



Міністерство освіти і науки України

Одеський національний політехнічний університет

Кафедра комп'ютерних технологій автоматизації

# АСР регулювання рівня в багатокорпусній випарній установці (БВУ)

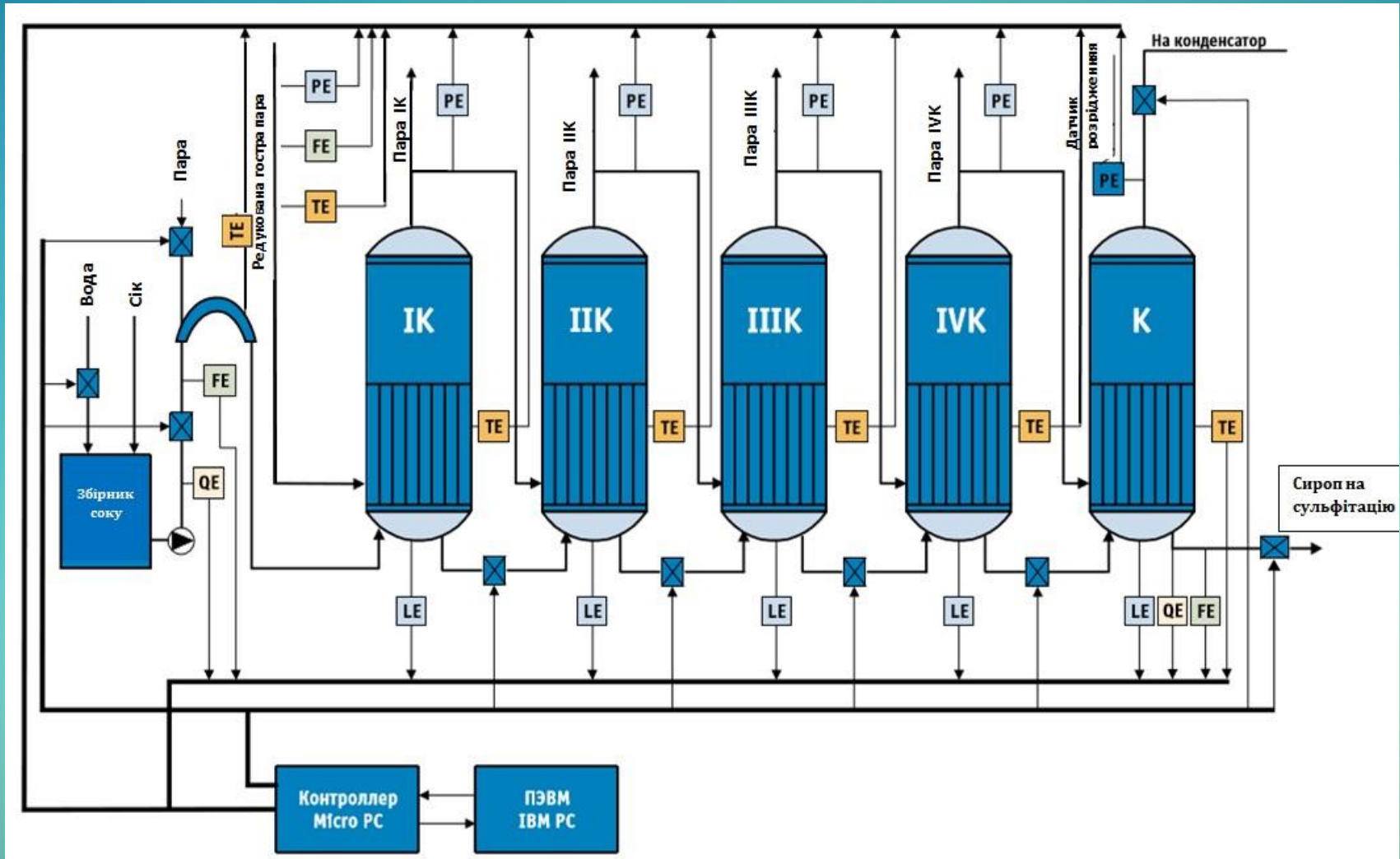
*Розробила:*

*Костюкова О.М.*

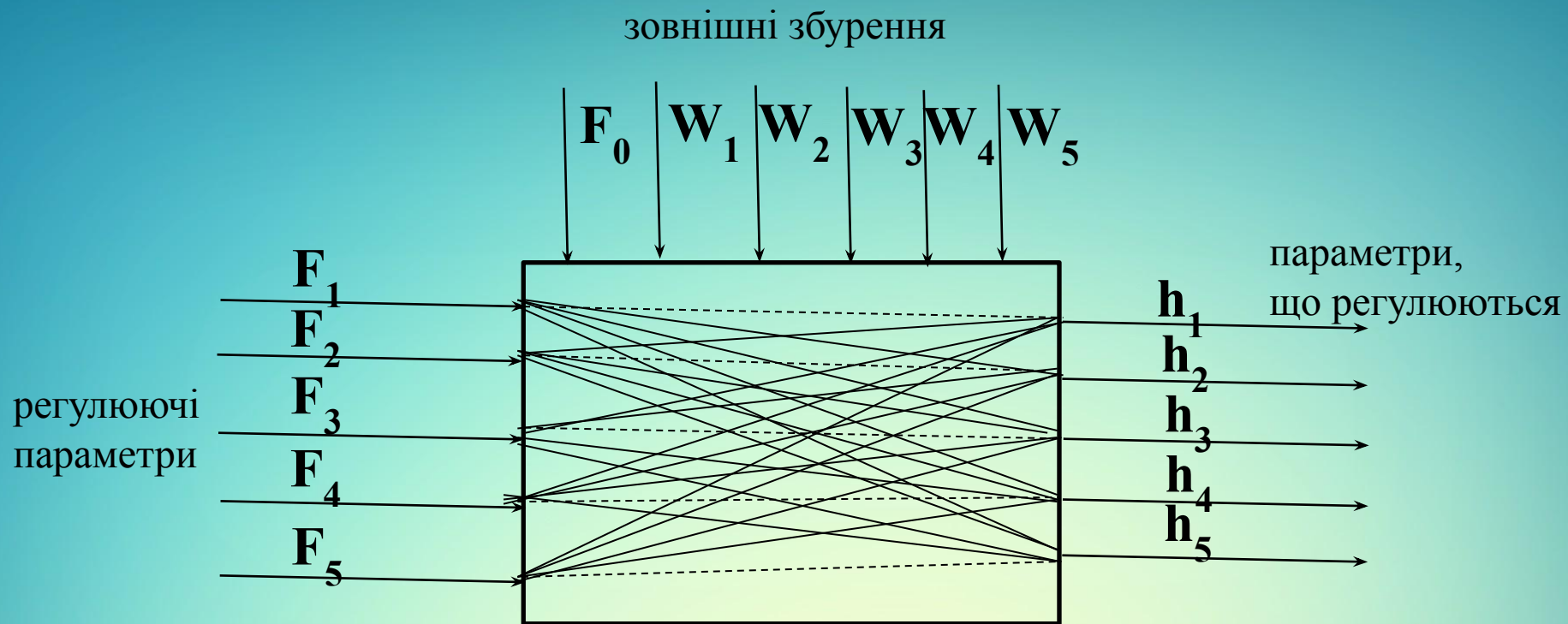
*Керівник:*

*доц. каф. КТА Уліцька О.О.*

# Схема багатокорпусної випарної установки (БВУ)



# Параметрична схема ТОУ



$F_i$  – зміна витрати сиропу на виході з кожного ВА;

$h_i$  – рівень соку в кожному ВА;

$F_0$  – витрата соку на ВУ;

$W_i$  – кількість випареної пари з кожного корпусу.

# МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИПАРНОЇ УСТАНОВКИ

Для отримання математичної моделі ВУ, використовуються рівняння матеріального балансу:

$$S_0 = S_1 + W_1$$

$$S_1 = \mu_1 f_{\text{кл}1} \sqrt{2g(h_1 - h_2 - h_{\text{BT}})}$$

При порушенні балансу виникає зміна рівня в ємності зі швидкість, яка залежить від дисбалансу:

$$\frac{\pi d_{\text{екв}1}}{4} \frac{d\Delta h_1}{dt} = S_0 - \mu_1 \sqrt{2g(h_{10} + h_{20})} \Delta f_{\text{кл}1} - \frac{S_{10}}{2((h_{10} - h_{20}))} \Delta h_1 + \frac{S_{10}}{2((h_{10} - h_{20}))} \Delta h_2 - \Delta W_1$$

Математична модель ВУ за рівнями має вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 2,36 \frac{d\Delta h_1}{dt} = -0.0013\Delta h_1 + 0.0013\Delta h_2 - 8.6463\Delta f_{\text{кл}1} + \Delta S_0 - \Delta W_1 \\ 3,0 \frac{d\Delta h_2}{dt} = 0.0013\Delta h_1 - 0.0021\Delta h_2 + 0.000714\Delta h_3 + 8.6463\Delta f_{\text{кл}1} - 8.826\Delta f_{\text{кл}2} - \Delta W_2 \\ 1,8 \frac{d\Delta h_3}{dt} = 0.000714\Delta h_2 - 0.0014\Delta h_3 + 0.000674\Delta h_4 + 8.826\Delta f_{\text{кл}2} - 7.1959\Delta f_{\text{кл}3} - \Delta W_3 \\ 1,0 \frac{d\Delta h_4}{dt} = 0.000674\Delta h_3 - 0.0015\Delta h_4 + 0.000782\Delta h_5 + 7.1959\Delta f_{\text{кл}3} - 5.8046\Delta f_{\text{кл}4} - \Delta W_4 \\ 0,6 \frac{d\Delta h_5}{dt} = 0.000782\Delta h_4 - 0.0015\Delta h_5 + 5.8046\Delta f_{\text{кл}4} - 6.0069\Delta f_{\text{кл}5} - \Delta W_5 \end{array} \right.$$

Лінійна система задається матричним диференціальним рівнянням:

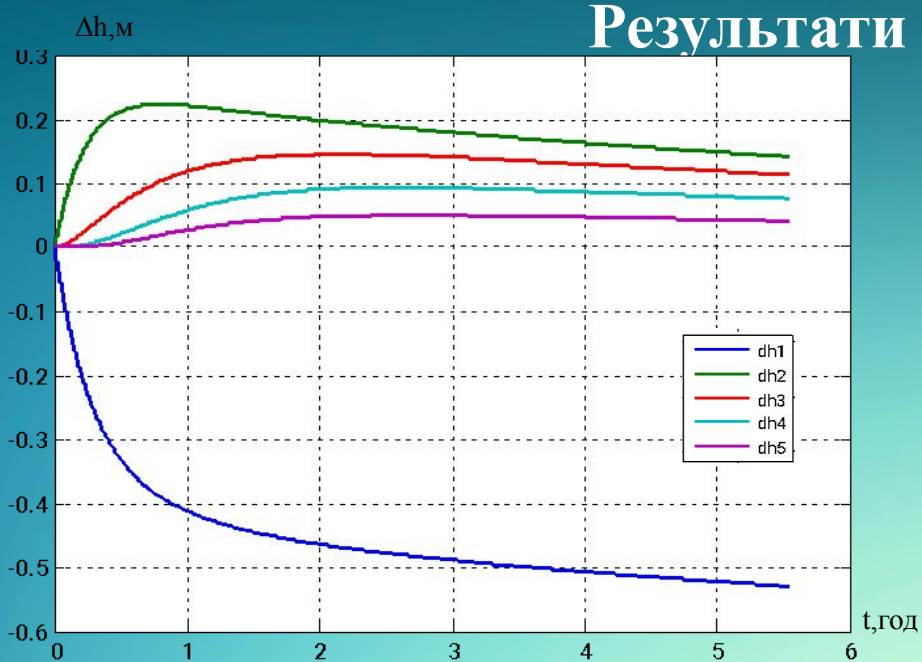
$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}}(t) &= \mathbf{A} \cdot \mathbf{X}(t) + \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}(t) \\ \mathbf{y}(t) &= \mathbf{C} \cdot \mathbf{x}(t) + \mathbf{D} \cdot \mathbf{u}(t)\end{aligned}$$

Система в стандартному вигляді в просторі станів:

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -0.0006 & 0.0006 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0004 & -0.0007 & 0.0002 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0004 & -0.0008 & 0.0004 & 0 \\ 0 & 0 & 0.0007 & -0.0015 & 0.0008 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0013 & -0.0024 \end{bmatrix} \quad \mathbf{F} = \begin{bmatrix} 0.4237 & -0.4237 \\ 0 & -0.333 \\ 0 & -0.5556 \\ 0 & -1 \\ 0 & -1.6667 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} -3.6637 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2.8821 & -2.942 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4.9033 & -3.9977 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 7.1959 & -5.8046 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 9.6743 & -10.0115 \end{bmatrix}$$

