

**Автоматизована система  
управління виробництвом лінійки  
продукції з підсистемою «адаптація  
до коливань цін і попиту»**

Студент групи : 2АКІТ – 16 сп  
Боровський А.В  
Керівник дипломного проекту д.т.н,  
професор Боровська Т.М

- **Актуальність теми.** Високі технології у виробництві і будівництві нових підприємств, швидкі зміни світових ринках в поєднанні створюють великі можливості і великі ускладнення для конкретного районного підприємства, конкурентом якого можуть бути підприємства Кореї, В'єтнаму і Мозамбіку і в той же час підприємство може отримати великі замовлення на свою екологічно унікальну продукцію. Необхідна умова виживання тотальна оптимізація кожної ділянки виробництва з урахуванням зміни власної продуктивності і цін продукції і ресурсів.
- Вибраний для рішення задачі оптимального управління **метод оптимального агрегування** є простим для використання, але складним для розуміння тому, що в ньому проблеми розмірності, багатовимірного пошуку не вирішуються, а знімаються: багатовимірна задача оптимізації розбивається в систему одновимірних. Всі ускладнення методу переходять на етапи побудови **ресурсних моделей виробництва. Це задачі прикладного системного аналізу.** Щодо інформаційних моделей і технологій – це важливий сервіс для ресурсних моделей і технологій. Про це було сказано: «не можна автоматизувати безладдя – від цього збитки збільшаться.
- В даній роботі вирішується задача оптимального розподілу ресурсів агропідприємства між продуктами виробництва, що базуються на одному виді ресурсу (сировини), і випускають продуктові лінійки - набори продуктів одного цільового призначення з різними цінами і цінностями при наявності цінових збурень Адаптивне управління лінійкою продуктів при цінових збуреннях є новою актуальною задачею.

- **Мета і задачі розробки.** Метою роботи є підвищення ефективності управління багатопродуктовим виробництвом харчових продуктів з урахуванням невизначеностей цін сировини і продуктів виробництва і обмежень.
- **Задачі дослідження:**
- розробка структури ресурсних зв'язків виробничої системи класів «виробництво молочних продуктів», виробництво фруктово-ягідної продукції та ін. ;
- розробка ресурсних цінових функцій виробництва;
- розробка бінарного дерева оптимального агрегування виробничої системи;
- розробка програмного забезпечення для системи оптимального управління виробництвом, тестування, дослідження;
- розробка методики використання програмного забезпечення.
- **Об'єкт дослідження:** процеси функціонування виробництв харчових продуктів.
- **Предмет дослідження:** методи оптимізації складних багатопродуктових виробництв класу «лінійка продукції».
- **Методами дослідження** є методи нелінійного програмування, зокрема метод оптимального агрегування, теорія автоматичного управління, теорія ймовірностей.
- **Наукова новизна** роботи: вперше розроблена математична модель оптимального агрегування для «цінових» функцій виробництва лінійок продукції, що дозволяє оперативно перерозподілювати ресурси між випуском окремих видів продукції, і так підвищити ефективність виробничої системи
- **Практичне значення** одержаних результатів. Аналіз ефективності і обґрунтування інноваційних проектів. Модуль АСПР.

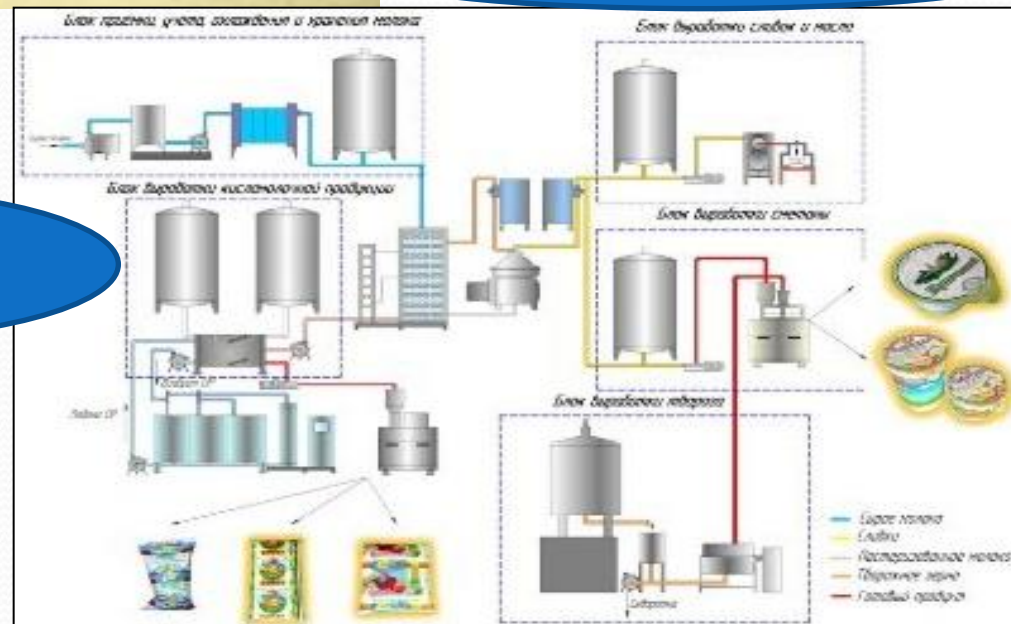
# ОБ'ЄКТИ: ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Середнє виробництво

