

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ  
УЗАГАЛЬНЕНОЇ МОДЕЛІ  
ОПТИМАЛЬНОГО РОЗВИТКУ  
ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ НА БАЗІ  
МЕТОДОЛОГІЇ ОПТИМАЛЬНОГО  
АГРЕГУВАННЯ

Доповідач: студент групи 2АКІТ-17М

Гришин Д. І

Науковий керівник: д.т.н., проф. каф. КСУ

Боровська Т.М

# Мета і задачі дослідження

**Мета роботи:** розробка нового математичного і програмного забезпечення для систем підтримки рішень з оптимального розвитку виробничих систем на базі методології оптимального агрегування, що знімає проблеми оптимізації і аналізу чутливості виробничих без спрощень моделей.

**Об'єкт дослідження:** сучасні виробничі системи з швидкими процесами кількісного і якісного розвитку, зокрема екологізовані.

**Предмет дослідження:** оптимальне адаптивне управління процесами функціонування і розвитку виробничих систем з довільними ресурсними структурами.

## **Головні завдання:**

1. Аналіз стану розробки моделей і методів оптимального стратегічного управління виробництвом і розвитком.

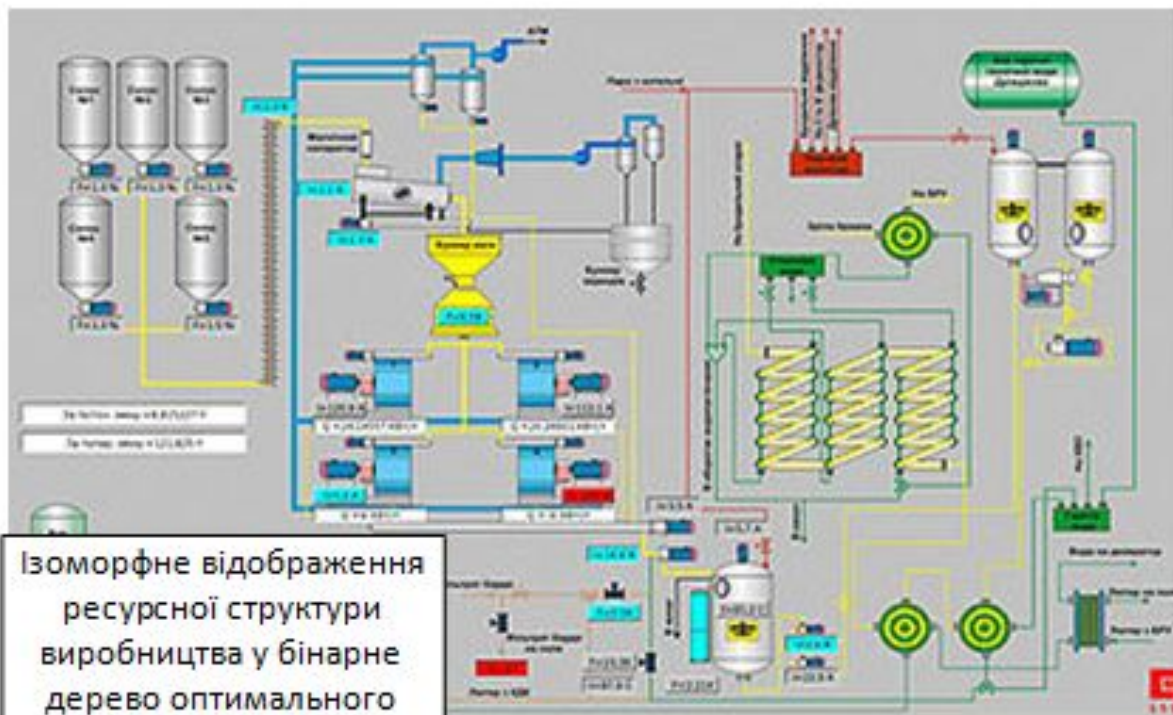
2. Порівняльний аналіз відомих моделей оптимального управління процесами функціонування і розвитку: задачі розподілу Беллмана, задачі Марковиця, задачі «цінові стратегії», задачі управління кінцевим станом. .

3. Отримання статистичних характеристик оптимальних процесів розвитку при наявності невизначеностей і збурень.

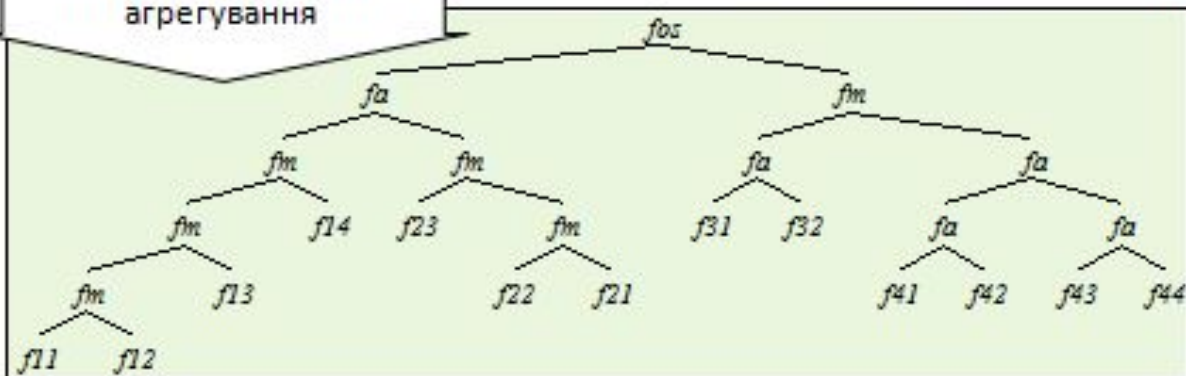
4. Побудова системи прийняття рішень (задачі та інтерфейси).

5. Розробка прикладів рішення задач побудови комп'ютерно-інтегрованих систем (KIC) оптимального управління та проведення досліджень для користувачів системи підтримки рішень.

# Підприємство як об'єкт управління



Ізоморфне відображення ресурсної структури виробництва у бінарне дерево оптимального агрегування



Оптимальна еквівалентна модель виробництва і розвитку  
Статика і динаміка

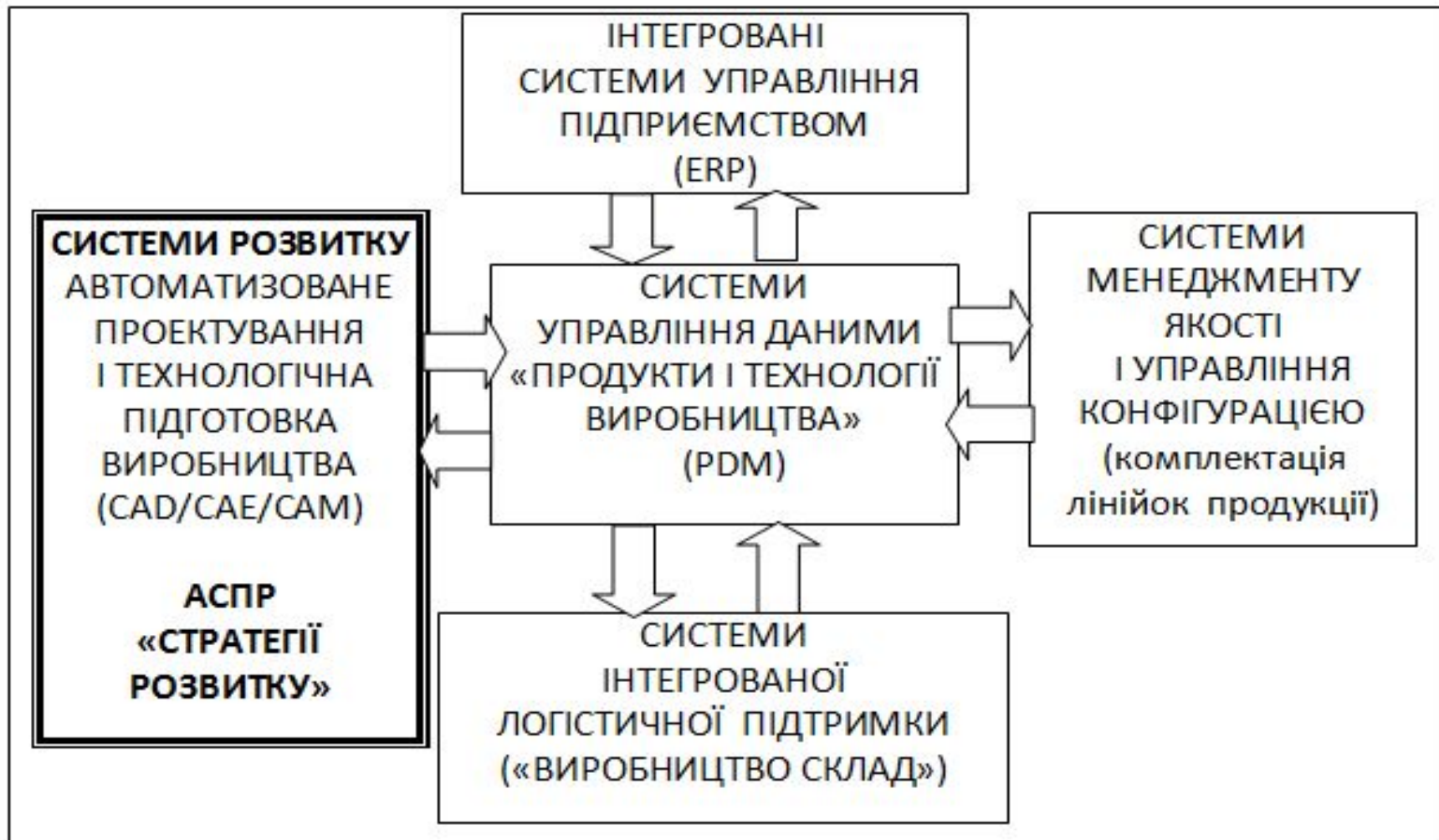
**СПОСТЕРІГАЧІ:**  
вимірювання, оцінювання і прогнозування