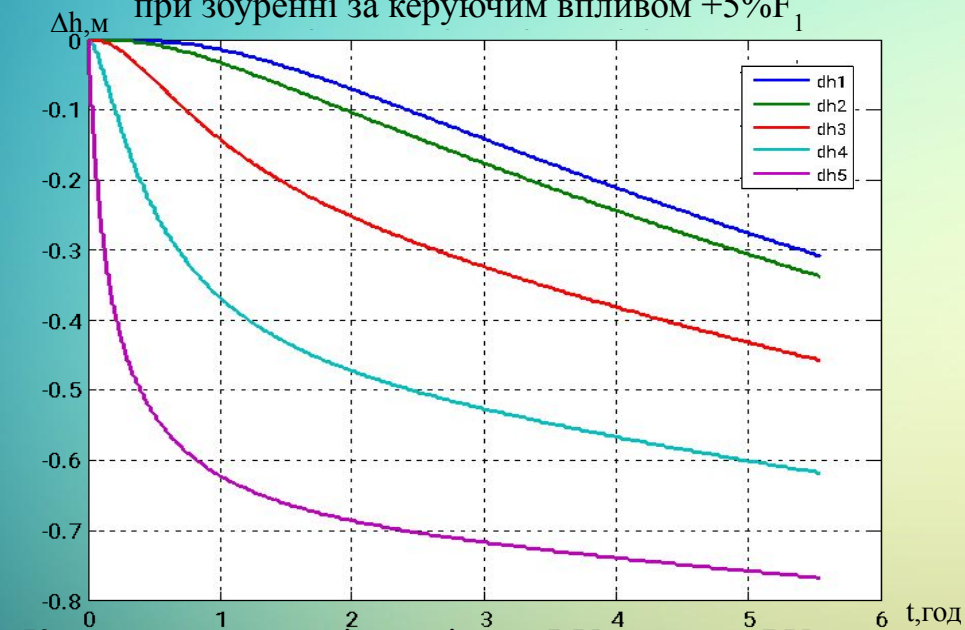
# Результати моделювання



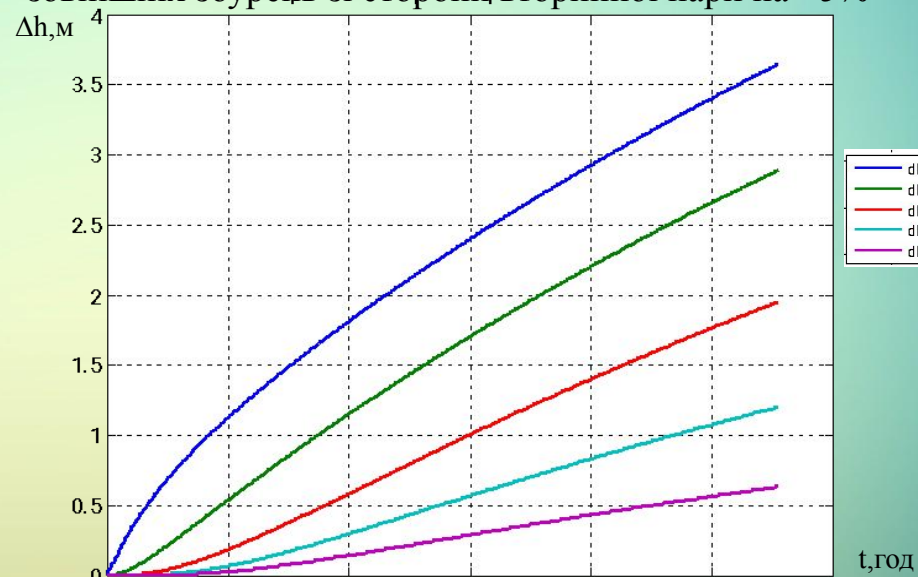
Крива розгону за зміною рівня в I-V корпусах ВУ при збуренні за керуючим впливом  $+5\%F_1$



Крива розгону за зміною рівня в I-V корпусах ВУ під впливом зовнішніх збурень зі сторони вторинної пари на  $+5\%$

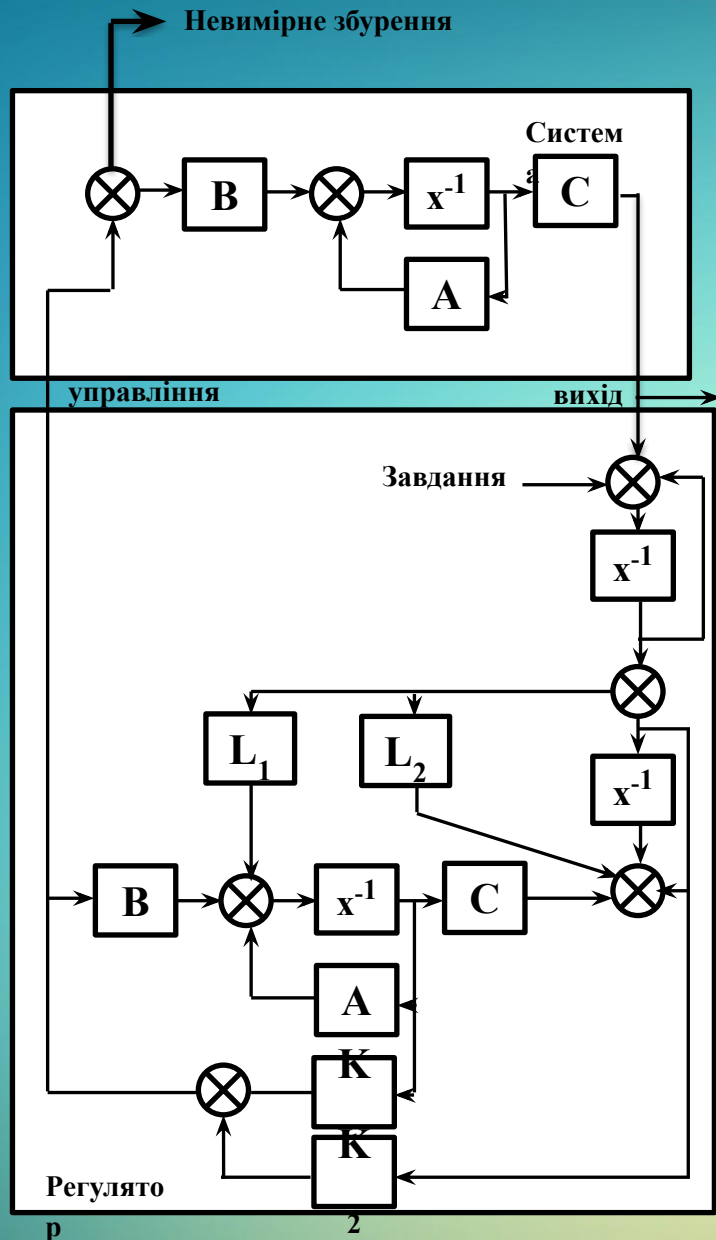


Крива розгону за зміною рівня в I-V корпусах ВУ при відкритті клапана на стосі V ВА на  $+5\%$



Крива розгону за зміною рівня в I-V корпусах ВУ при зміні витрати соку на ВУ на  $+5\%$

# Структурна схема багатомірного регулятора в дискретному часі



Рішення задачі конструювання регулятора стану як у безперервному, так і в дискретному часі, стандартне, а саме:

$$K = dlqr(A1, B1, Q, R)$$

Для отримання повного регулятора необхідно сконструювати спостерігач:

$$L = dlqr(A1', C1', Q1, R1)'$$

Матриці повного регулятора, що включає регулятор стану, спостерігач стану і модель збурень у вигляді:

$$A_r = \begin{pmatrix} A - B \cdot K_1 & -B \cdot K_2 - L_1 & L_1 \\ C & I - L_2 & L_2 \\ 0 & 0 & I \end{pmatrix} \quad B_r = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ I \end{pmatrix}$$

$$C_r = (-K_1 \quad -K_2 \quad 0)$$

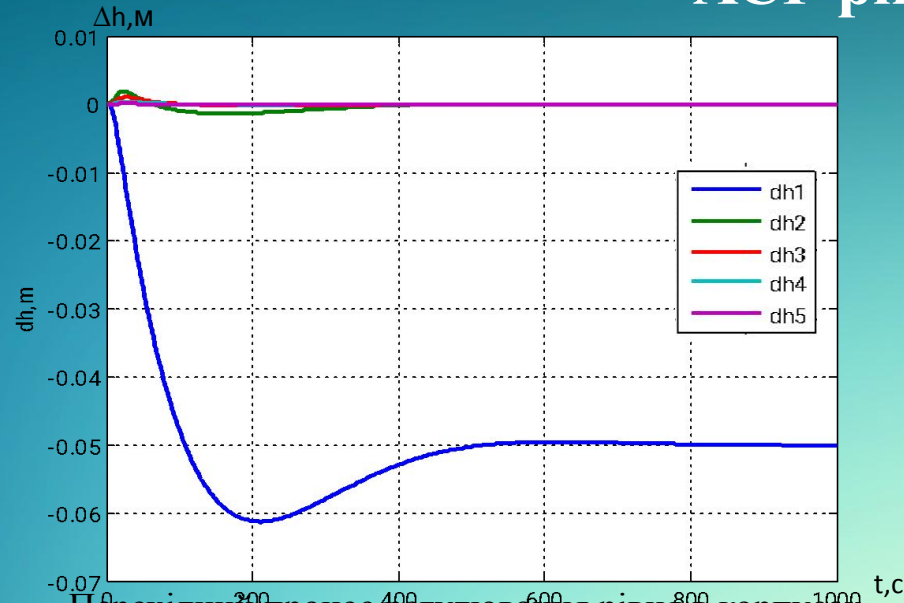
Моделювання дискретної системи керування виконується у вигляді:

$$e_i = -z + y_i,$$

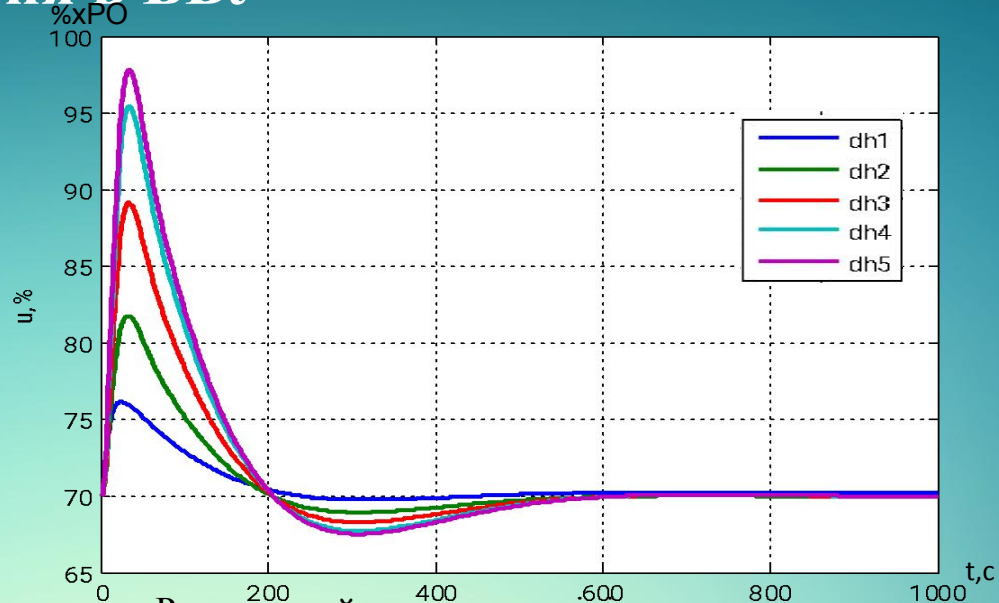
$$u_i = C_r \cdot \chi_i, \quad \chi_{i+1} = A_r \cdot \chi_i + B_r \cdot e_i,$$

$$y_i = C \cdot x_i, \quad x_{i+1} = A \cdot x_i + B \cdot (u_i + f_i).$$

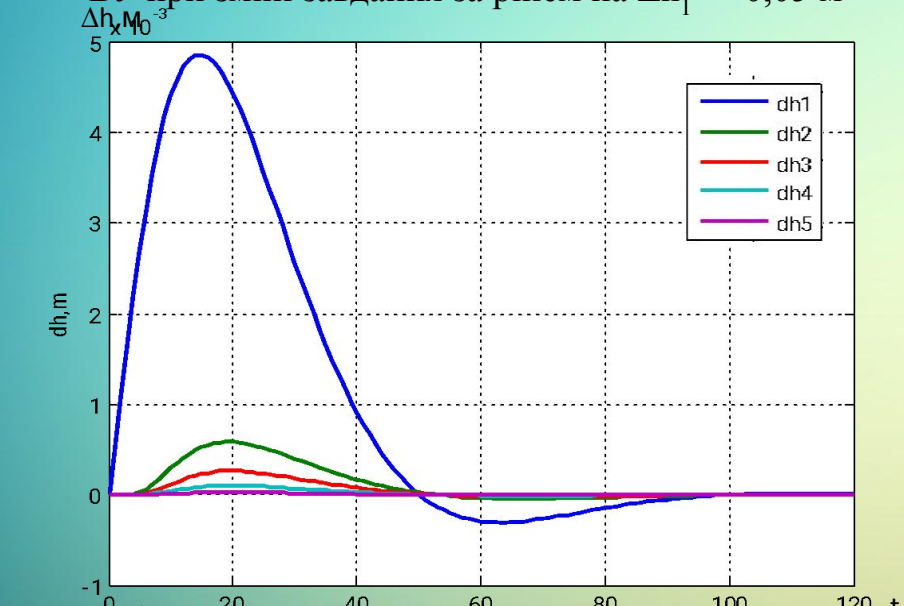
# АСР рівня в БВУ



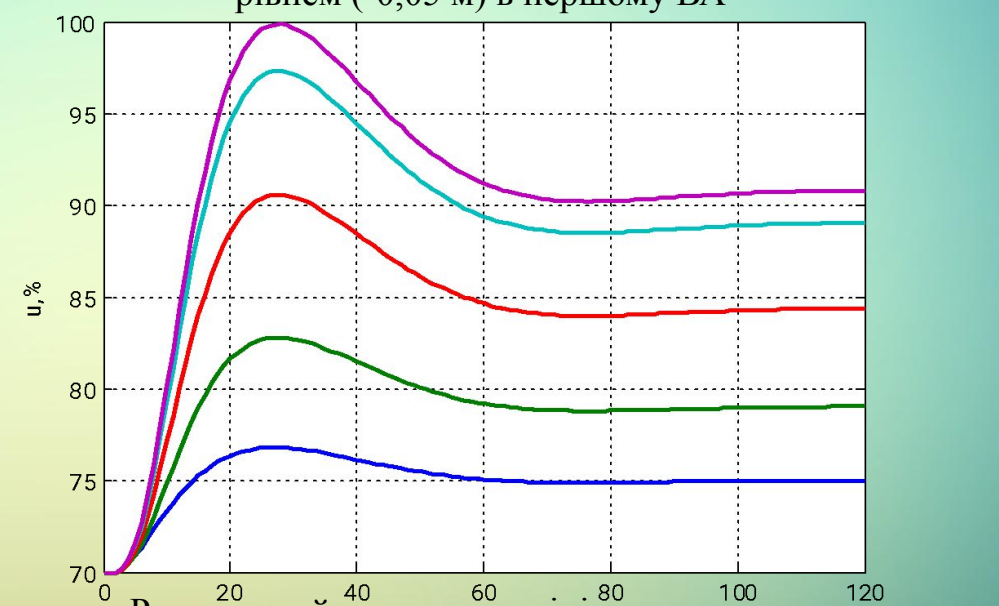
Перехідний процес регулювання рівня в корпусах ВУ при зміні завдання за рівнем на  $\Delta h_1 = -0,05$  м



Регулюючий вплив при зміні завдання за рівнем (-0,05 м) в першому ВА

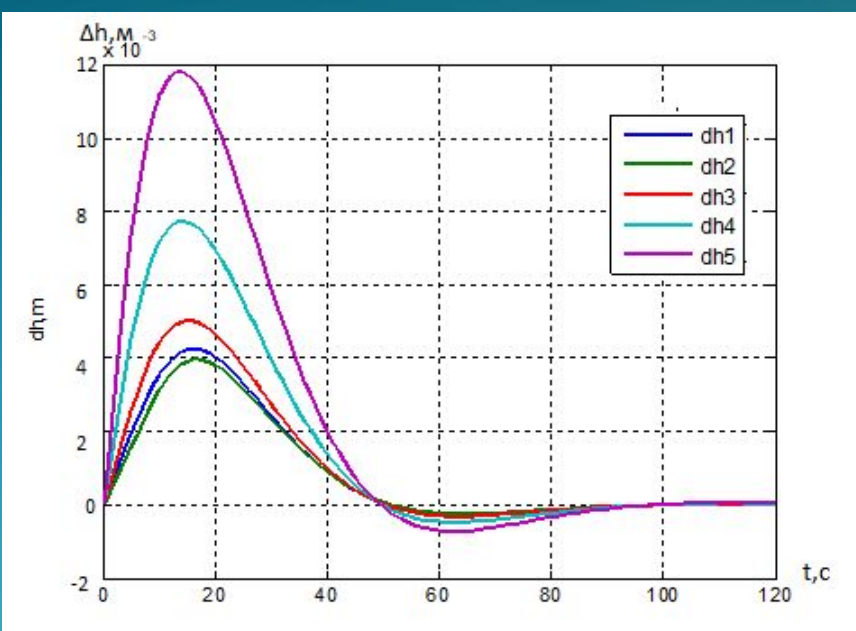


Перехідний процес регулювання рівня в корпусах ВУ при змінні витрати соку в першому корпусі на  $\Delta S_0$  на 5%

