

## АЛГОРИТМІЧНИЙ ПІДХІД ОПИСУ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ МЕТОДОМ ПРОСТОРУ СТАНІВ

*У статті розглянуто підхід до аналізу динаміки нелінійних систем автоматичного управління із застосуванням методу простору станів. Нелінійний елемент представляється набором еквівалентних лінійних схем, які послідовно включаються у загальну схему в змінних станах об'єкту управління.*

*Метод простору станів дозволяє дослідити процеси у часовій області по всіх координатних осях і мати цілісну картину про відпрацювання задавального діяння в усіх важливих точках системи, при цьому використовується векторно-матричний підхід до дослідження систем управління. Перевагою методу є можливість зручної алгоритмізації процесу дослідження систем управління.*

*Ключові слова: нелінійний об'єкт управління, система автоматичного управління, метод простору станів, рівняння стану.*

**Постановка проблеми.** Практично всі реальні системи автоматичного управління (САУ) є нелійними, а САУ електроприводами усі завжди нелінійні. Пояснюється це тим, що основним елементом електропривода є електрична машина, яка містить кола з феромагнітними матеріалами. Рівняння, що описують динамічні процеси в електричній машині, нелінійні, бо індуктивність є функцією струму, ЕРС внаслідок насичення магнітної системи нелінійно залежить від струму збудження, опір обмоток якоря та збудження залежить від температури тощо. Крім того, в електроприводах використовуються підсилювачі з насиченням, елементи механічних передач із люфтами і сухим тертям та інші нелінійні елементи [1].

Теорію лінійних САУ можна застосовувати для аналізу та синтезу реальних систем електропривода лише за досить малих відхилень від режиму, який досліджується. Проте існує значна кількість САУ, у яких нелінійні ланки застосовуються з метою забезпечення таких властивостей, що неможливо досягти в лінійних системах. До таких ланок належать релейні елементи і логічні перемикаючі пристрої, які дають змогу змінювати структуру САУ залежно від деяких її координат, ланки із зоною нечутливості, підсилювачі з насиченням, що забезпечують обмеження координат, тощо.

Задачі аналізу та синтезу нелінійних САУ набагато складніші за аналогічні задачі для лінійних систем. Це пояснюється великою різноманітністю та складністю динамічних процесів у нелінійних системах. Стійкість нелінійних систем на відміну від лінійних залежить від величини та місця прикладання зовнішньої дії, характер перехідного процесу змінюється при змінюванні величини зовнішньої дії, в нелінійних системах спостерігаються режими, які не існують в лінійних системах, зокрема режим автоколивань. Усе це потребує застосування спеціальних точних і наближених методів аналізу та синтезу нелінійних систем. Таким чином, у статті запропонований підхід до опису нелінійних САУ з використанням математичного апарату методу простору станів.

**Основна частина.** Одним з ключових моментів, при застосуванні методу простору станів, є складання рівняння стану для системи автоматичного управління. Рівняння стану нелінійних систем знаходяться зі схем системи в змінних станах. Схеми в змінних станах складаються так само, як і для лінійних систем, із зазначенням місця нелінійних елементів. Місце нелінійних елементів в системі управління може бути різним, тому існує безліч структур нелінійних систем, однак методика їх побудови - однакова. Розглянемо систему з одним нелінійним елементом, узагальнена схема якої наведена на рис. 1. Вона містить дві лінійні частини, між якими знаходиться нелінійний елемент  $N$ . Між лінійними частинами можуть бути прямі і зворотні зв'язки. Для побудови схеми в змінних станах такої нелінійної системи необхідно скласти схеми в змінних станах для лінійних частин і включити нелінійний

елемент, місце якого визначено структурою нелінійної системи.



Рис. 1. Узагальнена схема нелінійної системи с одним нелінійним елементом

Вхідна величина  $x_m(t)$  нелінійного елемента  $N$  в загальному випадку буде лінійною комбінацією складових вектора стану  $\mathbf{x}(t)$  і вектора входу  $\mathbf{u}(t)$  [2,3]. Таким чином, вхідну величину  $x_m(t)$  нелінійного елемента можна записати у вигляді:

$$x_m(t) = \mathbf{g}_x \mathbf{x}(t) + \mathbf{g}_u \mathbf{u}(t) \quad (1)$$

де  $\mathbf{g}_x, \mathbf{g}_u$  – вектори, що формують  $x_m(t)$  з вектора стану  $\mathbf{x}(t)$  та вектору входу  $\mathbf{u}(t)$ .

