

## ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ КОНВЕРСІЇ МЕТАНУ

Л. Р. Ладієва, О. В. Пилипон

КПІ ім. Ігоря Сікорського, sashkapilipon@gmail.com

Завданням оптимального керування є те, що шляхом зміни впливів, що управляють знайти і підтримувати такий технологічний режим, при якому забезпечувалася б максимальна техніко-економічна ефективність ведення процесу. Дуже важлива коректна постановка завдання, тобто, наявність оптимізації лише однієї величини (максимальний вихід за заданих витратах). Кількісним показником якості оптимізації є розрахункове значення критерію якості, що є критерієм оптимальності.

Оптимальний лінійний регулятор:

$$G_k = -K(t)Q,$$

де

$$K(t) = -R^{-1}BP(t).$$

Нехай критерій оптимальності має вигляд:

$$I = \frac{1}{2} \int [q(Q_{\text{кін}} - Q_{\text{кін}}^{\text{зд}})^2 + rG_k^2] dt \rightarrow \min,$$

де  $Q_{\text{кін}}$  – концентрація метану на виході із реактора;  $G_k$  – витрата кисню.

Нелінійне матричне диференціальне рівняння Ріккати запишемо у вигляді\*:

$$P' = -PA - A^T P + PBR^{-1}B^T P - Q, \quad P(t_f) = S,$$

де  $Q, R, S$  – матриці вагових коефіцієнтів.

Виведемо рівняння Ріккати:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1.092 & -0.461 \end{bmatrix}; \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.155 \end{bmatrix};$$

$$\begin{bmatrix} p'_{11} & p'_{12} \\ p'_{21} & p'_{22} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1.092 & -0.461 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 0 & -1.092 \\ 1 & -0.461 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} + \\ + \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} r^{-1} \begin{bmatrix} 0 & 0.155 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} q_{11} & 0 \\ 0 & q_{22} \end{bmatrix}, \quad r = 1$$

Отримали:

$$\begin{aligned} p'_{11} &= 1.092p_{12} + 1.092p_{21} + 0.024p_{12}p_{21} - 1 & p_{11}(t_f) &= 0 \\ p'_{12} &= 0.461p_{12} - p_{11} + 1.092p_{22} + 0.024p_{12}p_{22} & p_{12}(t_f) &= 0 \\ p'_{22} &= 0.92p_{22} - p_{21} - p_{12} + 0.024p_{22}^2 - 1 & p_{22}(t_f) &= 0 \end{aligned}$$

\* **Оптимальне керування системами.**: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Л. Р. Ладієва; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 162 с. Доступ: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/49915/1/Optymalne\\_keruvannia\\_systemamy.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/49915/1/Optymalne_keruvannia_systemamy.pdf).

