробу)
for (k=0;crit.Count+1;i++)
    if k=2 -> застосування методу Simplex на додаткову задачу
    застосування методу Simplex
    визначення поступки
    if k=crit.Count+1 -> застосування методу Simplex на критерій crit[0]
ArrayList resOpt = new ArrayList();
resOpt.Add(значення функції

```

ДОДАТОК Г  
Слайди презентації

1

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ  
БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ  
ДЛЯ ПЕРЕТВОРЕННЯ СЕРІЙНОГО  
ВИРОБНИЦТВА ДО МАСОВОГО

Атестаційна робота  
ст. гр. ІПЗмзд-18-1  
Ситник Ю.О.

Керівник  
доц. к.т.н. Назаров О.С.

2

МЕТА РОБОТИ

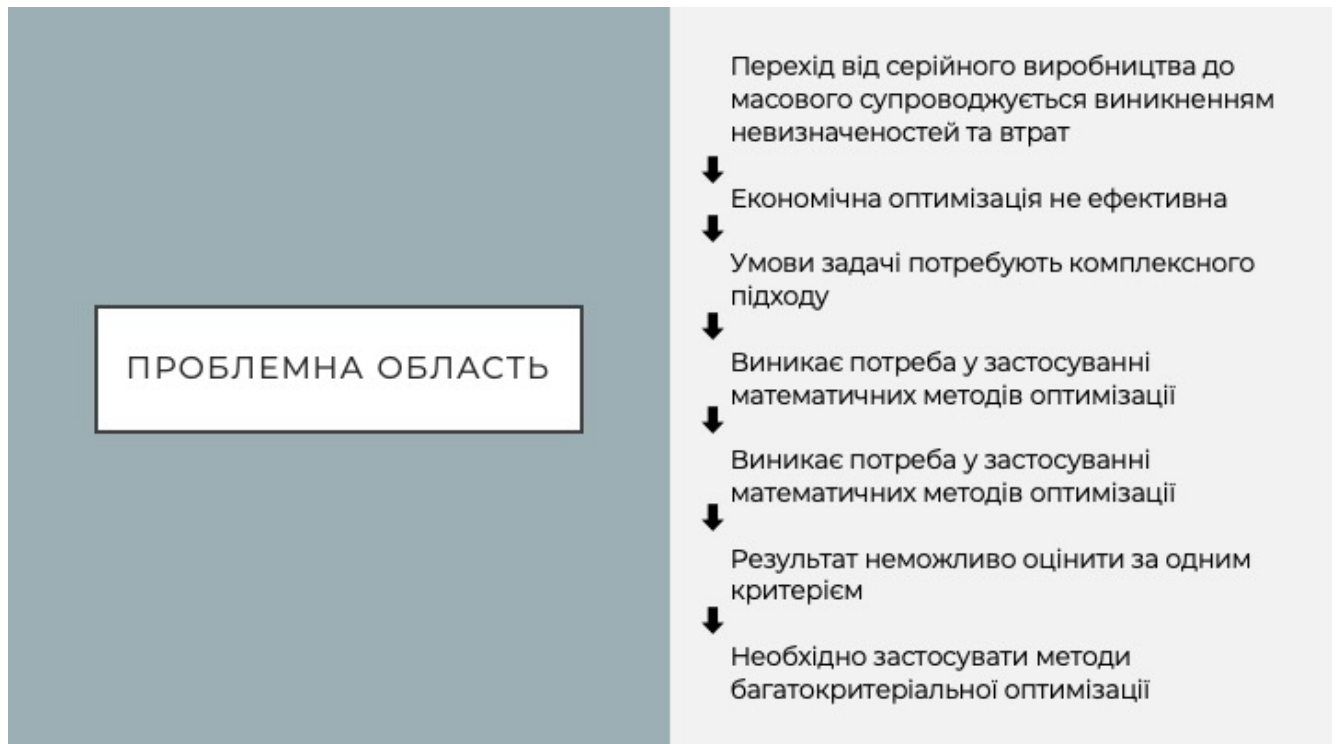
Дослідження та аналіз існуючих методів оптимізації

Формування ефективної методики оптимізації виробництва  
для перетворення серійного виробництва до масового

Тестування методики в умовах конкретного підприємства

Розробка інструменту проведення оптимізації для  
підприємства

## 3



## 4



## 5

### МЕТОДИ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Застосовуються, коли задача оптимізації має більше одного критерія

- Арбітражні рішення, схема Неша
- Б/к лінійне програмування
- Методи згортки критеріїв
  - Цільове програмування
- Метод справедливого компромісу
- Методи пріоритетів
  - Метод послідовних поступок

Недоліки:

Інтуїтивне визначення важливості критеріїв

Суб'єктивність у прийнятті рішень

В деяких методах – обмеження числа критеріїв

## 6

### ВИЗНАЧЕННЯ ВАЖЛИВОСТІ КРИТЕРІЇВ

ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ

- Задача аналізу – виявити характер впливу факторів на вартість
- Вхідні дані – зведена відомість про ціни та їх розрахунок всієї продукції
- Визначається коефіцієнт кореляції для кожної пари фактор-результат
- Будується регресійна модель ціни
- Висновок про силу впливу факторних ознак на результуючу ознаку
- Визначаються домінантні критерії, які впливають на прибуток через вартість продукції
- Формулювання цілей у порядку важливості згідно з результатом аналізу

## 7

## ВИЗНАЧЕННЯ ВАЖЛИВОСТІ КРИТЕРІЇВ

- Узагальнена модель багатофакторної лінійної регресійної залежності

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon$$

- $x_3$  та  $x_4$  виключаються
- Побудова регресійної моделі ціни  
 $y = 7,27 + 1,78x_1 - 7,95x_2$
- Аналіз факторів відповідно до таблиці Чеддока

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$y$
$x_1$	1,0						
$x_2$	0,0005	1,0					
$x_3$	0	0,27	1,0				
$x_4$	0	0	0	1,0			
$x_5$	0,99	0,99-	0,33	0,27	1,0		
$x_6$	0,99	0,95	0	0,86	0,99-	1,0	
$y$	0,99	-0,95	0	0,27	0,99	0,99	1,0

Значення коефіцієнтів кореляції	Вплив параметрів на ціну
$0 \leq r_{yx} < 0,2$	Відсутній
$0,2 \leq r_{yx} < 0,5$	Дуже слабкий, не рекомендується використовувати цей параметр
$0,5 \leq r_{yx} < 0,75$	Значний вплив, необхідність використання визначається в процесі залежно від цілей
$0,75 \leq r_{yx} < 0,95$	Сильний вплив, повинен враховуватись при розрахунках
$0,95 \leq r_{yx} < 1$	Прямий вплив, повинен враховуватись при розрахунках

## 8

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

$$\Phi_1(x) = \sum_{i=0}^3 (p_i - c_i)x_i - t_i R l_i x_i \rightarrow \max \quad (1)$$