Вихідна величина  $x_n(t)$  нелінійного елемента  $N$  є результатом нелінійного перетворення вхідного сигналу  $x_m(t)$ , тобто  $x_n(t) = N[x_m(t)]$ . З урахування рівняння (1) отримуємо  $x_n(t) = N[\mathbf{x}, \mathbf{u}]$ .

Таким чином, у загальному вигляді рівняння стану нелінійної системи приймають вигляд:

$$\begin{aligned} \dot{\mathbf{x}}(t) &= \mathbf{A}(\mathbf{x}, \mathbf{u})\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}(\mathbf{x}, \mathbf{u})\mathbf{u}(t) \\ \mathbf{y}(t) &= \mathbf{C}(\mathbf{x}, \mathbf{u})\mathbf{x}(t) + \mathbf{D}(\mathbf{x}, \mathbf{u})\mathbf{u}(t) \end{aligned} \quad (2)$$

де  $\mathbf{A}(\mathbf{x}, \mathbf{u}), \mathbf{B}(\mathbf{x}, \mathbf{u}), \mathbf{C}(\mathbf{x}, \mathbf{u}), \mathbf{D}(\mathbf{x}, \mathbf{u})$  – матриці коефіцієнтів, управління, виходу та обходу розглянутої нелінійної системи.

Нелінійний елемент можна замінити сукупністю лінійних схем з подальшим їх використанням для дослідження нелінійних систем на основі рішень лінійних рівнянь стану. Розглянемо перетворення окремих типових нелінійностей [3].

#### 1. Нелінійність типу «обмеження».

Статична характеристика симетричною нелінійності типу «обмеження» наведена на рис. 2. Замінімо дану нелінійну залежність  $x_n(t)$  від  $x_m(t)$  – лінійною залежністю у вигляді:

$$x_n(t) = K_n x_m + u_n. \quad (3)$$

Параметри  $K_n$  та  $u_n$  приймають різні постійні значення у залежності від діапазону змін  $x_m$ , а саме:

$$K_n = \frac{x_{n0}}{x_{m0}}, u_n = 0, \text{ якщо } |x_m| \leq x_{m0}$$

$$K_n = 0, u_n = x_{n0} \text{ якщо } x_m > x_{m0}$$

$$K_n = 0, u_n = -x_{n0}, \text{ якщо } x_m < -x_{m0}$$

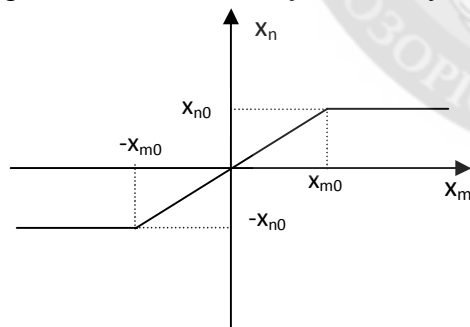


Рис. 2. Статична характеристика нелінійності типу «обмеження»

Сталість параметрів  $K_n$  та  $u_n$  рівняння (3) в межах кожного з трьох зазначених діапазонів зміни  $x_m$  дозволяє скласти дві еквівалентні лінійні схеми у вигляді сукупності пропорційного елемента з коефіцієнтом  $K_n$  і додаткового входу  $u_n$

(рис. 3).

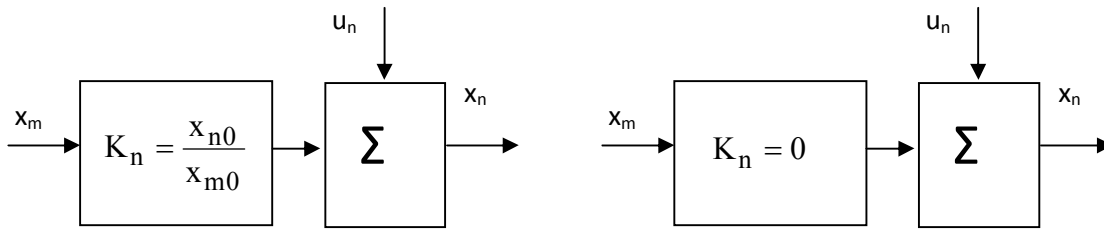


Рис. 3. Еквівалентні лінійні схеми нелінійності типу «обмеження»

Кожна зі схем правильна тільки для свого діапазону зміни вхідної величини нелінійного елемента  $x_m$ . Величина додаткового входу  $u_n$  для схеми рис. 3. залежить від значення  $x_m$ .