**ЛОГІСТИКА**  
Оптимально агреговані СМО

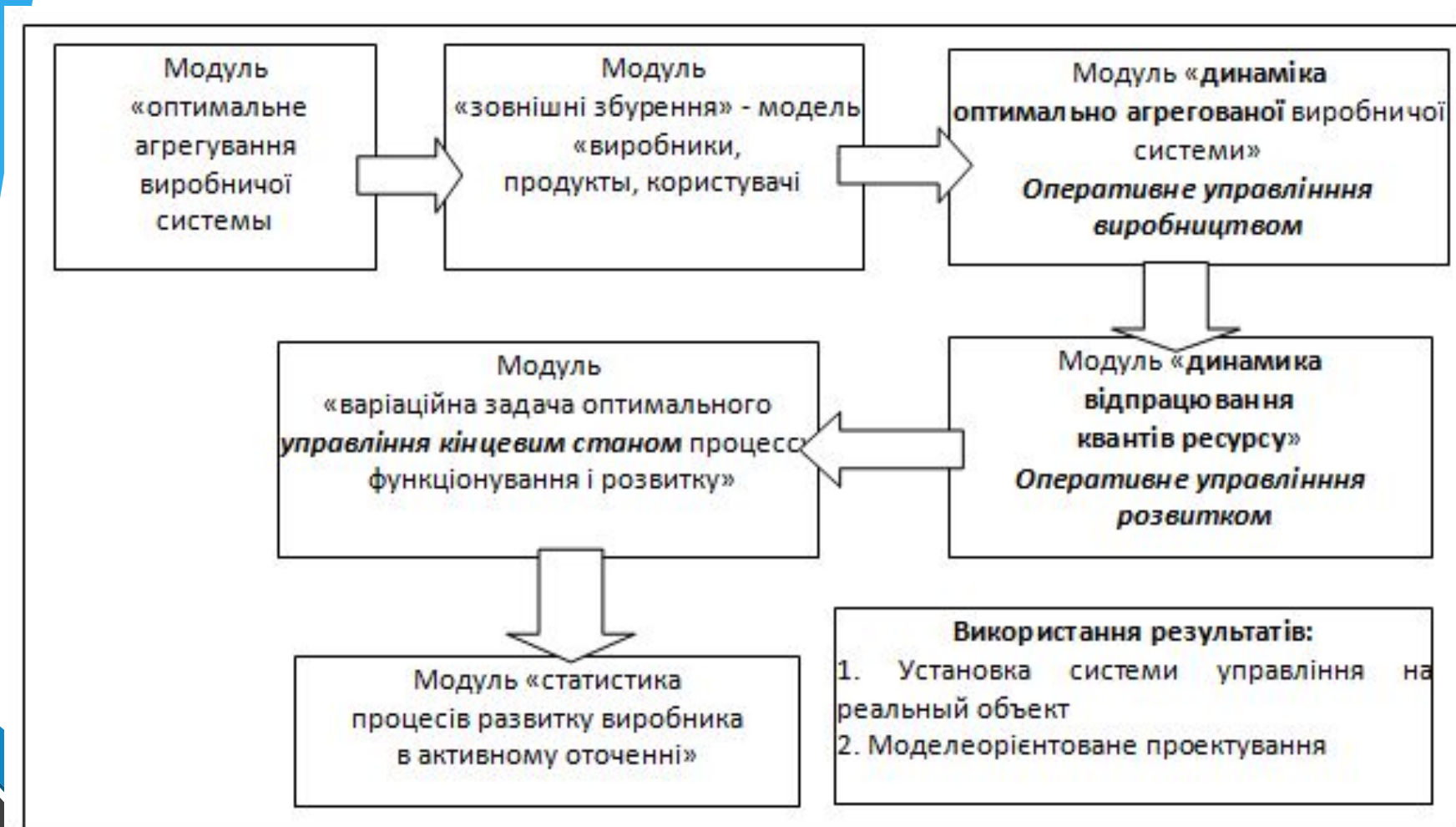
**РИНКИ**  
Виробництво, споживачі

**КРЕДИТИ**  
оптимальні для виробництва і розвитку

# Інформаційна структура інтегрованої АСУ «Виробництво-розвиток»

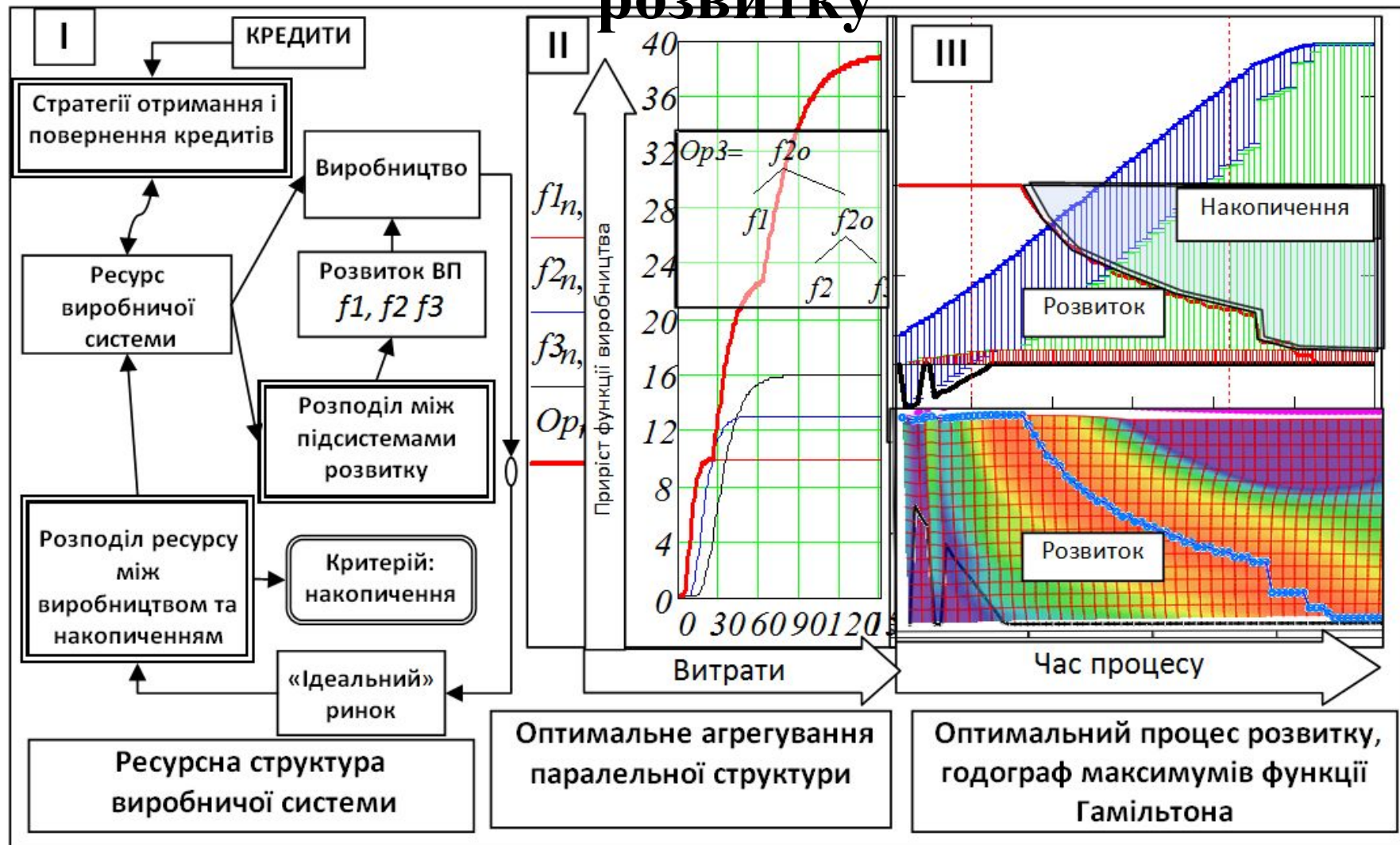


# Функціональна структура узагальненої моделі виробництва і розвитку

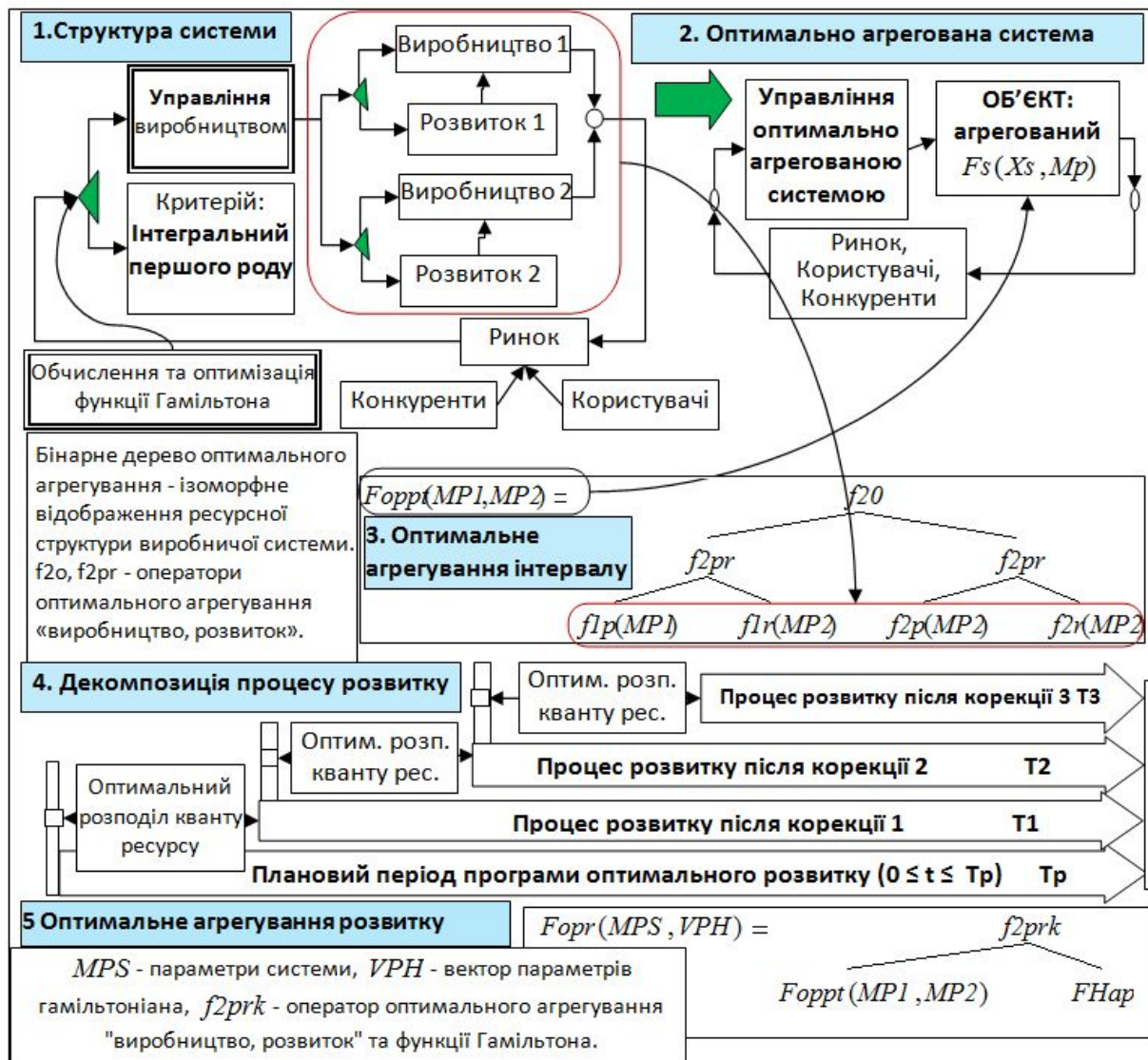


# Базовий аналіз: ресурсна структура, оптимальне агрегування, оптимальна стратегія розвитку

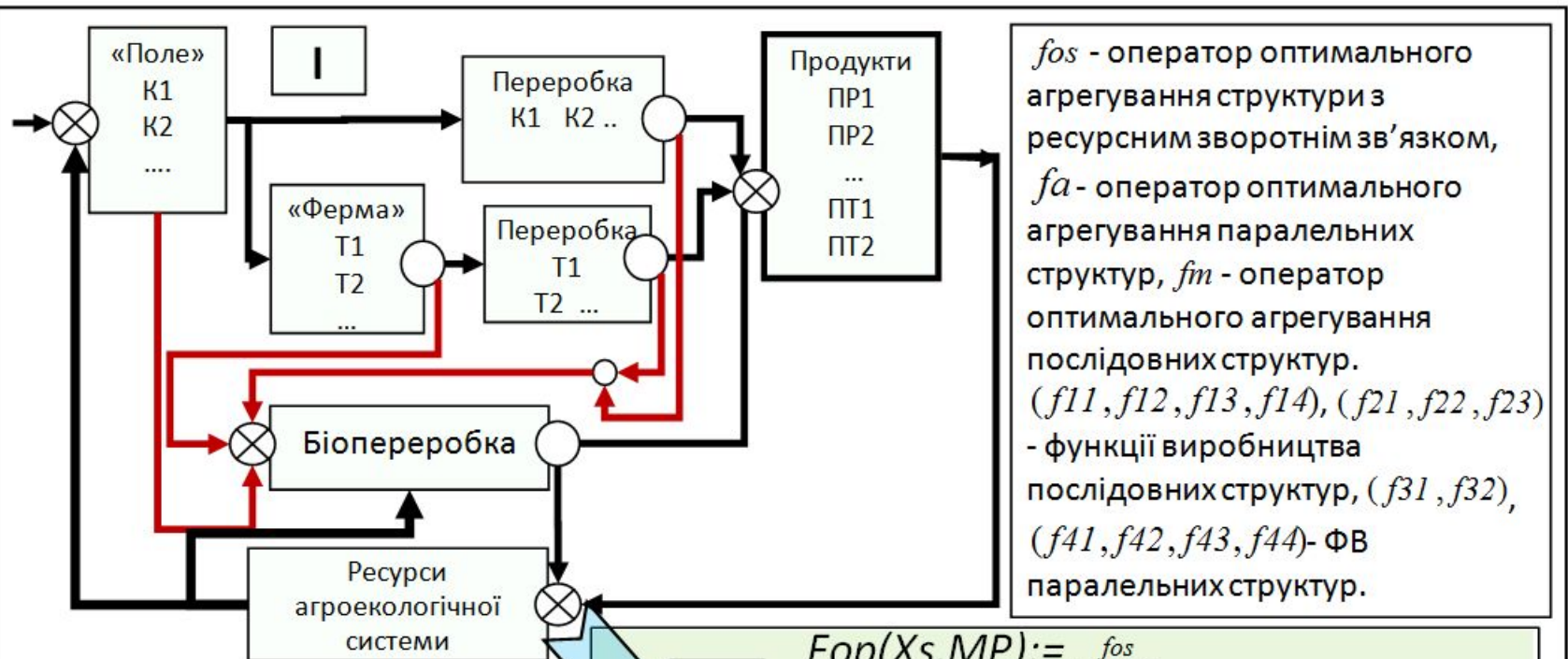