$$\Phi_2(x) = \sum_{i=1}^3 (u_i k_i x_i + m_i x_i) \rightarrow \min \quad (2)$$

$$\Phi_3(x) = \sum_{i=1}^3 t_i l_i x_i \rightarrow \min \quad (3)$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^3 p_i x_i \geq P & (4) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^3 t_i l_i x_i \leq T & (5) \end{cases}$$

$$\begin{cases} k_i x_i \leq K_i, \quad i = \overline{1,3} & (6) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_i \geq V_i, \quad i = \overline{1,3} & (7) \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_i \geq 0, \quad i = \overline{1,3} & (8) \end{cases}$$

$p_i$  – відпускна ціна виробу     $c_i$  – собівартість виробу     $k_i$  – норми витрат сировини,  
 $K_i$  – запаси сировини     $u_i$  – вартість сировини     $t_i$  – витрати часу 1 робітника,  
 $T$  – обмеження витрат часу     $l_i$  – кількість робітників     $R$  – годинна ставка оплати праці робітників,  
 $P$  – поточний дохід від реалізації     $m_i$  – накладні витрати     $V_i$  – обмеження обсягу виробництва.

## 9

## СУТЬ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ

### МЕТОД СПРАВЕДЛИВОГО КОМПРОМІСУ

- Не потребує пріоритетів
- Почергове розв'язання скалярних задач
- Повний перебір всієї множини отриманих значень
- Прийняття рішення про оптимальний план

### ЦІЛЬОВЕ ПРОГРАМУВАННЯ

- Зведення критеріїв до одного з урахуванням коефіцієнтів важливості кожного
- Розв'язання задачі з отриманим критерієм
- Аналіз отриманого результату

### МЕТОД ПОСЛІДОВНИХ ПОСТУПОК

- Почергове розв'язання скалярних задач
- На кожному етапі визначається поступка, на яку може змінюватись вже обчислена функція
- Введення додаткових обмежень
- Прийняття останнього рішення як фінальне

## 10

Показники	Метод справедливого компромісу	Метод цільового програмування	Метод послідовних поступок
Об'єм випуску п'ятигранника Т5К10	9000	17857	17857
Об'єм випуску п'ятигранника ВК8	15600	15625	15623
Об'єм випуску залізничної пластини ТП0К8Б	500	500	143
Прибуток	571010,40	771739,11	741748,97
Витрати	342941,10	450227,14	436590,77
Робочий час	1583	1722	865
Прогноз річного прибутку	2736831,6	3858143,64	3661898,4

## 11

МОДИФІКОВАНА МЕТОДИКА  
ОПТИМІЗАЦІЇ  
НА ОСНОВІ МЕТОДУ  
ПОСЛІДОВНИХ ПОСТУПОК

- Розділення задачі на 3 скалярні задачі
- Розв'язання першої задачі
- Визначення поступки аналітичним шляхом  
(згідно з вхідними даними та показниками першої задачі)
- Розв'язання другої задачі
- Визначення другої поступки
- Побудова додаткової моделі
- Розв'язання додаткової задачі
- Уточнення основної моделі
- Розв'язання третьої задачі
- Визначення третьої поступки
- Повторне розв'язання першої задачі
- Аналіз отриманих результатів

## 12

## ДОДАТКОВА МОДЕЛЬ

$$\Phi(x) = \sum_{i=0}^2 T k_i x_i \rightarrow \max$$

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^2 x_i \leq M \\ \sum_{i=1}^2 t x_i \leq T M \\ x_i \geq m_i, & j = \overline{1,2} \\ x_j \geq 0, & j = \overline{1,2} \end{cases}$$

$t$  – робоча зміна 1 робітника

$T$  – кількість робочих годин на місяць 1 робітника

$k_i$  – частка роботи 1 робітника в 1 годину (кількість виробів)

$m_j$  – граничні значення кількості робітників в цеху

$M$  – величина штату

