

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національний університет цивільного захисту України
Кафедра автоматичних систем безпеки та інформаційних технологій**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри АСБтаІТ

Роман ШЕВЧЕНКО

Навчальна дисципліна

**АВТОМАТИКА РАННЬОГО ВИЯВЛЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ
СИТУАЦІЙ**

Лекція № 9

Особливості багатомірних та нелінійних АС.

Лекцію розробив:
Доцент кафедри АСБтаІТ



Вячеслав ДУРСЄВ

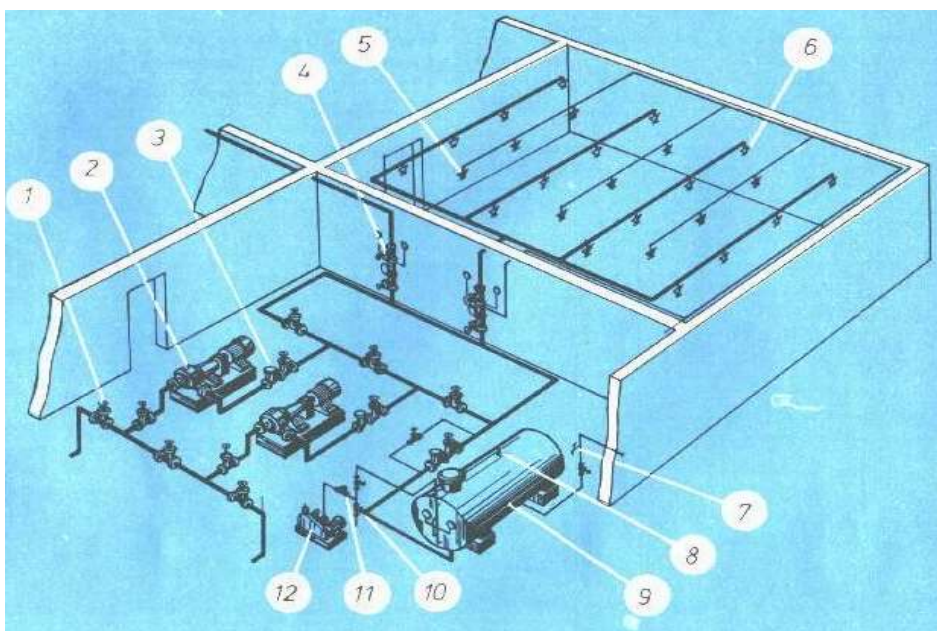
ХАРКІВ 2024

План лекції

1. Особливості нелінійних систем пожежної автоматики
2. Загальні відомості про істотно нелінійні елементи.
 - 2.1. Істотно нелінійні елементи.
3. Оптимальне керування в нелінійних АС.
4. Висновки, урахування впливу воєнного стану.

Вступ

В десятій лекції, на прикладі АУВПГ, було показане як математично оцінити роботу АУВПГ. Сьогодні розглянемо, як математично урахувати потрібні особливості роботи АУВПГ.

***1 ОСОБЛИВОСТІ НЕЛІНІЙНИХ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ АВТОМАТИКИ***

Нелінійною системою пожежної автоматики (НСПА) називається система, що описується диференціальними рівняннями хоча би одне з яких є нелінійним. В принципі будь-яка СПА нелінійна, але існують СПА що можуть бути лінеаризовані, тобто замінені лінійними.

Нелінійні системи, в яких можлива лінеаризація називаються лінеарізованими, в яких не можлива лінеаризація називаються нелінеарізуємими або істотно нелінійними. Лінеаризація можлива коли діапазон зміни сигналу вузький, тобто характеристика такого елемента змінюється повільно, і ці дії не призводять до істотної зміни показників якості системи. У ряді інших випадків така процедура не здійсненна, коли діапазон вхідних сигналів нелінійних елементів широкий або коли лінеаризація призводить до істотно зміни показників якості процесу управління.

Особливості нелінійних систем є:

1. До таких систем не застосуємо принцип суперпозиції.
2. Елементи таких систем не володіють властивістю комутативності.
3. Динамічні процеси в таких системах описуються нелінійними диференціальними рівняннями.
4. Можливо існування стійких періодичних рухів **автоколивань**.
5. Існує принципова можливість вдосконалення показників якості таких систем.