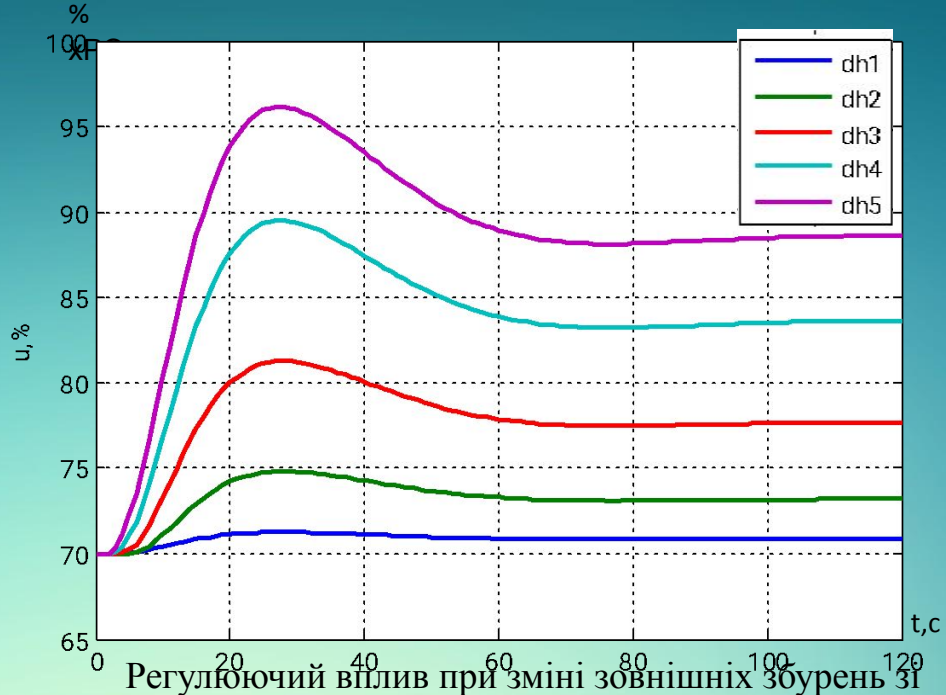


Регулюючий вплив при зміні витрати соку в першому ВА на  $\Delta S_0$  на 5%

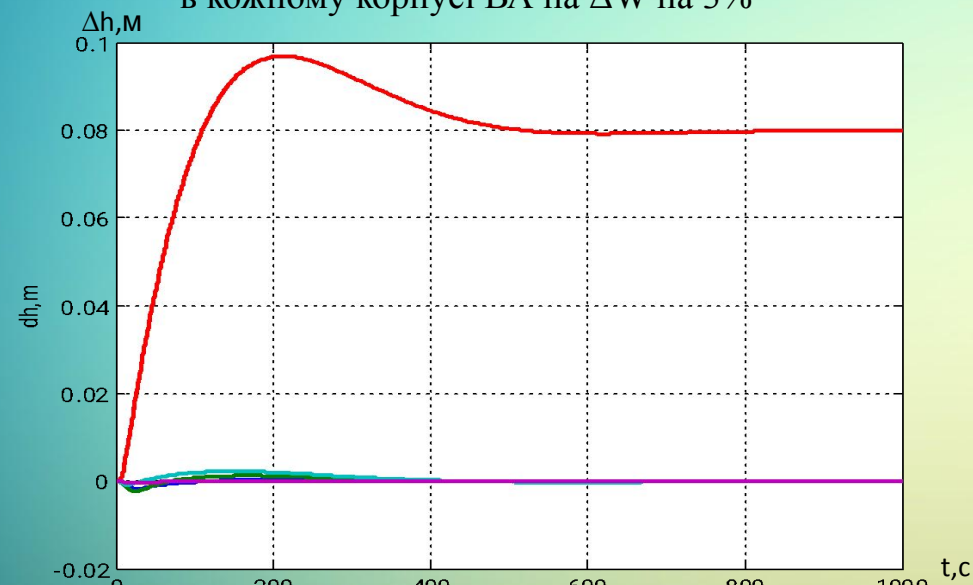




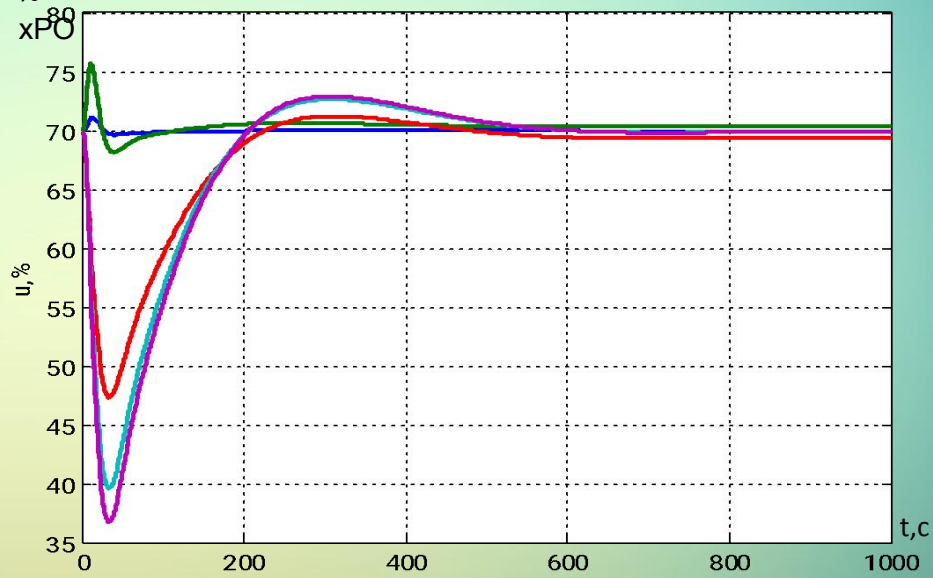
Перехідний процес регулювання рівня в корпусах ВУ при зміні зовнішніх збурень зі сторони вторинної пари в кожному корпусі ВА на  $\Delta W$  на 3%