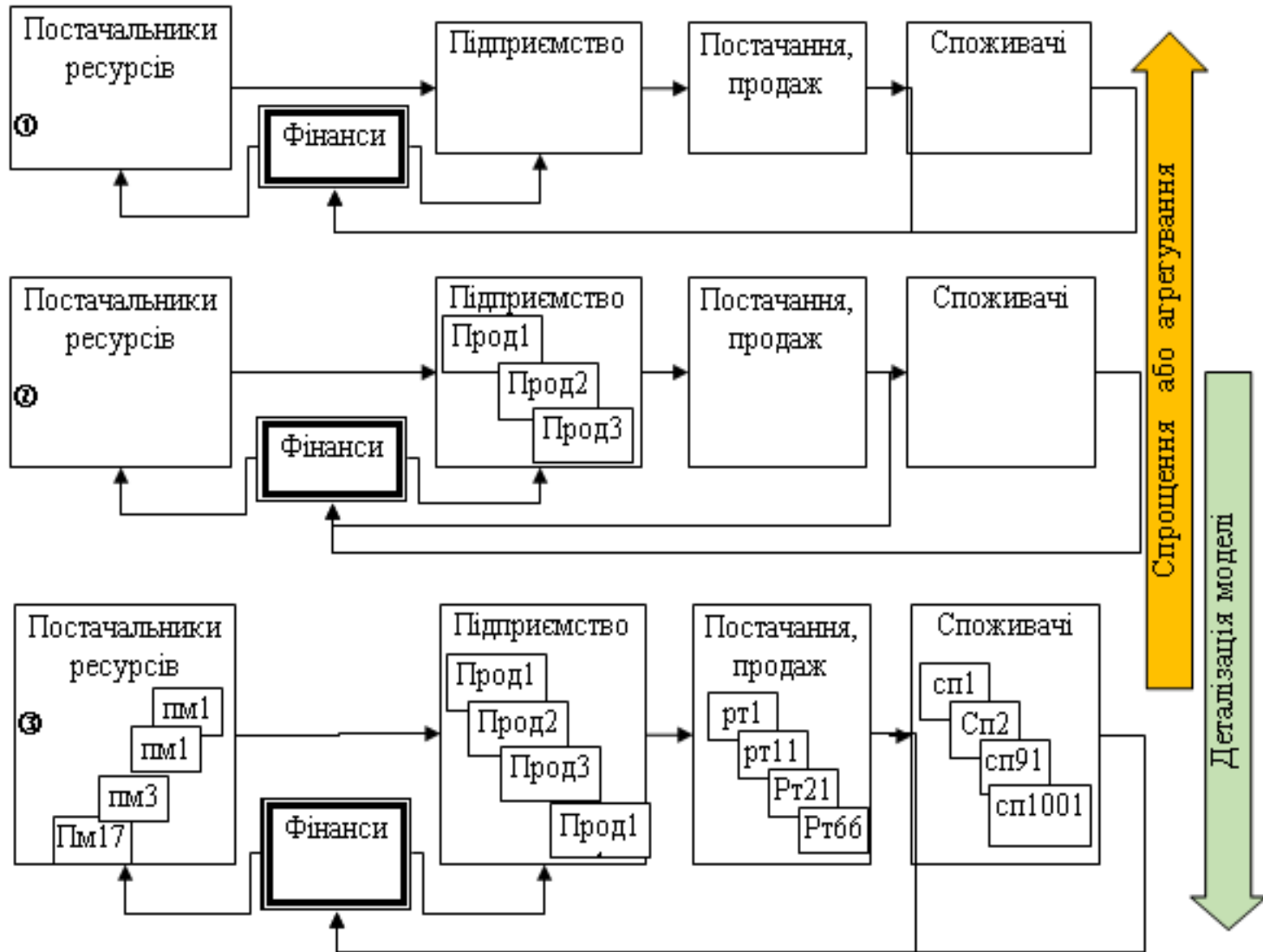


Мале виробництво

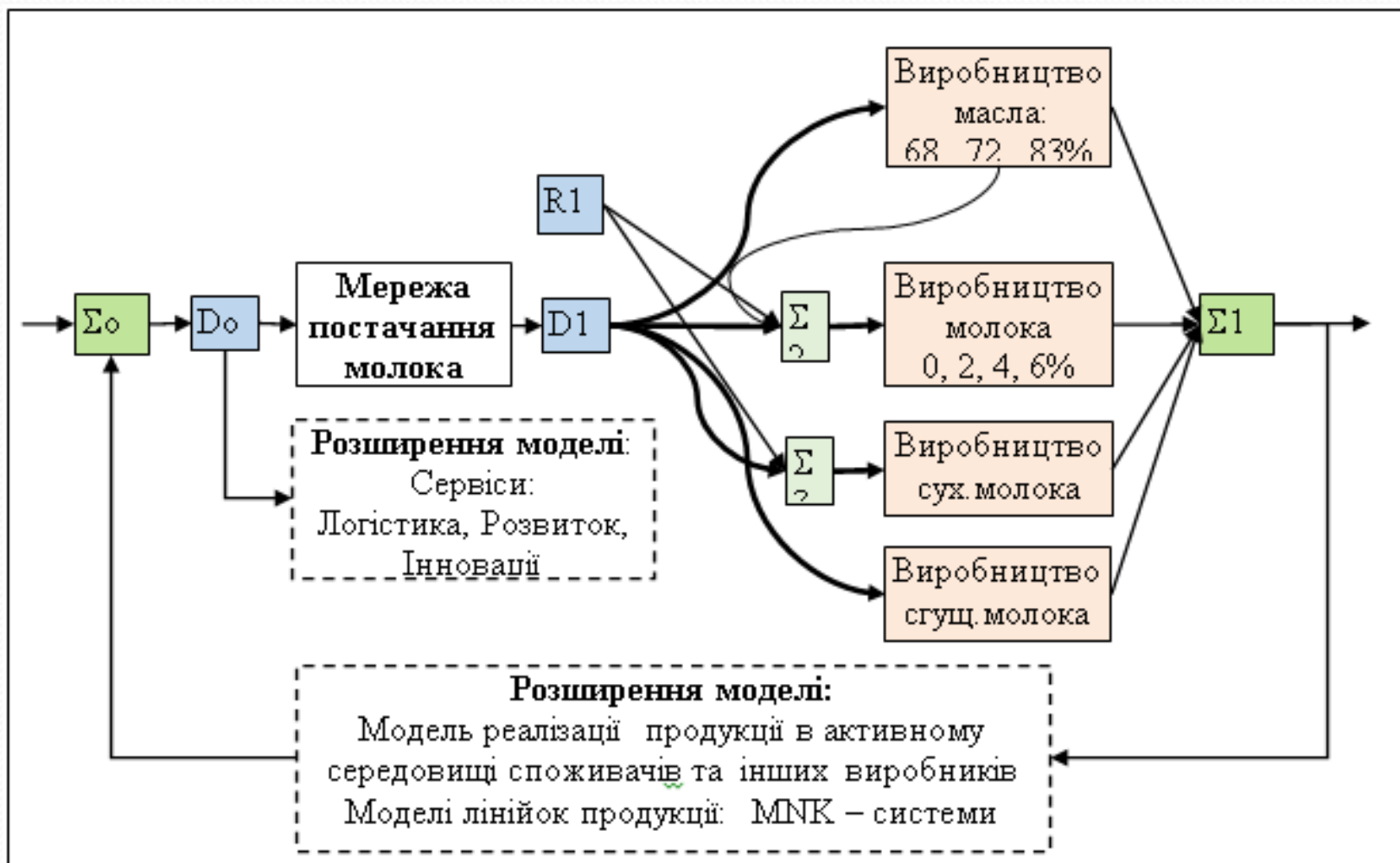
Велике виробництво



# СИСТЕМА МОДЕЛЕЙ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ



# СХЕМА РЕСУРСНОЇ СТРУКТУРИ МОЛОКОЗАВОДУ

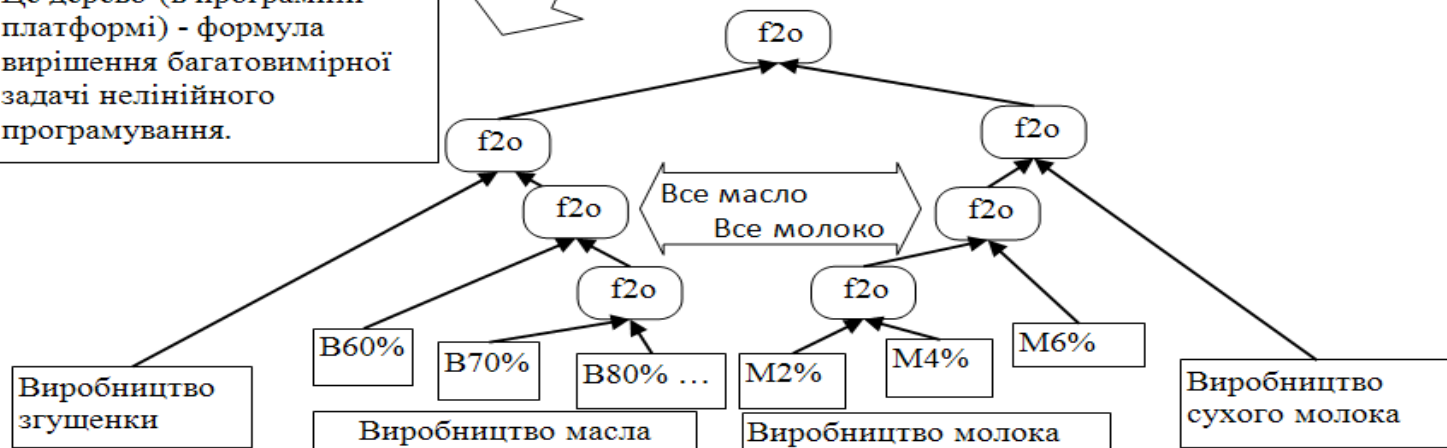


# ВІДОБРАЖЕННЯ РЕСУРСНОЇ СТРУКТУРИ В БІНАРНЕ ДЕРЕВО ОПТИМАЛЬНОГО АГРЕГУВАННЯ

Вгорі схема молокозаводу як «технологічного перетворювача» ресурсів в