## 2. Релейна характеристика без гістерезису

Релейная характеристика без гістерезису показана на рис. 4, а. Параметри  $K_n$  та  $u_n$  будуть приймати наступні значення:

$$K_n = 0, u_n = 0, \text{ якщо } |x_m| \leq x_{m0}$$

$$K_n = 0, u_n = x_{n0}, \text{ якщо } x_m > x_{m0}$$

$$K_n = 0, u_n = -x_{n0}, \text{ якщо } x_m < -x_{m0}$$

Еквівалентна лінійна схема релейного характеристики показана на рис. 4, б.

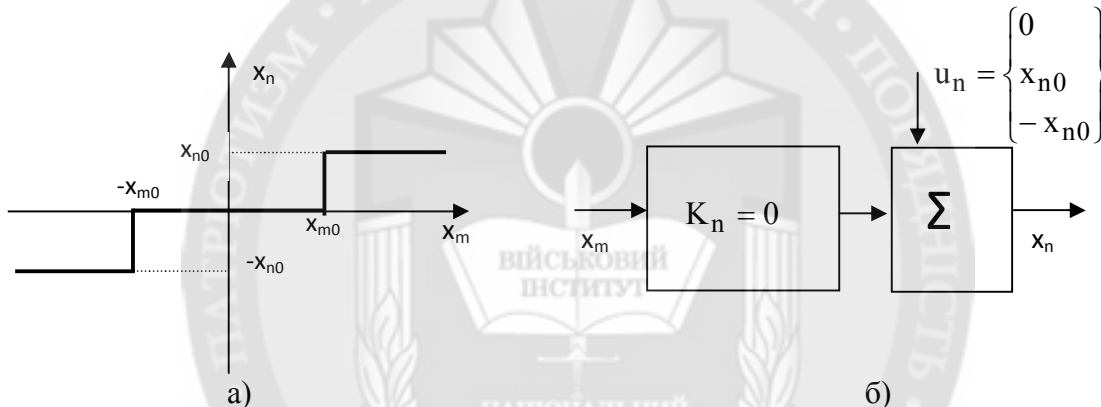


Рис. 4. Релейна характеристика та еквівалентна лінійна схема релейного елемента

Нелінійність типу «обмеження» із зоною нечутливості.

Статична характеристика такої нелінійності зображена на рис. 5.

Вона має два різних за величиною нахилу і відповідно буде мати дві еквівалентні лінійні схеми, показані на рис. 6.

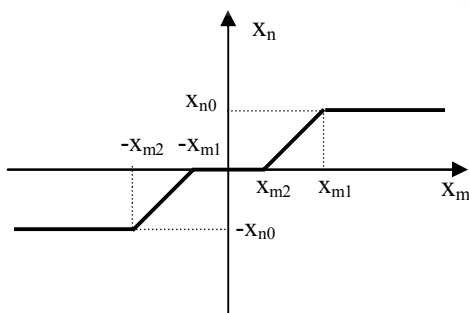


Рис. 5. Статична характеристика не лінійності типу «обмеження» з зоною нечутливості

Відповідно статичної характеристики параметри  $K_n$  та  $u_n$  приймають різні постійні значення у залежності від діапазону змін  $x_m$ , а саме:

$$K_n = 0, u_n = 0, \text{ якщо } |x_m| \leq x_{m1}$$

$$K_n = 0, u_n = x_{n0}, \text{ якщо } x_m > x_{m1}$$

$$K_n = 0, u_n = -x_{n0}, \text{ якщо } x_m < -x_{m1}$$

$$K_n = \frac{x_{n0}}{x_{m2} - x_{m1}}, u_n = -\frac{x_{n0}x_{m1}}{x_{m2} - x_{m1}}, \text{ якщо } x_{m1} < x_m < x_{m2}$$

$$K_n = \frac{x_{n0}}{x_{m2} - x_{m1}}, u_n = \frac{x_{n0}x_{m1}}{x_{m2} - x_{m1}}, \text{ якщо } -x_{m2} < x_m < -x_{m1}$$