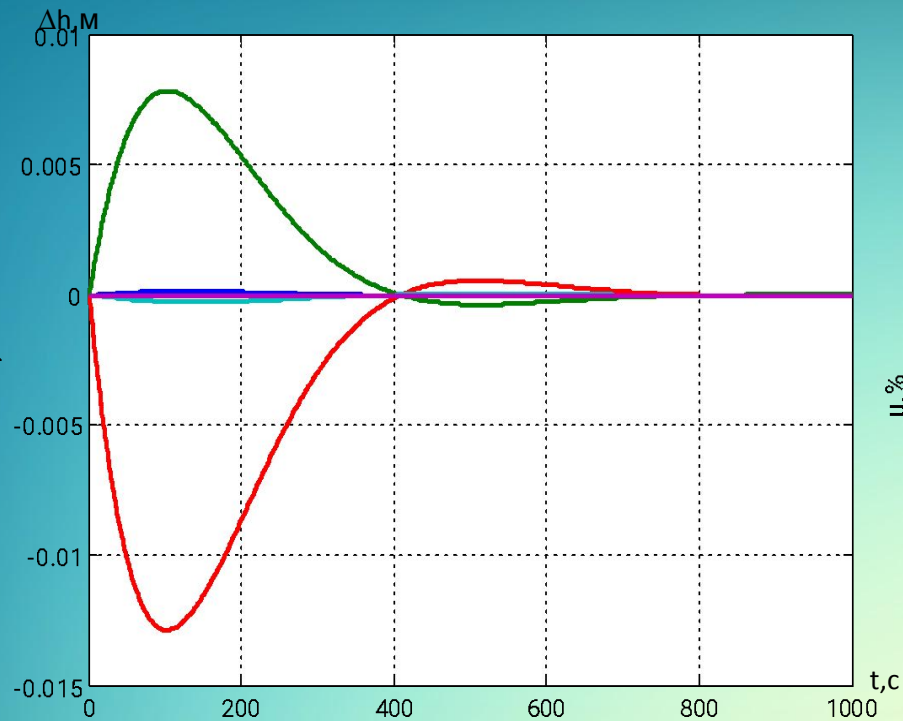
Регулюючий вплив при зміні зовнішніх збурень зі сторони вторинної пари в кожному корпусі на  $\Delta W$  на 3%



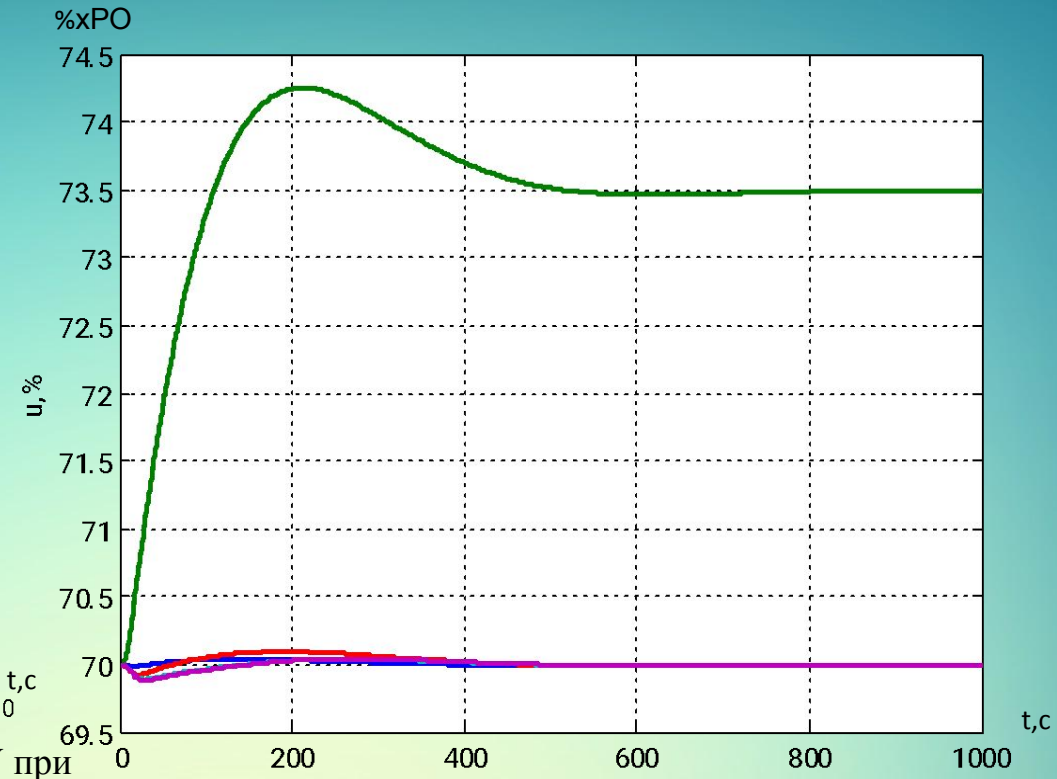
Перехідний процес регулювання рівня в корпусах ВУ при зміні завдання в III корпусі за рівнем на  $\Delta h_3 = +0,08$  м



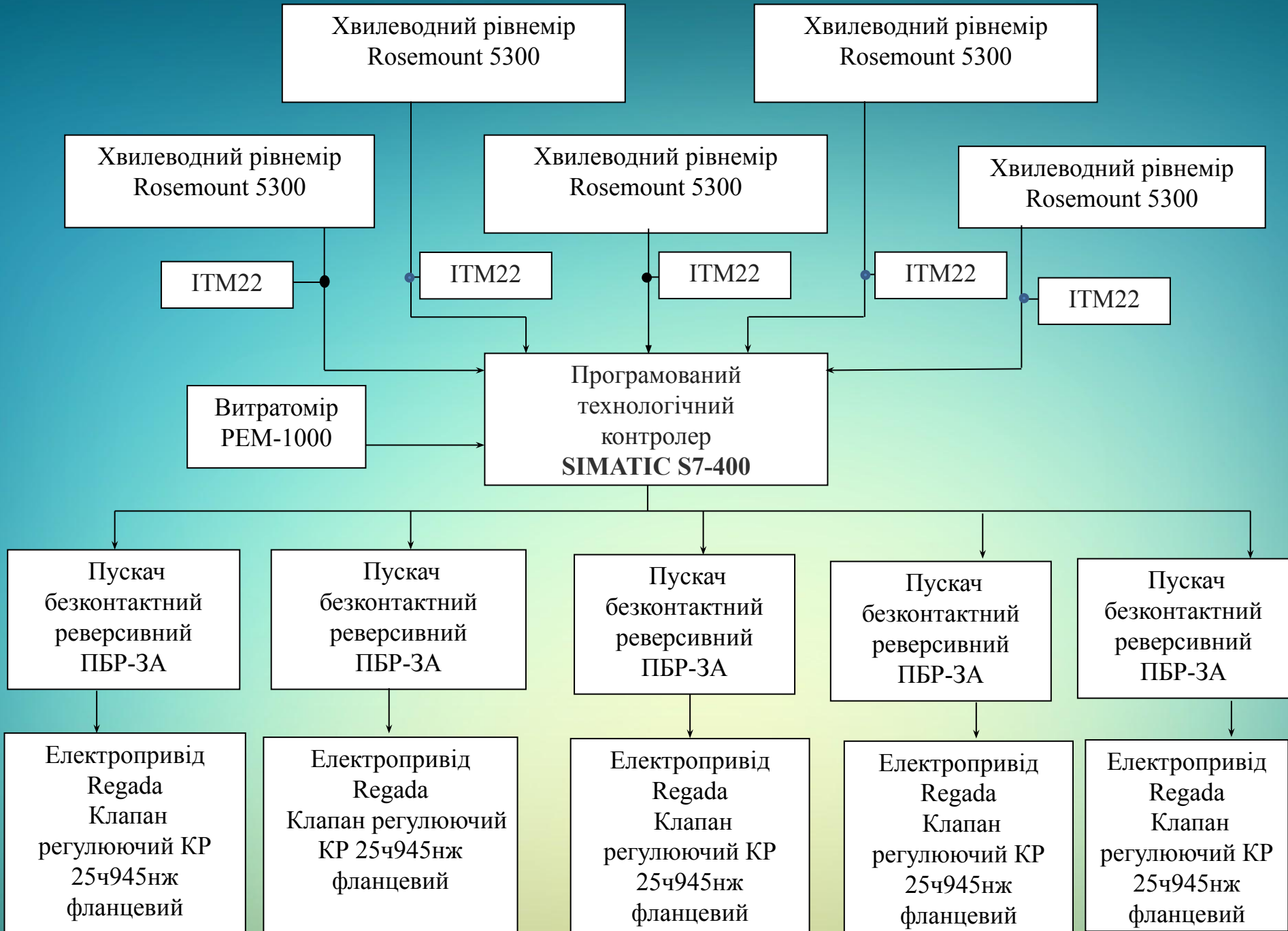
Регулюючий вплив при зміні завдання за рівнем (-0,08 м) в третьому ВА