## розвитку



# Структура комплексу задач розробки. Нове рішення проблеми

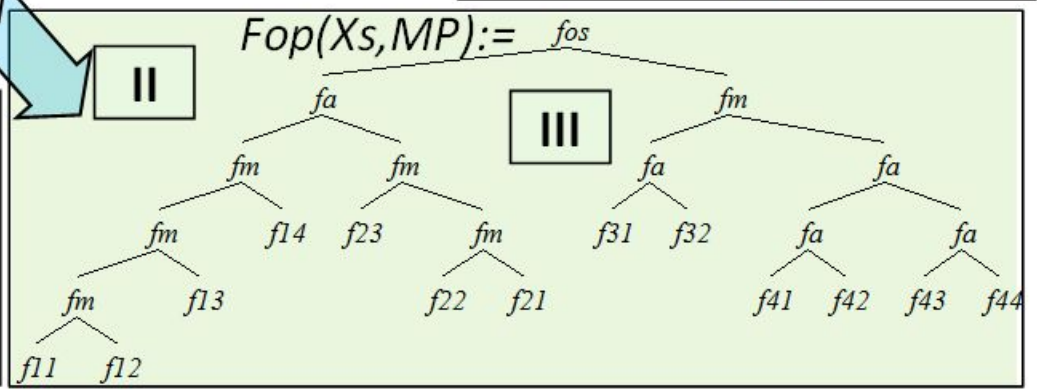


# Відображення параметризованої моделі виробництва в параметризовану ОЕФВ - 1



*fos* - оператор оптимального агрегування структури з ресурсним зворотнім зв'язком,  
*fa* - оператор оптимального агрегування паралельних структур, *fm* - оператор оптимального агрегування послідовних структур.  
 ( $f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{14}$ ), ( $f_{21}, f_{22}, f_{23}$ ) - функції виробництва послідовних структур, ( $f_{31}, f_{32}$ ), ( $f_{41}, f_{42}, f_{43}, f_{44}$ ) - ФВ паралельних структур.