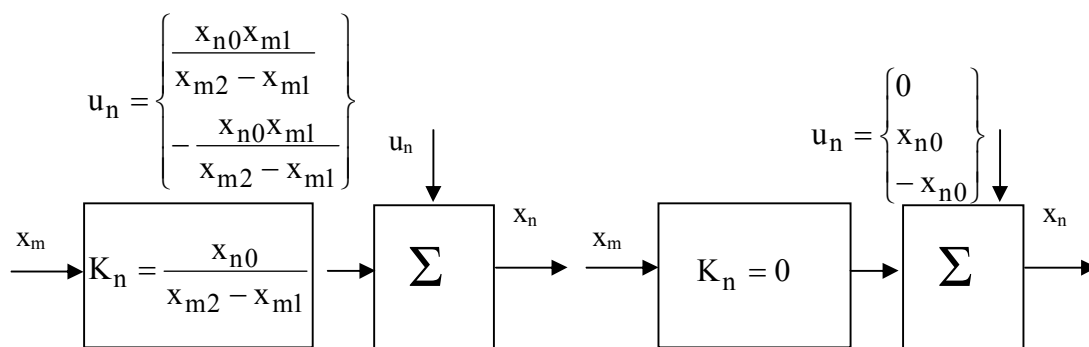


Рис. 6. Еквівалентні лінійні схеми нелінійності типу “обмеження” із зоною нечутливості

Розглянуті приклади представлення нелінійних елементів сукупністю еквівалентних лінійних схем розкривають методику такого подання для довільної нелінійної статичної характеристики, яка допускає кусково-лінійну апроксимацію. При цьому число еквівалентних лінійних схем дорівнює кількості лінійних ділянок нелінійного елемента з різними нахилами.

Еквівалентне представлення нелінійних елементів сукупністю лінійних схем дає можливість замість рівнянь стану нелінійних систем (2) застосовувати сукупність рівнянь стану лінійного виду

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= \mathbf{A}_i \mathbf{x}(t) + \mathbf{B} \mathbf{u}(t) \\ y(t) &= \mathbf{C} \mathbf{x}(t) + \mathbf{D} \mathbf{u}(t) \end{aligned} \quad (4)$$

Нелінійний елемент має декілька еквівалентних лінійних схем відповідно до кількості різних лінійних ділянок апроксимації нелінійної характеристики. Наприклад, релейні характеристики мають одну еквівалентну лінійну схему, нелінійність типу «обмеження» із зоною нечутливості - дві і т. д.

Для кожної еквівалентної лінійної схеми складається схема в змінних стану, яка включає лінійну частину нелінійної системи та еквівалентну схему нелінійності, місце включення якої відповідає розташуванню нелінійного елемента в системі.

З кожної схеми в змінних стану знаходять лінійні рівняння стану у вигляді рівнянь (4) і їх рішення [2–5]:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(t) &= \Phi_i(t - t_0) \mathbf{x}(t_0) + \int_{t_0}^t \Phi_i(t - \tau) \mathbf{B} \mathbf{u}_n(\tau) d\tau \\ y(t) &= \mathbf{C} \mathbf{x}(t) + \mathbf{D} \mathbf{u}(t) \end{aligned} \quad (5)$$

Вектор входу  $\mathbf{u}_n(t)$  включає в себе входи нелінійної системи  $\mathbf{u}(t)$  та додатковий вхід  $u_n$ . Таким чином, розмірність матриці входу  $\mathbf{B}$  збільшиться на один стовпець порівняно з цією ж матрицею для нелінійної системи без еквівалентного представлення нелінійного елемента. Матриця переходу  $\Phi_i(t) = e^{\mathbf{A}_i t}$  буде різною для кожної схеми в змінних стану, так як змінюються коефіцієнти  $K_n$ , і відповідно змінюється матриця  $\mathbf{A}$ .

При заданих початкових умовах  $\mathbf{x}(t_0)$  і заданому векторі входу  $\mathbf{u}(t_0)$  нелінійна системи визначає значення вхідної величини  $x_m$  нелінійного елемента із співвідношення (1) і тим самим визначається початковий вибір рівнянь стану і відповідного їм рішення (5), а також значення додаткового входу  $u_n$ .

Дослідження динаміки нелінійної системи необхідно починати з обраного рішення рівнянь стану. В процесі рішення необхідно контролювати величину  $x_m$  нелінійного елемента, яка є функцією векторів  $\mathbf{x}(t)$  та  $\mathbf{u}(t)$ . При досягненні  $x_m$  граничного значення, при якому повинні змінюватися або значення додаткового входу  $u_n$  або коефіцієнт  $K_n$ , відбувається зміна  $u_n$  або перехід до іншого рівнянням стану відповідно. Застосування

нових рівнянь стану і їх вирішення для дослідження динаміки нелінійної системи має починатися з нових початкових умов, які відповідають значенню вектора  $x(t)$  в кінці попереднього діапазону зміни  $x_m$ .