продукти. Отримання такої схеми - нетривіальна задача, яка вирішується методами прикладного системного аналізу.

Коректна схема завжди може бути ізоморфно відображена в **бінарне дерево оптимального агрегування** (теорема).

Це дерево (в програмній платформі) - формула вирішення багатовимірної задачі нелінійного програмування.



# МОДУЛЬ «БІНАРНИЙ ОПЕРАТОР ОПТИМАЛЬНОГО АГРЕГУВАННЯ» ПАРАМЕТРИЗОВАНИЙ

```

f2o (mf1 ,mf2 vCin) :=
  Xto ← rows (mf1)
  dλ ← 1 ÷ Xto
  klev ← cols (mf1)
  kpra ← cols (mf2)
  rlev ← submatrix (mf1 ,1 ,Xto ,2 ,klev)
  rpra ← submatrix (mf2 ,1 ,Xto ,2 ,kpra)
  cmf1 ← fcin (vCin ,mf1)
  cmf2 ← fcin (vCin ,mf2)
  for i ∈ 1 .. Xto
    mak ← 0
    for j ∈ 1 .. Xto
      i1 ← max (round (j·i / Xto ,0) ,1)
      i2 ← max [(i - i1) ,1]
      Vs ← cmf1 i1 ,1 + cmf2 i2 ,1
      if Vs > mak
        jm ← j
        mak ← Vs
    Виход (i) ← stack (mak ,jm ·dλ)