Отримана функція  $Fop(Xs, vP)$  повинна коректно відображати значення параметрів в відповідну оптимальну еквівалентну функцію виробництва агросистеми.



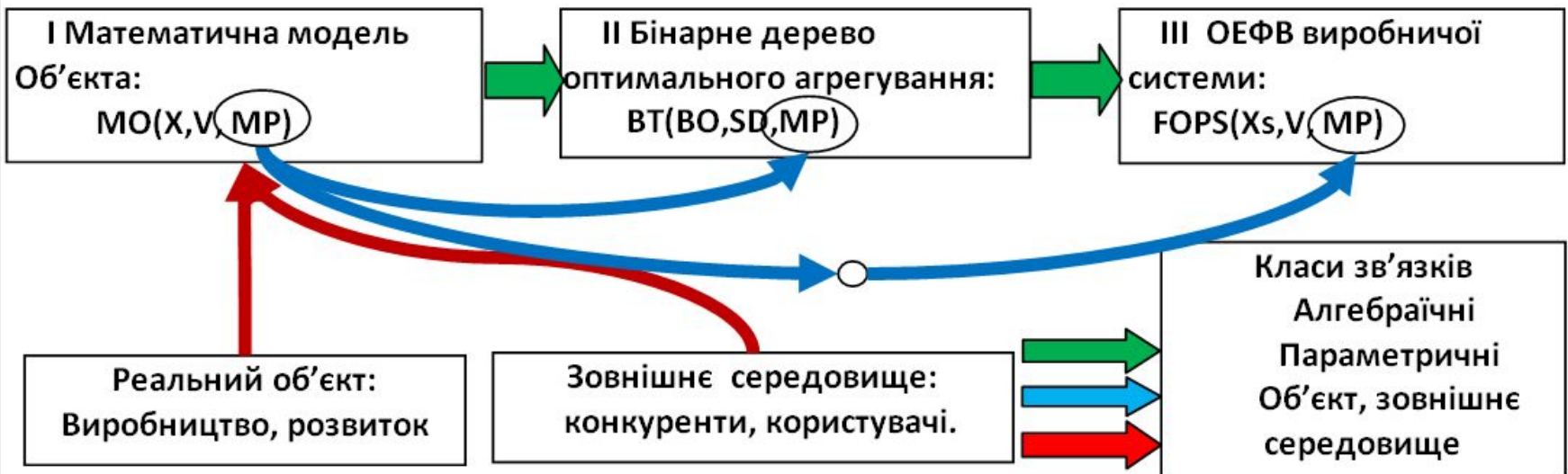


# Відображення параметризованої моделі виробництва в параметризовану ОЕФВ - 2

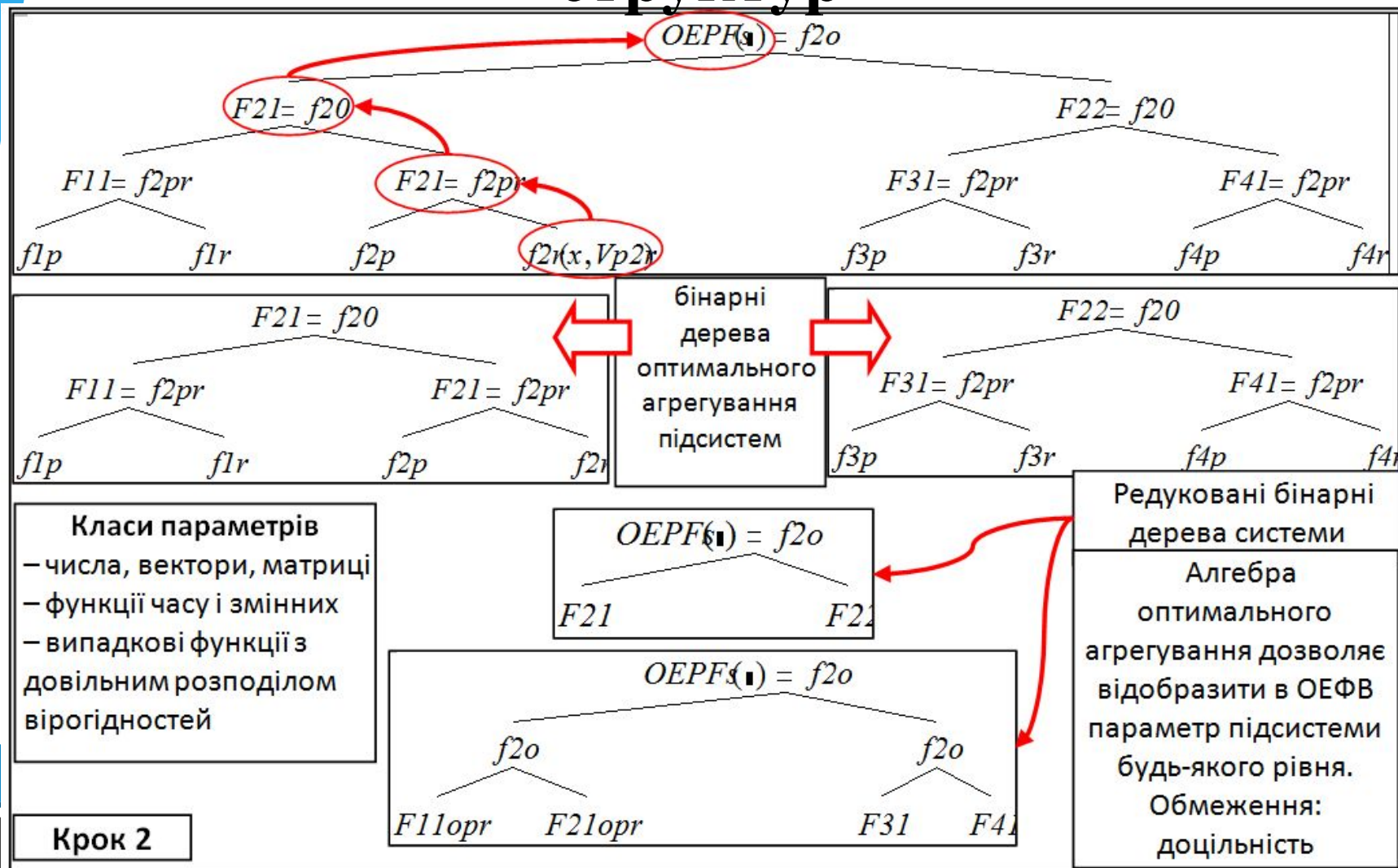
ТЕОРЕМА про ізоморфне відображення ресурсної моделі виробничої системи (ВС) в бінарне дерево оптимального агрегування [43] відноситься до пунктів I і II на рисунку. 2.4. У даній роботі розглядається пункти I, II, III як твердження до закінчення тестування моделі.