Таким чином, контроль вхідної величини  $x_m$  нелінійного елемента визначає перехід від одних лінійних рівнянь стану до інших і зміну величини  $u_n$ . Послідовне використання різних лінійних рівнянь стану і їх стикування початковими умовами дозволяють провести дослідження динаміки нелінійної системи на необхідному відрізку часу  $t$ .

Перше рівняння (4) являє собою неоднорідне диференційне рівняння першого порядку. Його рішення має дві складові, вільну та вимушену. Перша залежить від динаміки системи за рахунок ненульових початкових умов  $x(t_0)$  (співпадає з рішенням однорідного рівняння), друга – характеризує реакцію системи на зовнішній вплив  $u(t)$  та додатковий вплив  $u_n$  нелінійного елемента. Вільна складова визначається рішенням однорідного рівняння  $\dot{x}(t) = A_1 x(t)$ , коли вектори вхідного діяння  $u(t)$  та додаткового впливу  $u_n$  передбачаються нульовими. Для спрощення рішення (5) доцільно перетворити систему неоднорідних рівнянь (4) в однорідну наступного виду:

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= A_{p1} x(t) \\ y(t) &= C_p x(t) \end{aligned} \quad (6)$$

Мета даного перетворення полягає в тому, щоб отримати рівняння стану системи при наявності вхідних впливів  $u(t)$  та додаткових впливів  $u_n$  нелінійного елемента.

Перетворення системи неоднорідних рівнянь в однорідні можливо, якщо вектори зовнішніх та додаткових впливів представити у вигляді рішення певного лінійного однорідного диференційного рівняння з постійними параметрами. Схема в змінних стану для формування векторів  $u(t)$  та  $u_n$  буде мати свої змінні стану  $z(t)$  з початковим значенням  $z(t_0)$ .

Застосування наведеної методикі можна розглянути на прикладі релейної системи рис. 7.

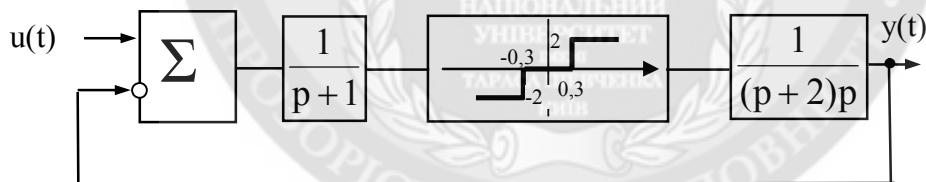


Рис. 7. Структурна схема релейної системи

Вхідний вплив  $u(t)$  являє собою ступеневу функцію з амплітудою 3,  $u(t) = 3$ , початкові умови вектору стану  $x(t)$  – нульові. Релейний елемент замінюємо еквівалентною схемою рис.4, а лінійну частину системи представляємо розширеною схемою в змінних стану, рис.8, яка включає змінні стану вхідного діяння  $u(t)$  та додаткового впливу  $u_n$ .

Відповідно до структурної схеми у змінних стану (рис.8.) складаємо рівняння стану, причому за вихідні величини приймаємо вихід системи:  $y_1 = x_1$ , виходи другого та третього інтеграторів:  $y_2 = x_2$ ,  $y_3 = x_3$ , останні значення необхідні для визначення нових початкових умов, які відповідають значенню вектора стану  $x(t)$  в кінці попереднього діапазону зміни значення  $x_3$ .