```

Параметр –  
вектор цін *vCin*



# ПРОГРАМА ФОРМУВАННЯ ЦІНОВИХ ФУНКЦІЙ ВИРОБНИЦТВА

$$F4c(veP, vC) :=$$

$$A \leftarrow veP_1$$

$$w \leftarrow veP_2$$

$$s \leftarrow veP_3$$

$$Cy \leftarrow vC_1$$

$$Cp \leftarrow vC_2$$

$$resko \leftarrow \frac{\Delta c}{Cy}$$

$$\text{for } kc \in 1 .. Kc$$

$$y_{kc} \leftarrow F4(resko \cdot kc, A, w, s)$$

$$yc_{kc} \leftarrow y_{kc} \cdot Cp$$

$$xc_{kc} \leftarrow kc \cdot \Delta c$$

$$\text{вых} \leftarrow \text{augment}(yc, xc)$$

$$veP := \begin{pmatrix} Ak \\ 0.04 \\ 10 \end{pmatrix}$$

вектор  
параметрів

$$vC := \begin{pmatrix} 4 \\ 65 \end{pmatrix}$$

Вектор цін  
молока і  
масла

$$4 \cdot 17 = 68$$

вартість молока  
для 1кг масла

$$3 \cdot 25 = 75$$

$$Cy := vC_1$$

$$\Delta c = 10$$

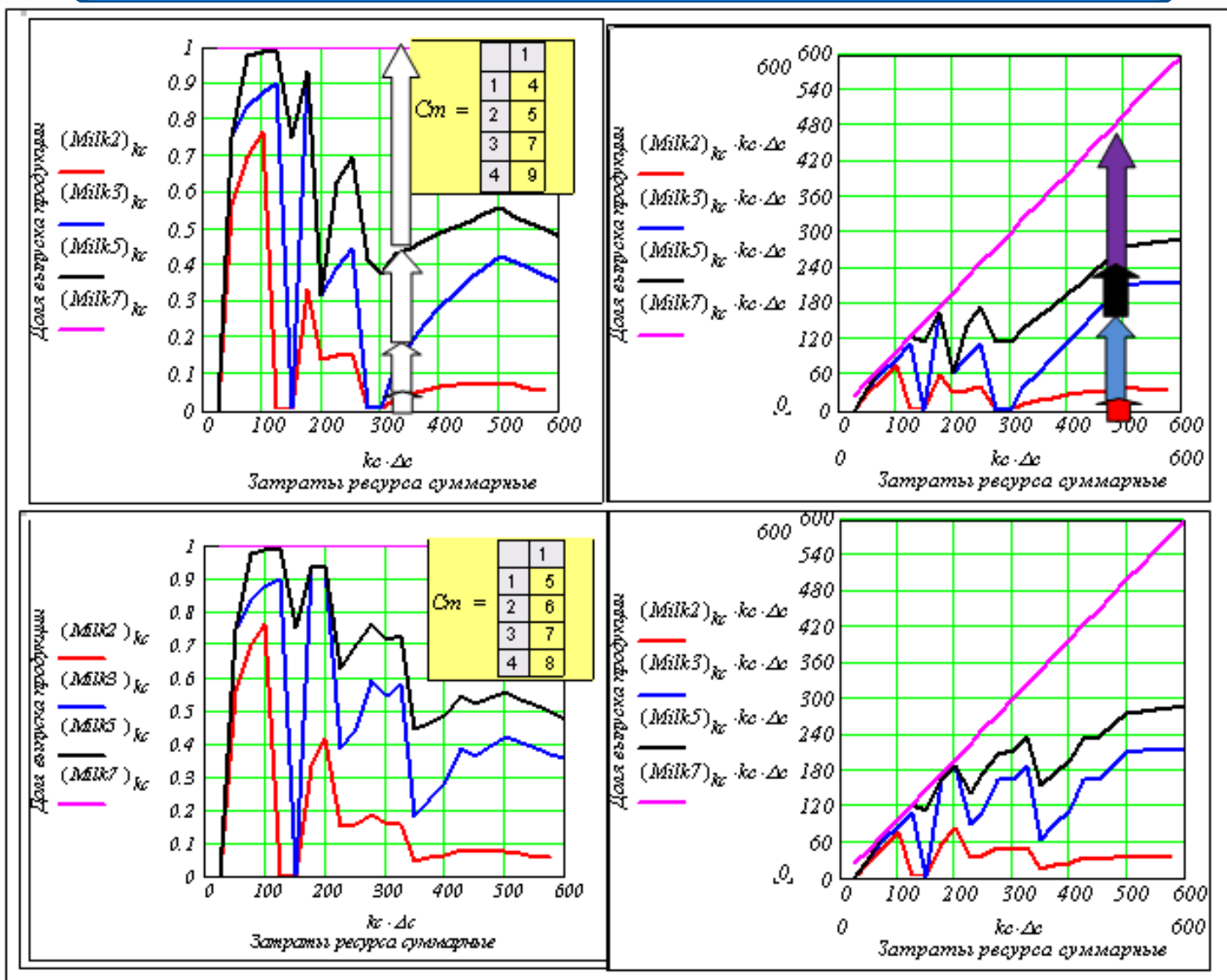
крок зміни  
ціни

$$\frac{\Delta c}{Cy} = 2.5$$

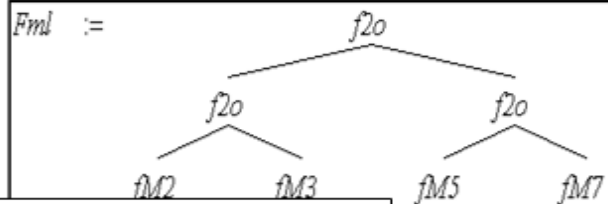
$$\frac{\Delta c}{Cy} \cdot Kc = 500$$

Межа інтервалу  
змінної "витрати"

# ПОРІВНЯННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РОЗПОДІЛІВ РЕСУРСУ ДЛЯ ДВОХ НАБОРІВ ЦІН ПРОДУКТІВ ЛІНІЙКИ



# ОПТИМАЛЬНЕ АГРЕГУВАННЯ ЛІНІЙКИ МОЛОКА. КУСОЧНО-ЛІНІЙНІ ФУНКЦІЇ



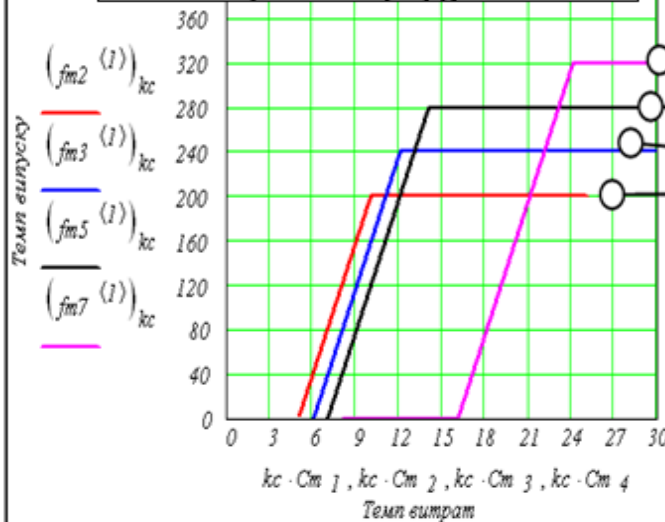
Формула оптимального агрегування

$F_{ml} =$

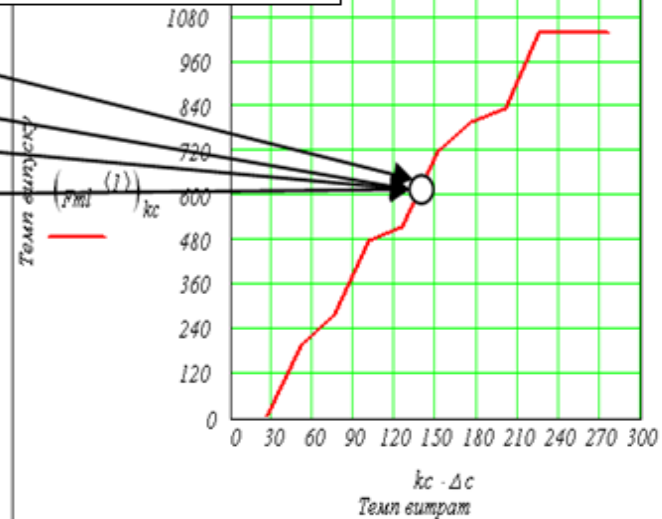
Результат оптимального агрегування

	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	1
2	200	0.56	0.19	0.19	0.06
3	280	0	0	0.5	0.5
4	480	0.14	0.23	0	0.62
7	800	0.05	0.17	0.17	0.62
8	840	0.06	0.26	0.13	0.55
9	1040	0.07	0.32	0.1	0.51