ТВЕРДЖЕННЯ. Параметризована ресурсна модель ВС може бути ізоморфно відображена в параметризоване бінарне дерево оптимального агрегування ВС, яке, в свою чергу, ізоморфно відображається в параметризовану оптимальну еквівалентні функцію виробництва (ОЕФВ).

Зауваження. ОЕФВ - матриця, яка містить всю необхідну інформацію про розподілення ресурсу (або навантаження) і параметрах підсистем [3].

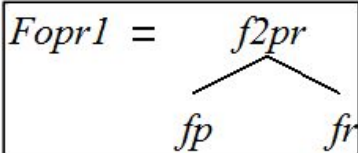
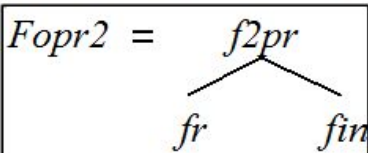
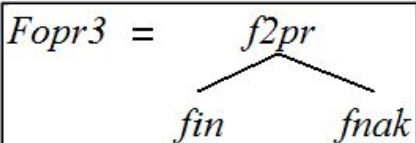


# Багаторівневе оптимальне агрегування паралельних бінарних структур



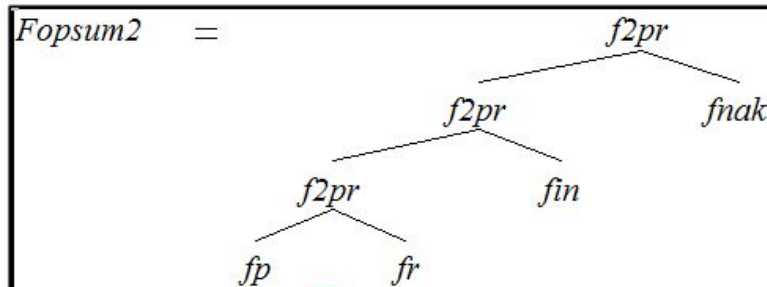
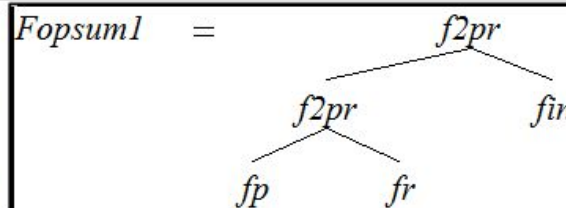
# Багаторівневе оптимальне агрегування послідовних бінарних структур з параметричними зв'язками

Однорівневе оптимальне агрегування структур: «виробництво, розвиток», «розвиток, інновації», «інновації, накопичення».

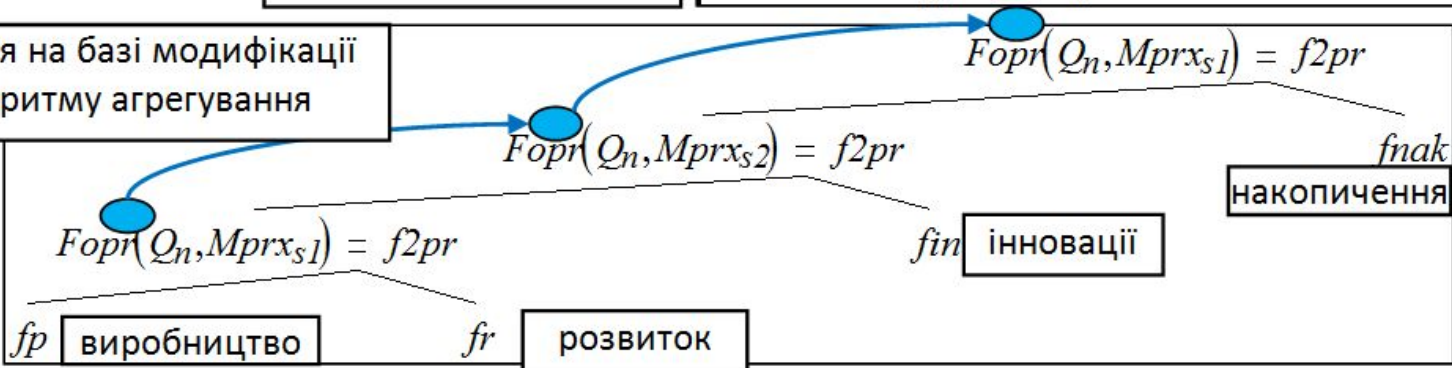


$Fopr1, Fopr2, Fopr3$  - результати оптимального агрегування підсистем «виробництво, розвиток», «розвиток, інновації», «інновації, накопичення».  $Fopsum1, Fopsum2$  - необхідне рішення задач оптимального агрегування.

Багаторівневе оптимального агрегування «виробництво, розвиток, інновації», «Виробництво, розвиток, інновації», накопичення»



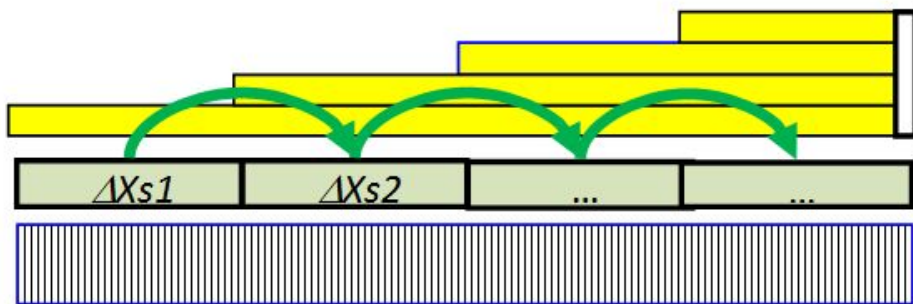
Рішення на базі модифікації алгоритму агрегування



Крок 3

# Параметризований оператор переходу між інтервалами процесу розвитку.

## Приклад



Процеси оптимального розвитку, розраховані від початку інтервалу до кінця планового періоду.

Інтервали, на початку яких коригується стратегія розвитку.