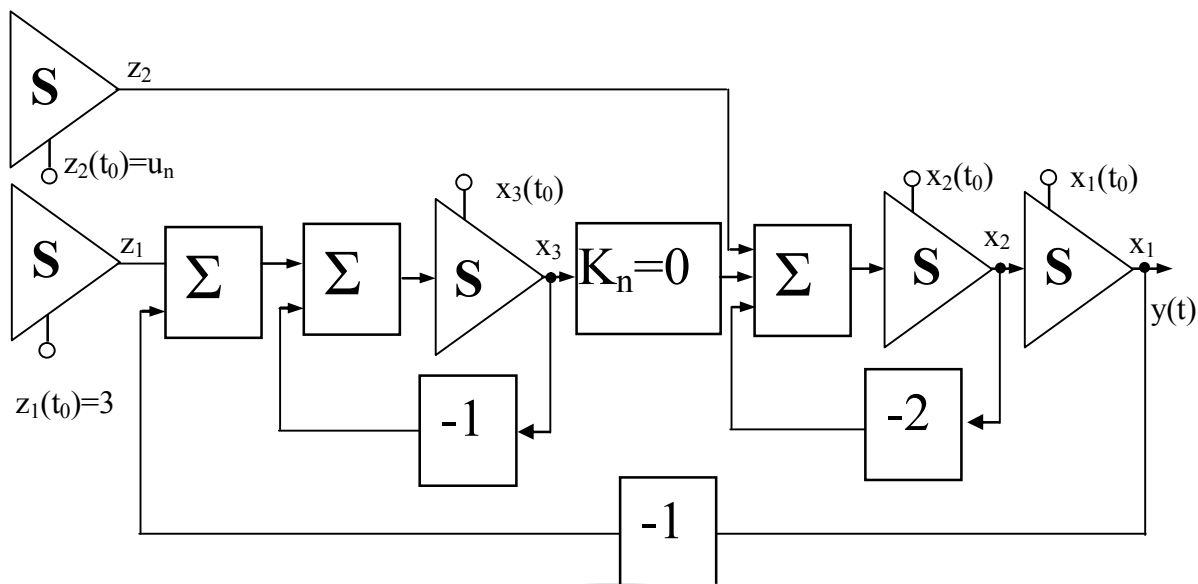


Рис. 8. Структурна схема релейної системи у змінних стану

Рівняння стану приймають вигляд (6):  $\dot{x}(t) = A_{Pi}x(t)$   
 $y(t) = C_P x(t)$

$$\text{де } A_{Pi} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad C_P = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Для знаходження вектора виходу  $y(t)$  необхідно розв'язати перше рівняння і визначити залежність  $x(t)$ . Рішенням рівняння стану є вираз

$$x(t) = e^{A_{Pi}(t-t_0)}x(t_0) = L^{-1}\{[pI - A_P]^{-1}\}x(t_0), \text{ відповідно вектор виходу визначається як:}$$

$$y(t) = C_P x(t) = C_P e^{A(t-t_0)}x(t_0) = C_P L^{-1}\{[pI - A_P]^{-1}\}x(t_0).$$

Так як в схемі присутній нелінійний елемент, то наведені рівняння вирішуються для різних інтервалів часу і на початку кожного нового інтервалу вектор початкових умов  $x(t_0)$  має нове значення.

Так для першого інтервалу часу  $0 < t \leq 0,1$ , вектор  $x^T(t_0) = | 0 \ 0 \ 0 \ 3 \ 0 |$ , при  $t = 0,1$  значення  $x_3$  досягає значення зони нечутливості релейного елемента. При цьому здійснюється зміна значення  $u_n$  стрибком від 0 до  $u_n = 2$ . Таким чином, для другого інтервалу часу  $0,1 < t \leq 4,12$  вектор  $x^T(t_0) = | 0 \ 0 \ 0,3 \ 3 \ 2 |$ . При  $t = 4,12$  значення  $x_3$  знову досягає значення зони нечутливості релейного елемента ( $x_3$  зменшується і при  $t = 4,12$   $x_3 = 0,3$ ). Відповідно до релейної характеристики значення  $u_n$  стрибком змінюється від 2 до  $u_n = 0$ . Третій інтервал часу  $4,12 < t \leq 4,85$ , а вектор  $x^T(t_0) = | 3,62 \ 0,99 \ 0,3 \ 3 \ 0 |$ , при  $4,85 < t \leq 6,74$   $x^T(t_0) = | 4 \ 0,24 \ -0,3 \ 3 \ -2 |$ ;  $6,74 < t \leq 7,8$   $x^T(t_0) = | 2,72 \ -0,97 \ -0,3 \ 3 \ 0 |$  і т.д.