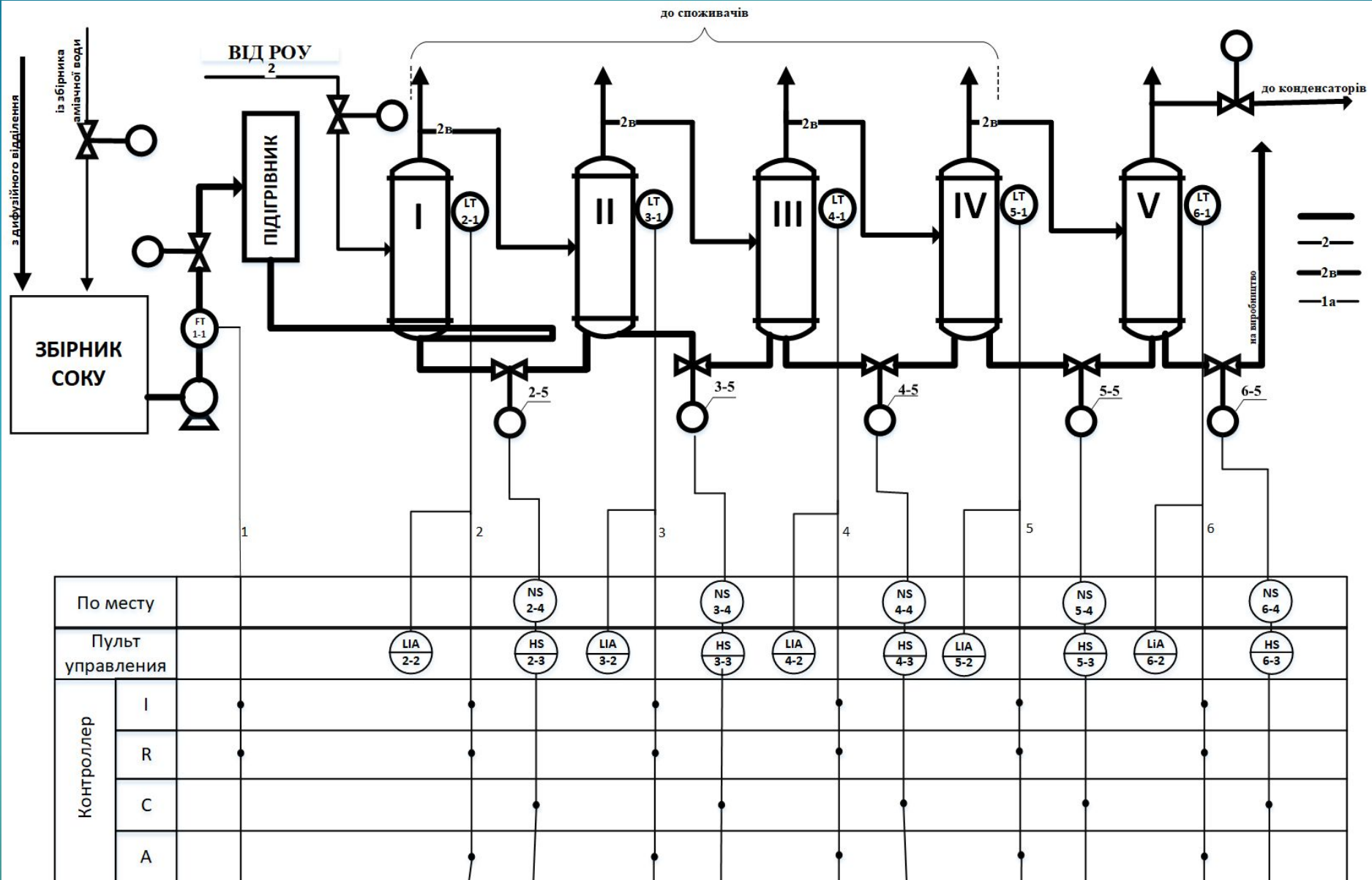
Перехідний процес регулювання рівня в корпусах ВУ при збуренні в другому ВА за керуючим впливом  $\Delta f_{\text{КЛ}}$  на -5%



Регулюючий вплив при збуренні в другому ВА за керуючим впливом  $\Delta f_{\text{КЛ}}$  на -5%



# Функціональна схема автоматизації



# МНЕМОСХЕМА

- Ru4ное
- Auto

0  
Время 3

Вкл Тренд

Ргр.п.кПа 290

греющий пар

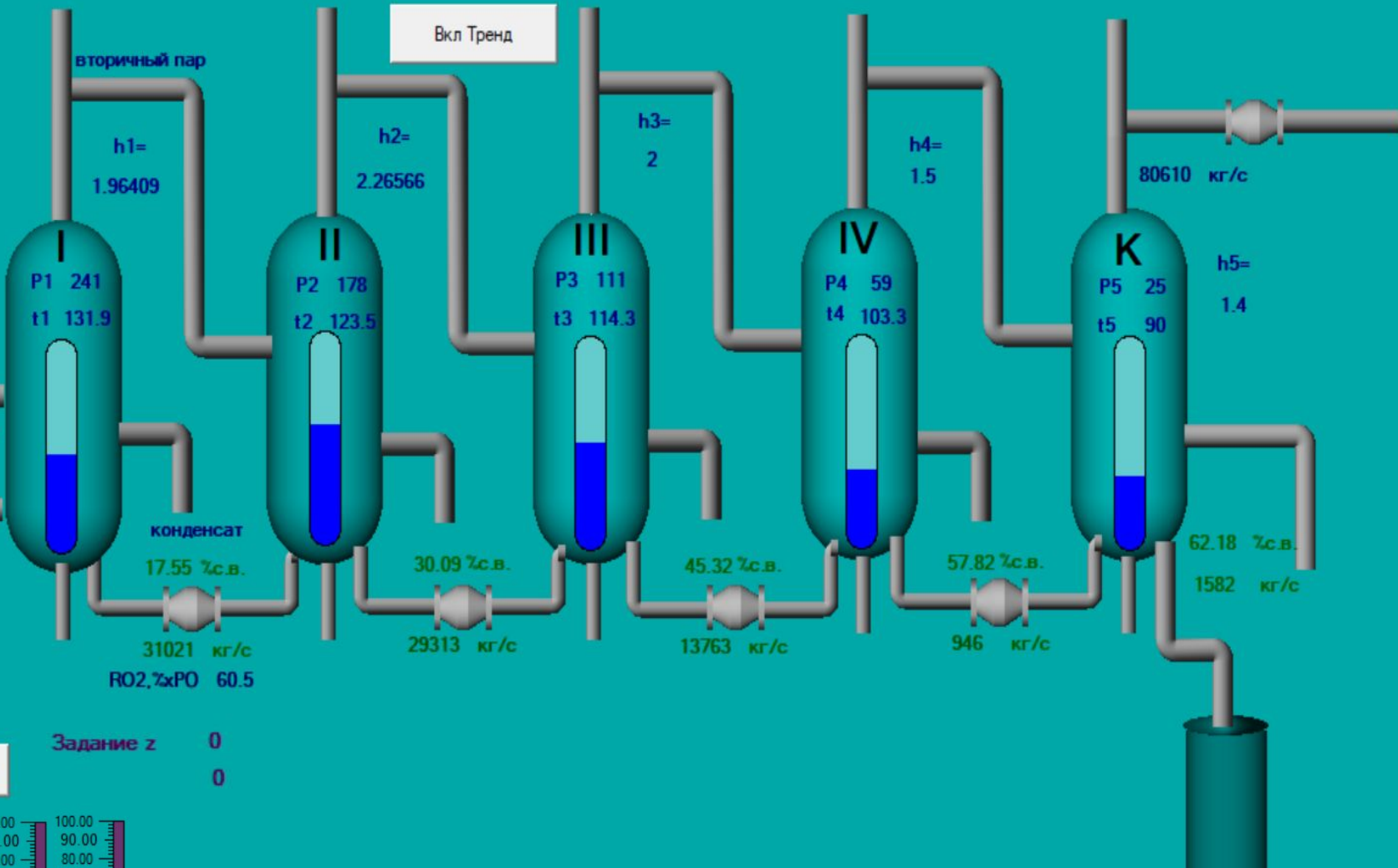
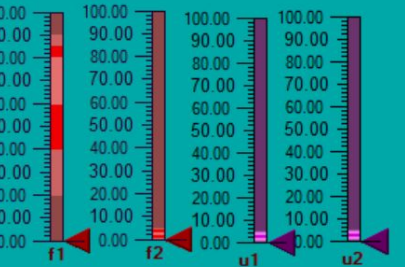
раствор(сок)