Кроки оперативного управління

Оперативне управління. Модель динаміки нелінійної, нестационарної системи. Приклад.

$$smt^{(1)} := \begin{pmatrix} 7 \\ (7 \ 2 \ 5) \\ 4 \ 3 \ 6 \\ (5 \ 0 \ 0) \\ (12 \ 9 \ 11) \\ 2 \ 7 \ 7 \\ 5 \ 8 \ 9 \\ 4 \ 5 \ 6 \\ (4 \ 4 \ 3) \\ (22 \ 14 \ 12) \end{pmatrix}$$

$$smt = \begin{pmatrix} 7 \\ \{3,3\} \\ \{4,3\} \\ \{1,3\} \\ \{1,3\} \end{pmatrix}$$

$$(smt^{(1)})_2 = \begin{pmatrix} 7 \ 2 \ 5 \\ 4 \ 3 \ 6 \\ 5 \ 0 \ 0 \end{pmatrix}$$

$$(smt^{(1)})_4 = (4 \ 4 \ 3)$$

$Ypr3(st0, props, u) :=$

$$Ypr3(stm, Vpr3) = \begin{pmatrix} 16.5 \\ \{2,1\} \\ \{2,3\} \\ \{1,3\} \\ \{1,3\} \end{pmatrix}$$

$S30 \leftarrow smHP(props, st0_3, u)$

$S4 \leftarrow rows(S30)$

$S5 \leftarrow mean(S30) \cdot S4$

$BY \leftarrow koWz4(vp1, vp2)$

$S1 \leftarrow BY_1$

$S2 \leftarrow BY_2$

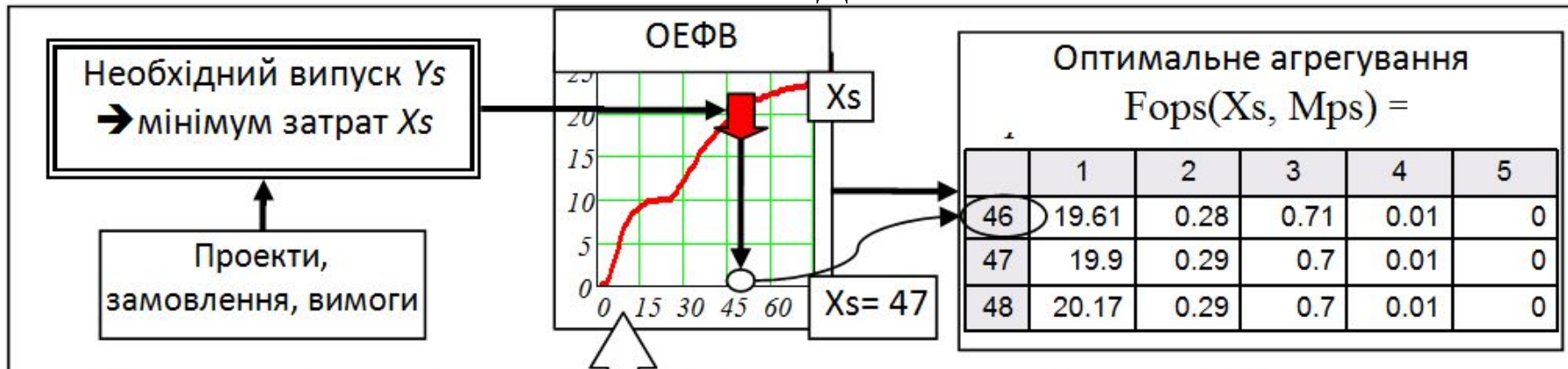
$S31 \leftarrow Попчер(S30, BY_2)$

$S32 \leftarrow ДинПрu(S31)$

$qq \leftarrow S1 \ S2 \ S32 \ S4 \ S5$

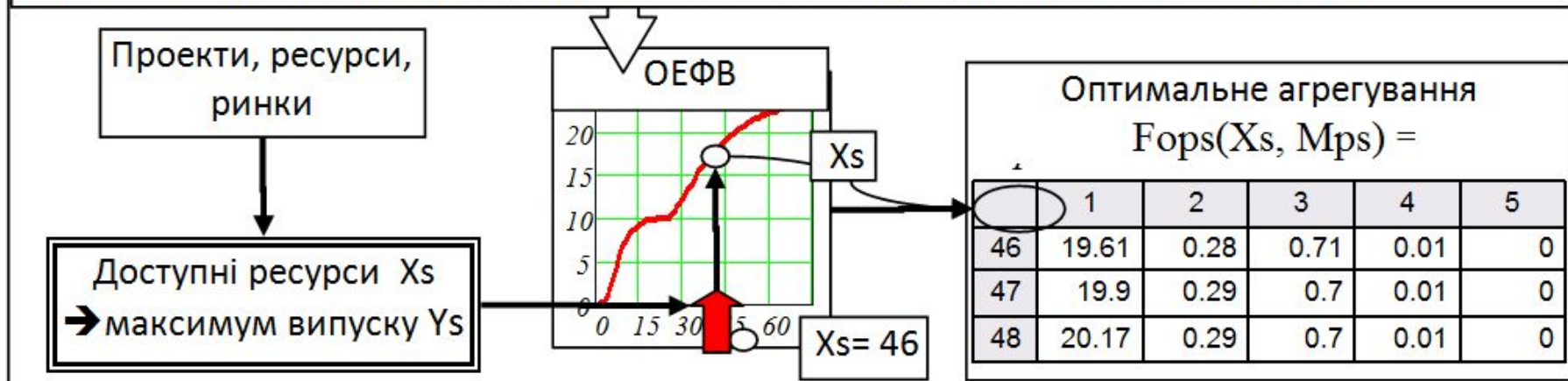
$vyxod \leftarrow qq^T$

# Оперативне оптимальне управління виробничою системою для спряжених задач



Параметризована оптимальна еквівалентна виробнича функція ОЕФВ забезпечує оптимальне управління спряженими задачами:

Пряма задача:  $Y_s = F_{op}(X_s, M_p)$  – обмеження ресурсу  $X_s$ , отримано максимальний випуск  $Y_s$   
 Спряжена задача  $X_s = F_{obr}(Y_s, M_p)$  – обмеження випуску  $Y_s$  при мінімумі затрат  $X_s$



# Модуль введення даних тестової задачі

## “Оптимальне агрегування

## “Виробництво, розвиток, інновації”

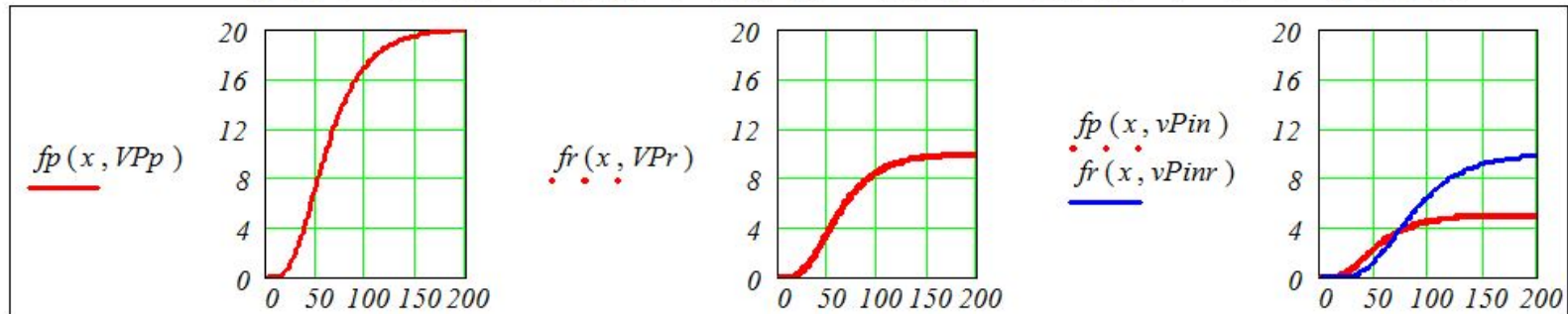
Модуль введення даних. Задаємо параметри і початковий стан системи: вектори і матрицю параметрів функцій виробництва, розвитку, інновацій

$$VPp := \begin{pmatrix} 20 \\ 0.035 \\ 5 \end{pmatrix}; \quad VPr := \begin{pmatrix} 10 \\ 0.035 \\ 5 \end{pmatrix}; \quad MPin := \begin{pmatrix} 5 & 10 \\ 0.04 & 0.03 \\ 5 & 8 \end{pmatrix}$$

Сумарний ресурс стартовий  $сун := 100$  Задаємо стартовий розподіл ресурсу

$xp01 := 0.10 \cdot сун$ ;  $xp02 := 0.20 \cdot сун$ ;  $xp03 := 0.70 \cdot сун$ ; виділяємо вектори параметрів ФВ і