Стосовно до нелінійних систем, на відміну від лінійних систем, не існує загального методу аналізу цих систем. Але введення в систему пожежної автоматики нелінійного елемента може принципово покращити якість цієї системи.

Типи нелінійності:

- динамічні;
- статичні.

Динамічні нелінійні елементи — це такі елементи, які описуються нелінійними диференціальними рівняннями, а **статичні нелінійні елементи (СНЕ)** — це елементи, вихідний та вхідний сигнали яких пов'язані функціональними залежностями. Будемо розглядати СНЕ. Ці нелінійні елементи (їхні властивості) повністю визначаються їх статичними характеристиками. Такі елементи називаються найпростішими СНЕ.

Під час дослідження нелінійних систем автоматичного управління, в тому числі і систем пожежної автоматики, часто можливо відокремити найпростіший нелінійний елемент з рівняння динамічного нелінійного елемента. Така процедура зводиться до того, що нелінійний член рівняння позначається новою змінною, тобто динамічний елемент штучно розділяється на дві частини. При цьому одна частина є найпростішим нелінійним елементом, а інша є лінійне диференціальне рівняння, тобто визначає динамічні властивості елемента в цілому.

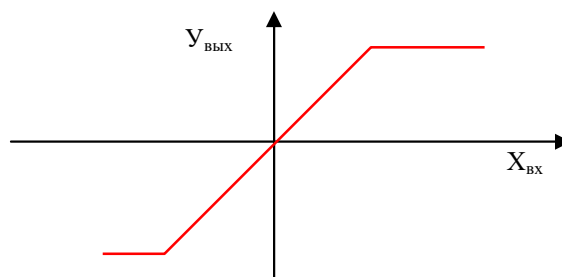
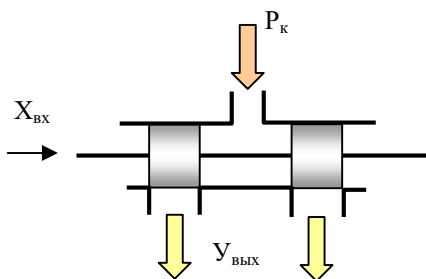
На практиці нелінійні елементи можна апроксимувати типовими залежностями.

2. Загальні відомості про істотно нелінійні елементи

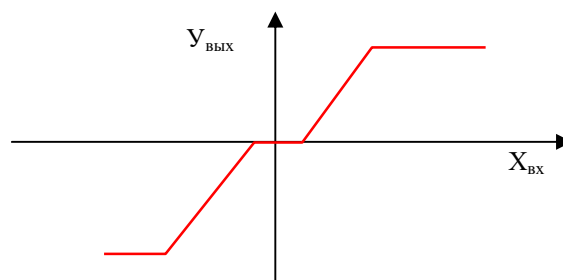
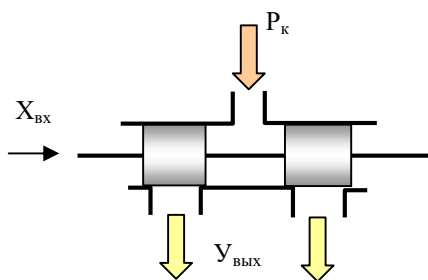
Всі реальні системи й елементи нелінійні. Істотно нелійними елементами будемо називати такі елементи, лінеаризація рівняння динаміки яких може дати якісно невірний результат. Наприклад, після лінеаризації можна одержати стійку систему, а насправді нелінійна система нестійка.

2.1. Істотно нелінійні елементи

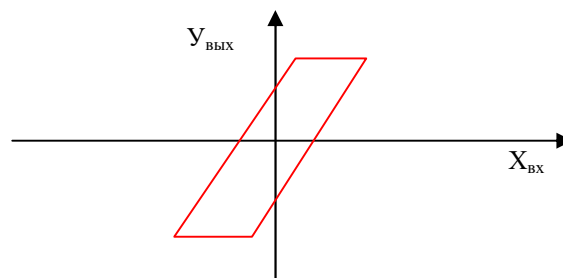
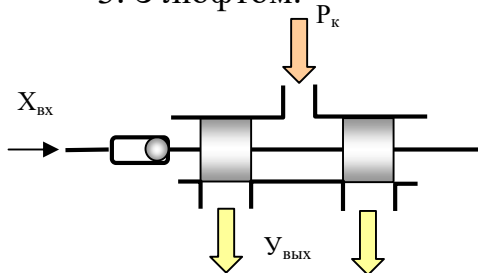
1. Із зоною насичення.