Функції витрати, випуск окремих продуктів

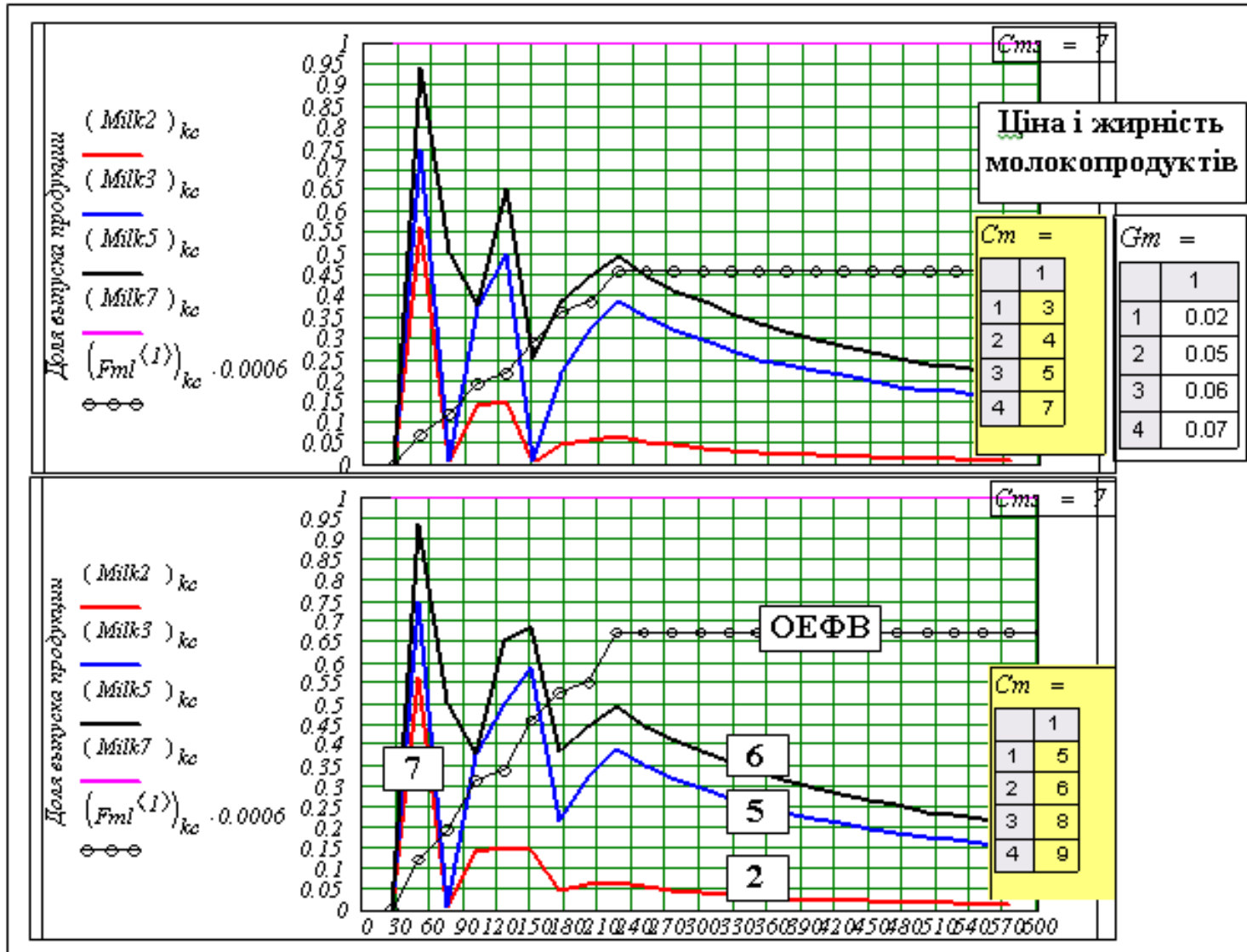


Оптимальна еквівалентна ФВ

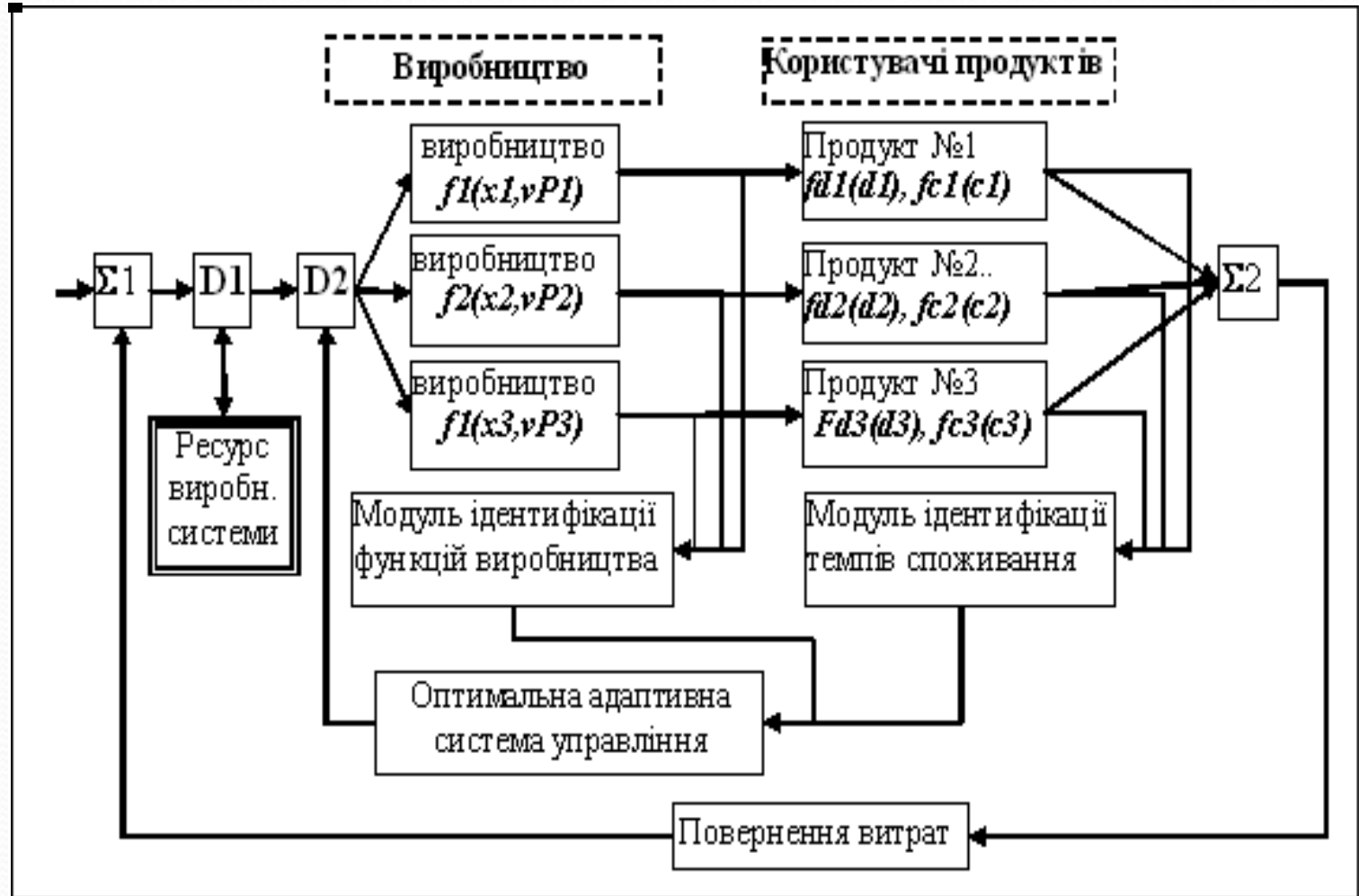


На рис. функції виробництва молока різної жирності є кусочно лінійними. Це задовільно відображає загальний характер техпроцесів, і вибрано з метою тестування. Для існуючих методів оптимізація системи з такими характеристиками – незручна задача.

# ОПТИМАЛЬНІ РОЗПОДИЛИ ОБСЯГІВ ВИРОБНИЦТВА МОЛОКА ДЛЯ ДВОХ ВЕКТОРІВ ЦІН



# СХЕМА ОПТИМАЛЬНОЇ АДАПТИВНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БАГАТОПРОДУКТОВИМ ВИРОБНИЦТВОМ



- Поставлена мета підвищення ефективності управління багатопродуктовим виробництвом харчових продуктів з урахуванням невизначеностей цін сировини і продуктів виробництва і обмежень термінів зберігання ресурсів і продуктів. Конкретним об'єктом вибрано виробництво молочних продуктів
- **Проведено аналіз та порівняння** існуючих методів рішення задачі оптимального управління. Специфіка виробництва: сезонність постачання молока, коливання якості ресурсу, обмеження терміні зберігання і реалізації продукції, коливанні попиту робить актуальним урахування цін ресурсів і продуктів в методах оптимізації.
- **Вибрано** за результатами пошуку в літературі методи оптимального агрегування, що не мають обмежень альтернативних методів: проблеми розмірності задачі, неадекватних математичних обмежень: лінійності, неперервності, випуклості.
- **Виконано** постановку задачі на базі методології оптимального агрегування, запропоновано ієрархічну структуру оптимального агрегування: - лінійок продуктів, підсистем виробництва класів продуктів.
- **Розроблено адаптивну оптимальну систему управління** багатопродуктовим виробництвом з одним видом сировини. Розроблена математична модель і програма розширеної функції виробництва, в список параметрів якої входять ціни ресурсів і продуктів. Розроблено програмні модулі для аналізу лінійок молока та інших продуктів, що дозволяє оперативно адаптувати структуру випуску продуктів до змін цін і попиту. Оптимізація структури випуску продукції підвищує ефективність в середньому на 5% порівняно з управлінням на базі емпіричних правил