Вирішуючи наведені рівняння за допомогою математичного пакету, наприклад *mathematica*, можна побудувати графік вихідної величини, або іншої величини, яку необхідно дослідити. На рис.9 наведений лістинг програми у середовищі математичного

пакету mathematica, для побудови графіка перехідної функції  $Y_1 = X_1$ , а на рис.10 показана сама перехідна функція релейної системи [6].

```

F[t_] := Piecewise[{{2 * (1/4 - e^-2*t/4 + t/2), t < 4.12}, {3.62 + 0.99 * (1/2 - e^-2*(t-4.12)/2), 4.12 <= t < 4.85}, {4 + 0.24 * (1/2 - e^-2*(t-4.85)/2) - 2 * (1/4 - e^-2*(t-4.85)/4 + t/2), 4.85 <= t < 6.74},
{2.72 - 0.97 * (1/2 - e^-2*(t-6.74)/2), 6.74 <= t < 7.83}, {2.235 - 1.5238800634155375 * e^-7 * (1/2 - e^-2*(t-7.83)/2) + 2 * (1/4 - e^-2*(t-7.83)/4 + t/2), 7.83 <= t < 9.2},
{3.64 - e^-2*(t-9.2)/2, 9.2 <= t < 10.55}, {3.6 + 0.067 * (1/2 - e^-2*(t-10.55)/2) - 2 * (1/4 - e^-2*(t-10.55)/4 + t/2), 10.55 <= t < 11.66}, {2.96 - 0.885 * (1/2 - e^-2*(t-11.66)/2), 11.66 <= t < 13.5},
{2.53 - 0.022 * (1/2 - e^-2*(t-13.505)/2) + 2 * (1/4 - e^-2*(t-13.505)/4 + t/2), 13.505 <= t < 14.301}, {3.42 - e^-2*(t-14.3016)/2, 14.302 <= t < 16.577},
{3.414 + 0.005 * (1/2 - e^-2*(t-16.58)/2) - 2 * (1/4 - e^-2*(t-16.58)/4 + t/2), 16.577 <= t < 17.213}, {3.142 - 0.99 * (1/2 - e^-2*(t-17.213)/2), 17.213 <= t < 20.27}}]
Plot[F[t], {t, 0, 21}, GridLines -> {{2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20}, {1, 2, 3, 4}}, AxesLabel -> {"t", "h(t)"}, AxesStyle -> {RGBColor[0, 0, 0], Thickness[0.002]}]

```

Рис. 9. Лістинг програми для побудови графіка перехідної функції релейної системи

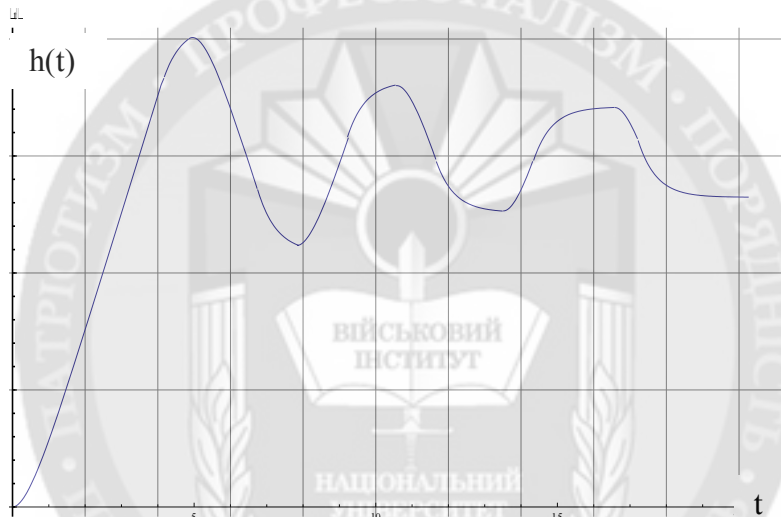


Рис. 10. Перехідна функція релейної системи

Проводячи моделювання тієї самої релейної системи в середовищі математичного пакету VisSim, отримано аналогічний графік перехідної функції, рис.11.