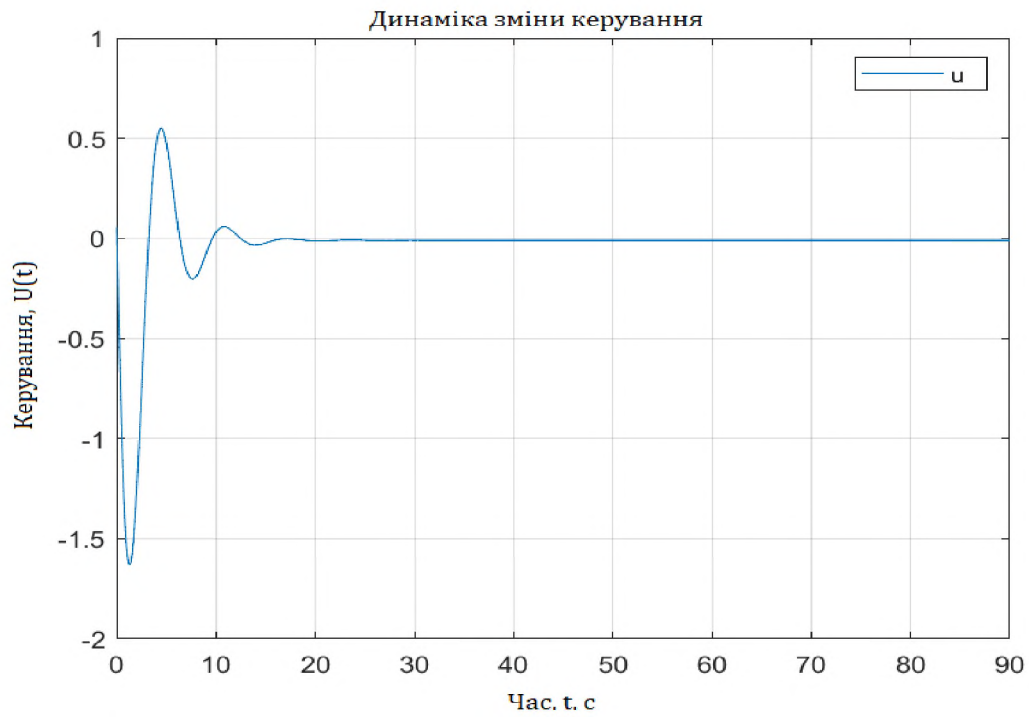


Рис. 1. Графік оптимального закону керування

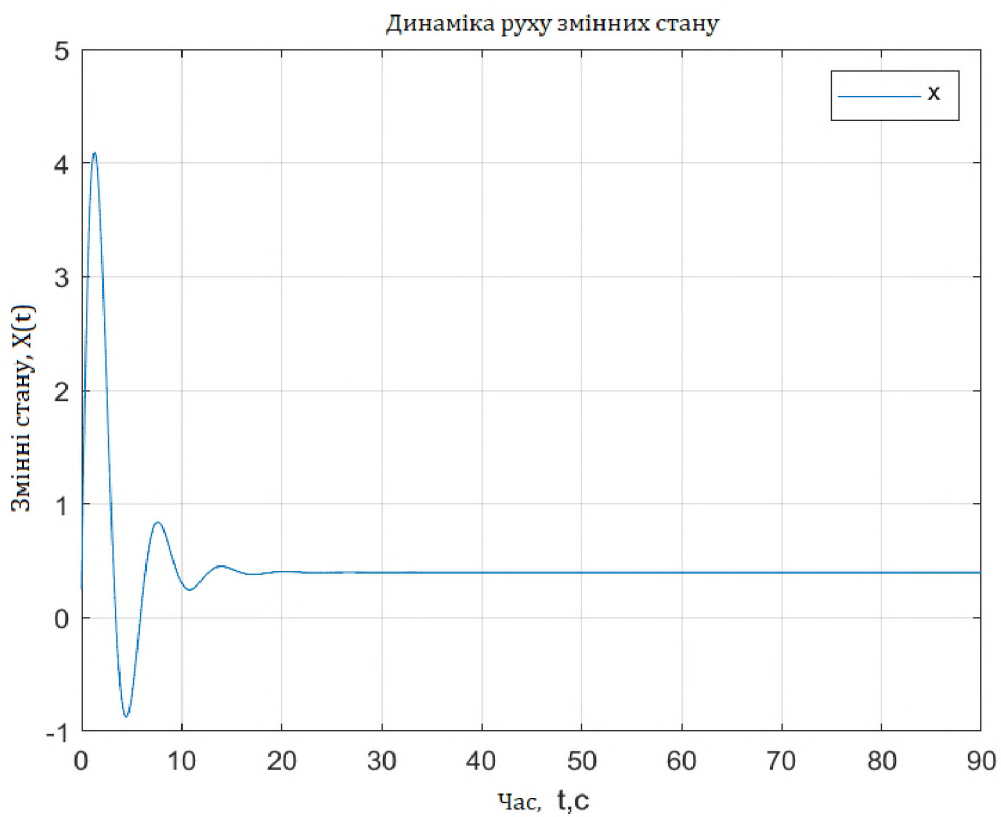


Рис. 2. Графік оптимальної траєкторії переходу

Синтезовано оптимальний лінійний закон керування.

Графіки оптимального закону керування та траєкторії переходу представлено на рисунках 1, 2.