Показник	П'ятигранник	Залізнична пластина
Частка роботи 1 робітника в 1 годину, шт	10,5	0,6
Робота зміна 1 працівника, год	8	8
Гранична кількість робітників на цех	від 8	до 4
Визначена кількість робітників	18	2

## 13

## РЕЗУЛЬТАТ ОПТИМІЗАЦІЇ

Показники	Метод справедливого компромісу	Метод цільового програмування	Метод послідовних поступок	Модифікований метод послідовних поступок
Об'єм випуску п'ятигранника Т5К10	9000	17857	17857	17857
Об'єм випуску п'ятигранника ВК8	15600	15625	15623	15625
Об'єм випуску залізничної пластини ТП0К8Б	500	500	143	500
Прибуток	<b>571010,40</b>	<b>771739,11</b>	<b>741748,97</b>	<b>804421,30</b>
Витрати	342941,10	450227,14	436590,77	450225,42
Робочий час	1583	1722	865	1383
Прогноз річного прибутку	<b>2736831,6</b>	<b>3858143,64</b>	<b>3661898,4</b>	<b>4250350,56</b>

## 14

ПРОГРАМНА  
РЕАЛІЗАЦІЯ

ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК ДЛЯ  
ОС WINDOWS 10

ПЛАТФОРМА UWP

МОВА ПРОГРАМУВАННЯ C#

**ДЕТАЛЬНІШЕ  
ПРО РЕАЛІЗАЦІЮ  
У ДЕМОНСТРАЦІЇ ДОДАТКУ**

## Розпочнемо?

Щоб почати роботу, натисніть на дію.

Для перегляду попередніх результатів відвідайте розділ Історія.

## Оптимізацію завершено

## План виробництва

110430 / Т5К10

17857

110430 / ВК8

15625

301940 / ТП0К8Б

500

Очікуваний прибуток

804421,30

Очікувані витрати

450225,42

Очікуваний час виг.

1383

Витрати на оп.

82980,00

Витрати на сервіс/ку

314333,21

Наслідок витрати

135973,15

Переглянути запис

## Журнал обчислень

Екран

Обсяг виробництва:

110430 / Т5К10 -- 17857

110430 / ВК8 -- 15625

301940 / ТП0К8Б -- 500

Прибуток -- 771739,11

Витрати -- 450225,42

Робочий час -- 1722

Частка планованих у обсягів  
вартості що не вкладаєть в оп. -- 27741,50

Екран

Обсяг виробництва:

110430 / Т5К10 -- 17857

Далі

## 15

## ВИСНОВКИ



## 16

## ВИСНОВКИ

## МЕТОД СПРАВЕДЛИВОГО КОМПРОМІСУ

- Найгірший результат
- Незручний метод
- Висока суб'єктивність
- Час виконання – 0,6355
- Не передбачає оптимального результату

## МЕТОД ПОСЛІДОВНИХ ПОСТУПОК

- Суб'єктивність величини поступки
- Посередня зручність
- Час виконання – 0,6699
- Рекомендується використання в умовах низької гнучкості процесів

## ЦІЛЬОВЕ ПРОГРАМУВАННЯ

- Задовільний результат
- Простий у застосуванні
- Швидкий
- Час виконання – 0,2233
- Рекомендується використання у програмних системах

## МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД

- Високий результат, найефективніший
- Враховує зміни під час тех.процесу
- Складний у використанні
- Час виконання – 1,1939
- Низька суб'єктивність

## 17

**ВИСНОВКИ**

Проведено комплексний аналіз методів бегаокритеріальної оптимізації

Визначено варіанти використання досліджених методів

Визначено ефективність методів

Сформовано методику проведення оптимізації при переході на масове виробництво

Проведено оптимізацію виробництва НВФ «Карма»

Проаналізовано результати та підведено підсумки

Розроблено програмний додаток для виконання оптимізаційних заходів на підприємстві без залучення спеціалістів сфери інформаційних технологій

(додаток використовує модифікований метод оптимізації)

## 18

ДОПОВІДЬ ЗАВЕРШЕНО

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!**