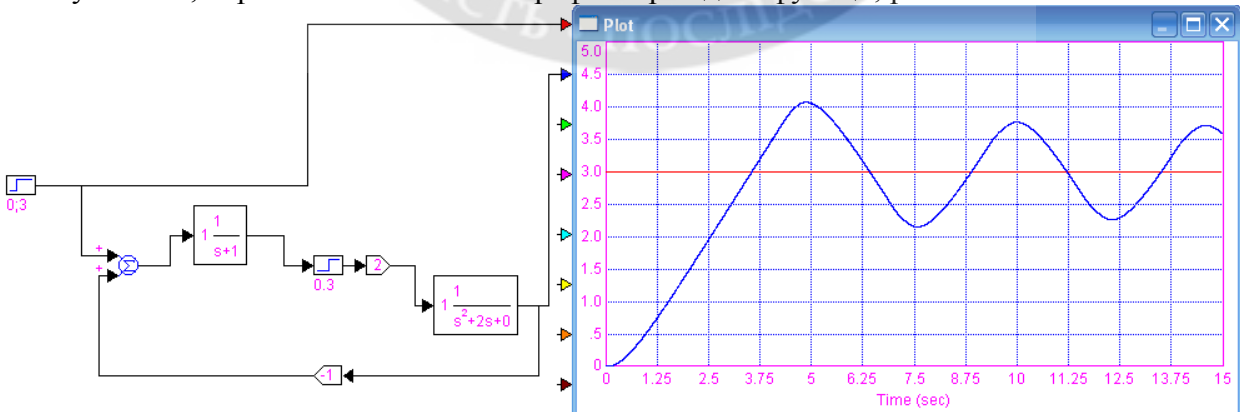


Рис. 11. Перехідна функція релейної системи у середовищі математичного пакету VisSim

Аналіз перехідних функцій, які отримані різними способами, показує що похибка не перевищує 5%.

**Висновок.** Розроблено та досліджено алгоритмічний підхід опису нелінійних систем автоматичного управління з використанням методу простору стану. Сутність підходу

полягає у представленні нелінійного елемента еквівалентною схемою у вигляді комбінації лінійних елементів, що призводить до появи додаткового входу. Таке представлення дозволяє використовувати результати лінійної теорії для дослідження нелінійних систем.

Застосування методу простору станів для аналізу динаміки нелінійних систем дозволяє дослідити процеси у часовій області по всіх координатних осях і, таким чином, мати цілісну картину про відпрацювання задавального (збурного) діяння в усіх важливих при дослідженні точках системи. Перевагою методу є можливість зручної алгоритмізації процесу дослідження систем управління.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування / М.Г.Попович, О.В. Ковальчук. – К.:Либідь, 2007. – 656 с.
2. Зайцев Г.Ф. Теорія автоматичного управління / Г.Ф.Зайцев, В.К.Степков, О.І.Брицький. – К.: Техніка, 2002. – 688 с.
3. Козырев В.Д. Применение цифровых ЭВМ при исследовании автоматических систем РЭС / В.Д. Козырев – К.: КВИРТУ ПВО, 1976. – 184 с.
4. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления / Е.П. Попов. – М.:Наука,1988. – 256 с.
5. Теория автоматического управления: В 2 ч. – 2-е изд. – Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / Под ред. А.А. Воронова. – М.:Высш. школа, 1986. – 504 с.
6. Васильев А.Н. Mathematica Практический курс с примерами решения прикладных задач / А.Н.Васильев. – К.:ВЕК, 2008. – 448 с.

**Рецензент:** д.т.н., проф. Сбітнєв А.І., провідний науковий співробітник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка

к.т.н., с.н.с. Жиров Г.Б., к.т.н., с.н.с. Дергільова О.В.

#### АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ ПОДХОД ОПИСАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МЕТОДОМ ПРОСТРАНСТВА СОСТОЯНИЙ

*В статье рассмотрен подход к анализу динамики нелинейных систем автоматического управления с применением метода пространства состояний. Нелинейный элемент представляется набором эквивалентных линейных схем, которые последовательно включаются в общую схему в переменных состояниях объекта управления.*

*Метод пространства состояний позволяет исследовать процессы во временной области по всем координатных осях и иметь целостную картину об отработке входного воздействия во всех важных точках системы, при этом используется векторно-матричный подход к исследованию систем управления. Преимуществом метода является возможность удобной алгоритмизации процесса исследования систем управления.*

*Ключевые слова: нелинейный объект управления, система автоматического управления, метод пространства состояний, уравнение состояния.*

Ph.D. Zhyrov G.B., Ph.D. Derhilova O.V.

#### DESCRIPTION ALGORITHMIC APPROACH NONLINEAR SYSTEMS AUTOMATIC CONTROL BY STATES SPACE

*In the article the approach to the analysis of the dynamics of nonlinear systems of automatic control using the method of state space. Nonlinear element seems equivalent set of linear circuits that consistently included in the general scheme of state variables in object management.*

*Method of state space allows to investigate processes in the time domain on all coordinate axes and have a complete picture of the working zadavalnoho act in all important points of the system, using the vector-matrix approach to research management systems. The advantage of this method is an excellent opportunity to study algorithmic process control systems.*

*Keywords: nonlinear control object, automatic control system, a method of state space, equation of state.*