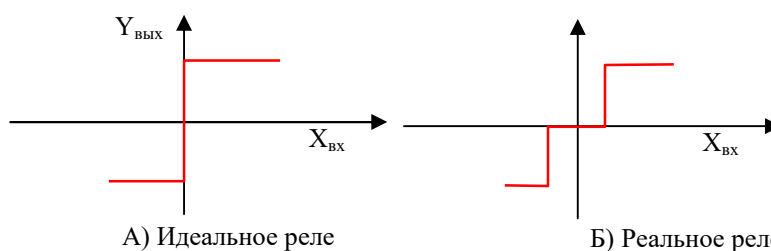
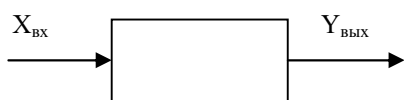
2. Із зоною нечутливості.



3. З люфтом.



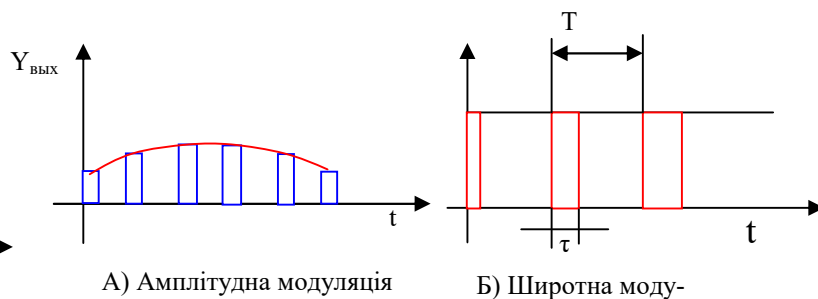
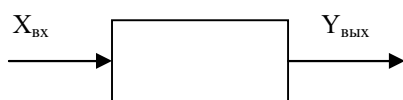
4. Релейні.



А) Идеальное реле

Б) Реальное реле

5. Імпульсні.



А) Амплітудна модуляція

Б) Широтна модуляція

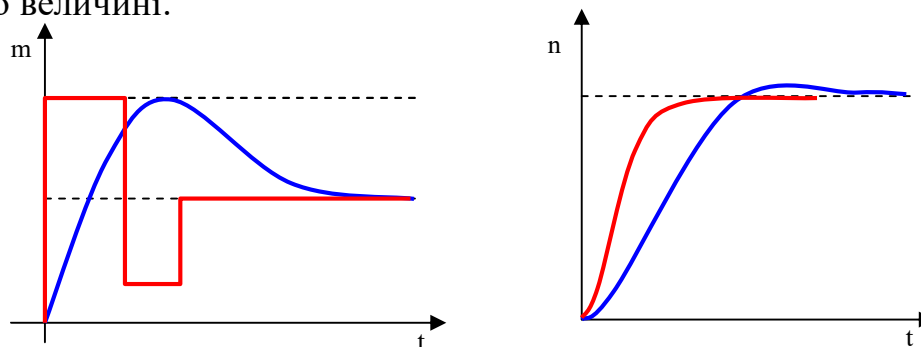
- При амплітудній модуляції амплітуда вихідного пропорційна вхідному сигналу.

- При широтній модуляції шпаруватість вихідного сигналу пропорційна вхідному сигналу. $\gamma = \frac{\tau}{T} \cdot 100\% \cong X_{\text{вх}}$

3. Оптимальне керування в нелінійних АС

Нелінійні елементи широко застосовуються в сучасних АС, тому що з їхньою допомогою можна забезпечити оптимальне керування.