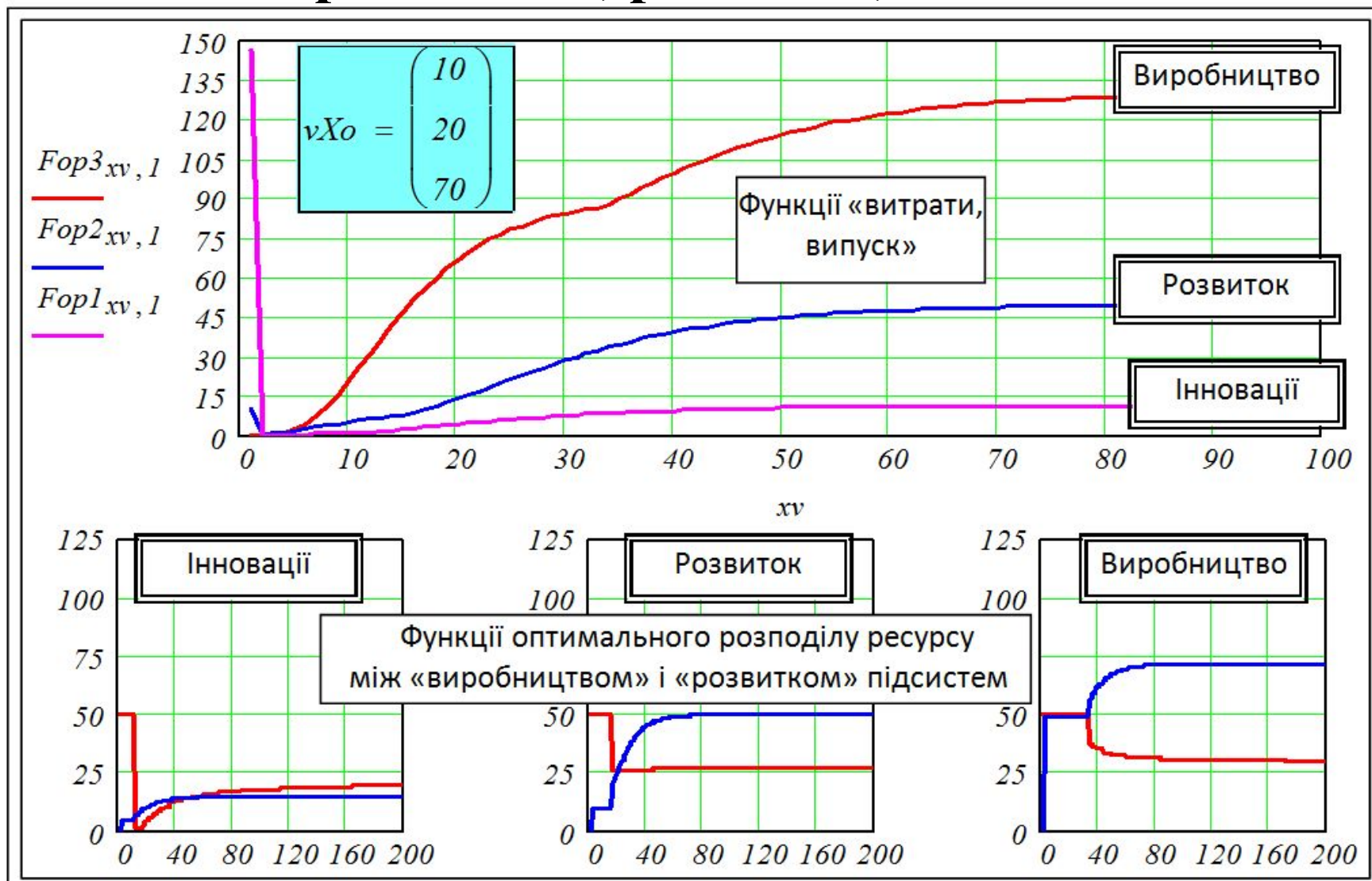
ФР:  $vPin := MPin^{(1)}$ ;  $vPinr := MPin^{(2)}$   $vPr3 := MPin^{(2)}$ ;  $x := 1 .. 300$



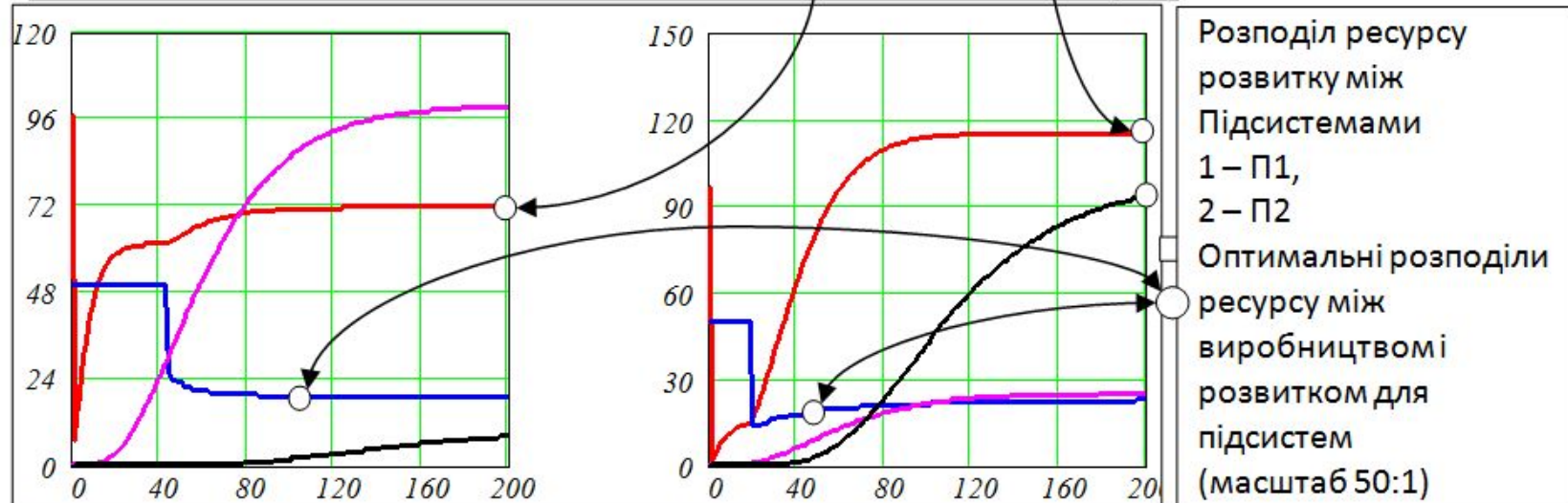
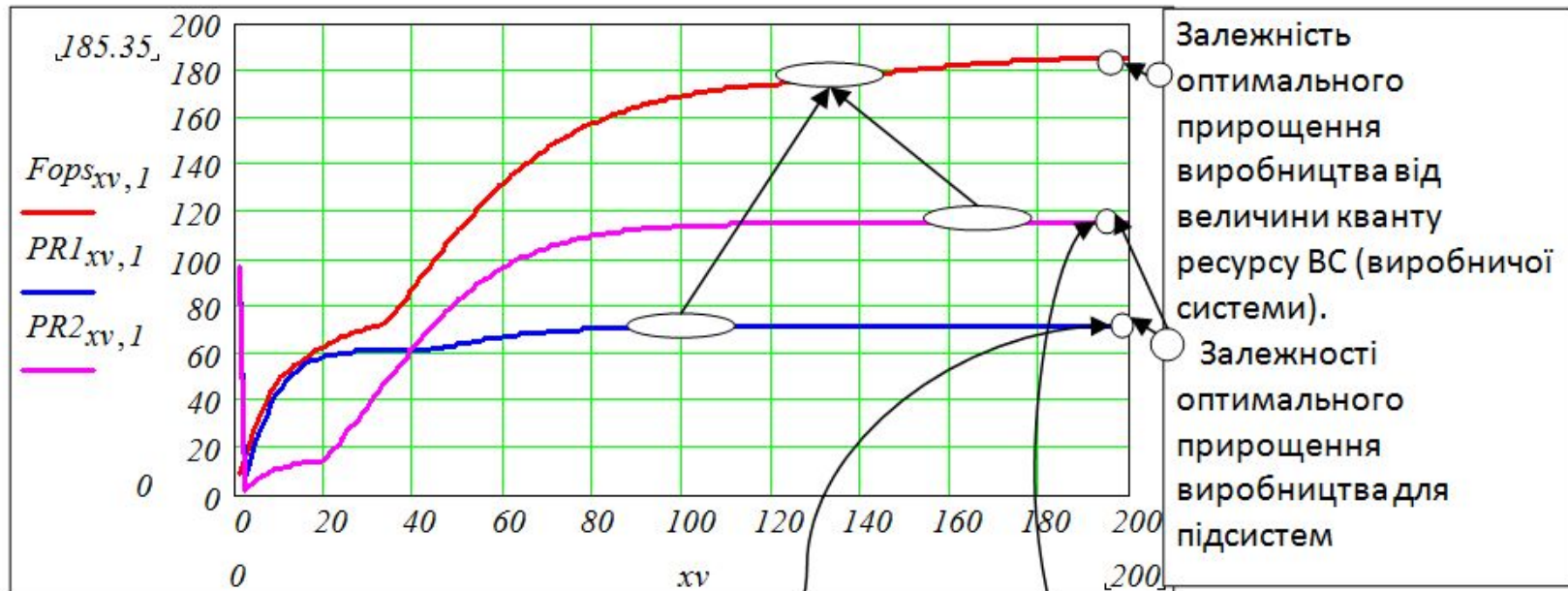
Бінарне дерево оптимального агрегування – подання функцій в іменах і назвах