RO1,%xPO 70.0

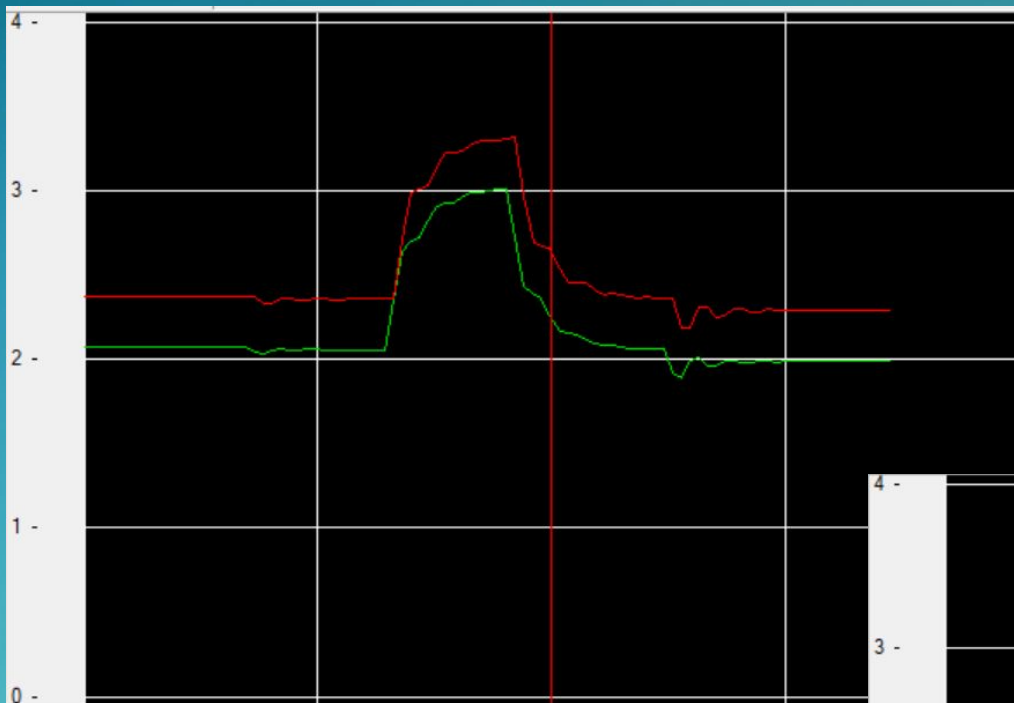
Доп.Расчеты

Изменить u

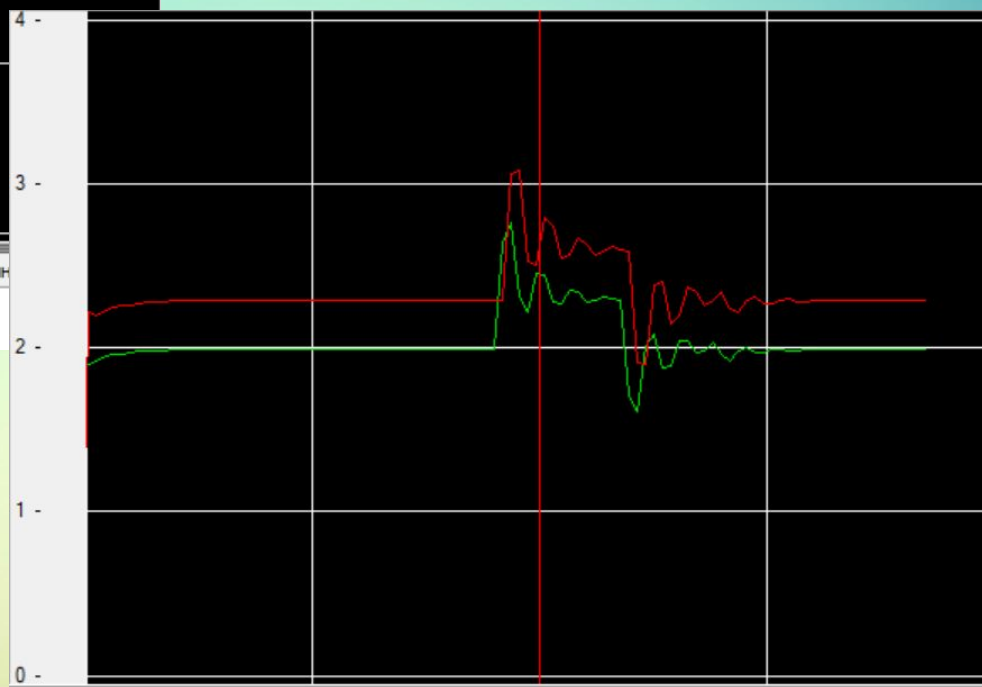
Ручное управление



# ТРЕНД



Актив	Видим	Кривые	Источн
+	+	—	H1
+	+	—	H2



Актив	Видим	Кривые	Источник	Значени
+	+	—	H1	2.45958
+	+	—	H2	2.51634

**•ОХОРОНА ПРАЦІ**

**•ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК**



# Висновки

- Було ґрунтовно опрацьовано теоретичний матеріал, побудовано параметричну схему технологічного об'єкту управління. Потім було розроблено функціональну схему автоматизації, здійснено підбір відповідних технічних засобів автоматизації.
- Розроблено систему автоматичного управління з використанням теорії аналітичного конструювання регуляторів.
- Синтезовано АСР рівня на базі багатомірного регулятора, яка забезпечує функціонування системи згідно з регламентом технологічного процесу при дії різних збурень.
- Обрано засоби автоматизації, що реалізують управління рівнем в БВУ



" Add your company slogan "



# ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

LOGO