# Оптимальні еквівалентні функції “Витрати, випуск” для структури “Виробництво, розвиток, інновації”

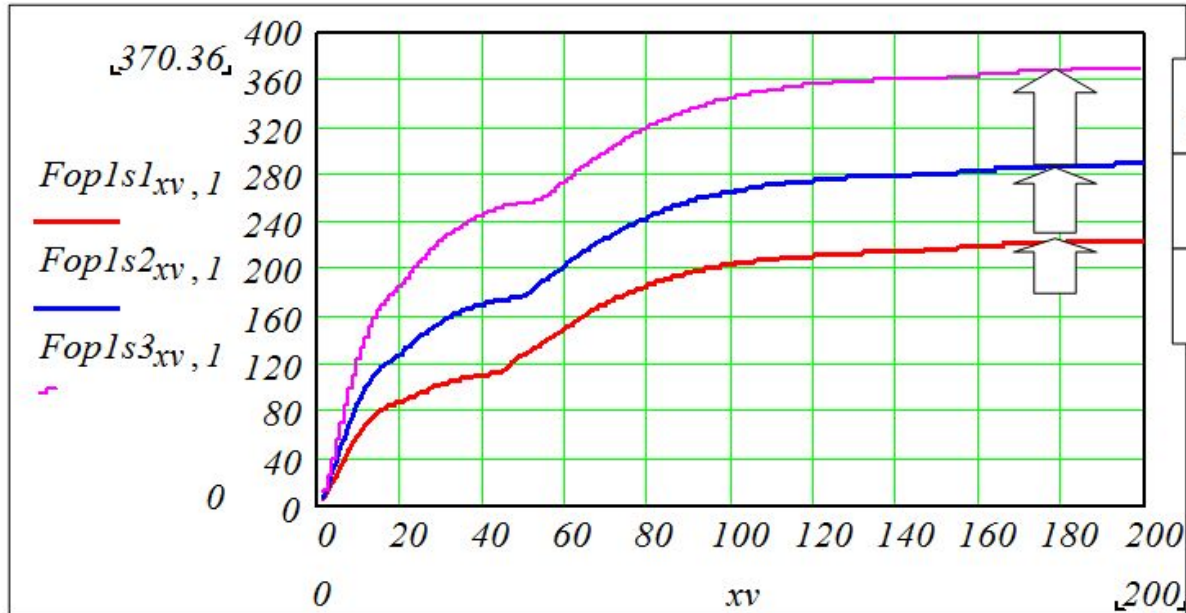


# Тестування модифікованого оператора “Виробництво, розвиток”





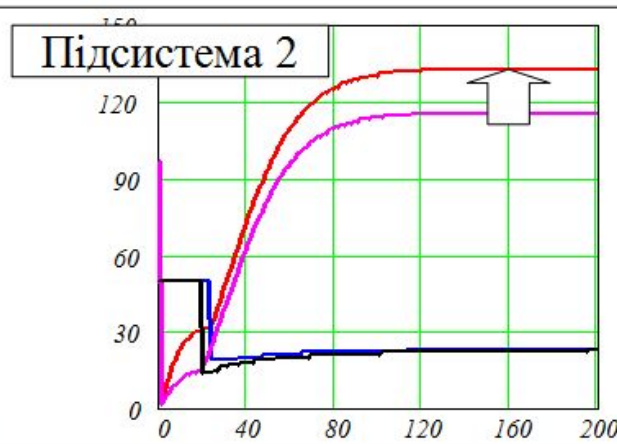
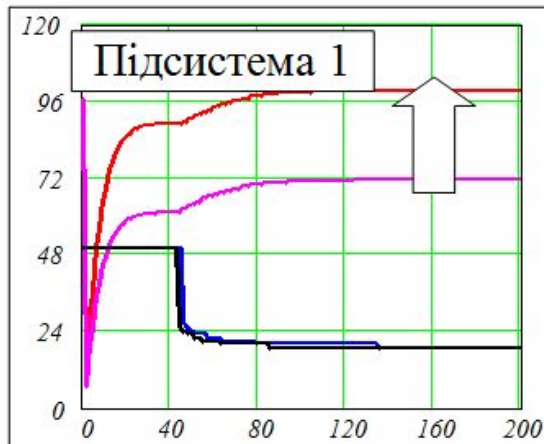
# Тестування нового оператора “Перехід між інтервалами процесу розвитку”



ОЕФВ системи після витрати кванту ресурсу 150

ОЕФВ системи після витрати кванту ресурсу 90

ОЕФВ системи після витрати кванту ресурсу 60



ОЕФВ та вектор-функції оптимального розподілу ресурсу в підсистемах після витрати квантів ресурсу 60, 90 (нормовані  $\alpha \cdot 50$ )

# Висновки

**Виконано аналіз** задач і методів оптимального управління процесами виробництва і розвитку сучасних виробничих систем.

**Вибрано** як обгрунтовані теоретично і ефективні обчислювально безпошукові методи оптимального агрегування для обчислення оптимальних стратегій виробництва і розвитку. **Не знайдено** в літературі узагальнених моделей виробництва і розвитку моделей оптимального розвитку з урахуванням освоєння для багатопродуктових виробничих систем, що свідчить про новизну поставлених в роботі задач, а велика кількість рекламних матеріалів з ефективного менеджменту й свідчить про високу постійну актуальність теми роботи.

**Виконано постановку задачі на базі методології оптимального агрегування.**

**Виконано поставлені в роботі завдання:**

- аналіз стану розробки моделей і методів оптимального стратегічного управління виробництвом і розвитком.
- порівняльний аналіз відомих моделей оптимального управління процесами функціонування і розвитку: задачі розподілу Беллмана, задачі Марковіца, задачі «цінові стратегії», задачі управління кінцевим станом, зворотні моделі динаміки.
- отримання узагальненої математичної моделі оптимального розвитку з розбиттям процесу на інтервали і корекціями стратегії розвитку при наявності невизначеностей і збурень.
- побудова системи підтримки прийняття рішень (задачі та інтерфейси).

**Розроблено комплекс програмного забезпечення** і виконано його тестування та проведення тестових досліджень. Отримано нові наукові результати.

**Покращено** декомпозиційну модель рішення варіаційної задачі розвитку виробничої системи при обмеженому горизонті прогнозування, де на відміну від існуючих методів аналізу синтезу оптимального управління процесами розвитку виробничих систем запропоновано рішення на базі декомпозиції планового періоду процесу розвитку на інтервали, де управління виконуються на базі оптимального агрегування структури «виробництво, розвиток»,

**Покращено** оператор переходу між інтервалами процесу виконується новим оператором переходу між інтервалами, де на відміну від аналогів, при переході між інтервалами змінюється не тільки стан виробничої системи, але й параметри моделі динаміки. Розроблене рішення – параметризований оператор переходу.



**Дякую за увагу!**