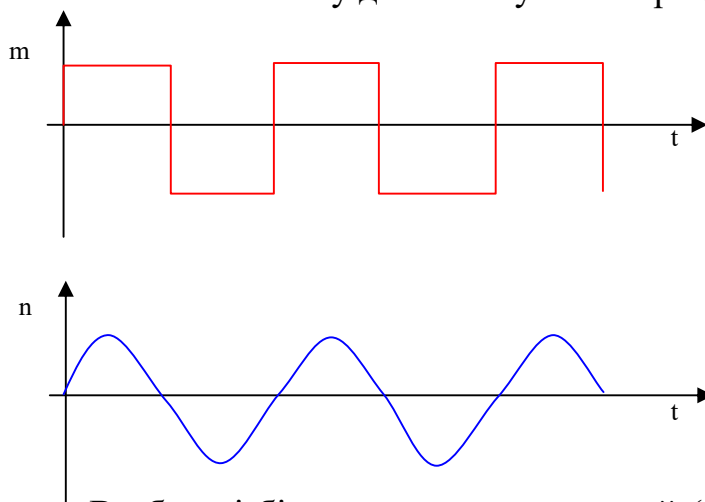
Розглянемо перехідний процес в АС із лінійним ПІ регулятором і нелінійним релейним регулятором для випадку, коли регулюючий вплив обмежений по величині.



Лінійний регулятор плавно нарощує регулюючий вплив до максимального значення, щоб уникнути перерегулювання на кінцевому етапі регулятор забезпечує попереднє зменшення регулюючого впливу.

Нелінійний регулятор відразу створює максимальний вплив на початковому етапі регулювання, забезпечуючи максимальний розгін АС. На кінцевому етапі формується мінімальний регулюючий вплив, для ефективного гальмування процесу. У момент, коли РП приймає задане значення, регулятор формує відповідне значення РФ.

Однак таке керування може виявитися нестійким при роботі АС на сталому режимі. При найменшому відхиленні РП від заданого значення буде включатися максимальний регулюючий вплив, з наступним формуванням мінімального впливу для гальмування процесу.



Для предотвращения таких колебаний вводится понятие больших и малых рассогласований.

В області більших неузгодженостей (перехідний процес) $\varepsilon > 3\%$ регулятор працює, як нелінійний.

В області малих неузгодженостей $\varepsilon < 3\%$ регулятор працює, як лінійний.

ВИСНОВОК: на лекції були розглянуті поняття синтезу АС с регуляторами, які працюють за П, І – законами управління. Показані переваги та недоліки цих автоматичних систем.

ЗАВДАННЯ НА САМОПІДГОТОВКУ

1. Теорія автоматичного управління. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / Н.І. Бурау, Д.О. Півторак; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – С 37-38.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/42076/1/TAU_praktykum.pdf

4. Висновки, урахування впливу воєнного стану.

Застосування регулятора багатомірної системи в корекції роботи приладів військової техніки

Багатомірними називаються САУ з декількома РП і складним взаємним впливом контурів регулювання. Наприклад: САУ ГТД військового літака із регульованими параметрами частота обертання ротора двигуна n і температура газів T_{Γ}^* .



Для регулювання двох параметрів необхідно розташовувати двома регулюючими факторами. З цією метою використовують: G_{Γ} - витрата палива в основну камеру згоряння; $F_{\text{кр}}$ - площа критичного перетину сопла.

З метою одержання найкращих динамічних властивостей АС розподіл регулюючих факторів здійснюють у такий спосіб:

$$\begin{aligned} G_{\Gamma} &\Rightarrow n, \\ F_{\text{кр}} &\Rightarrow T_{\Gamma}^*. \end{aligned}$$

Складність такої системи регулювання полягає в тім, що зміна одного регулюючого фактору приводить до зміни обох РП:

$$\begin{aligned} \uparrow G_{\Gamma} &\Rightarrow \uparrow T_{\Gamma}^* \Rightarrow \uparrow n, \\ \uparrow F_{\text{кр}} &\Rightarrow \uparrow n \Rightarrow \uparrow G_{\Gamma} \Rightarrow \downarrow T_{\Gamma}^*. \end{aligned}$$

На перехідні процеси САРп впливають динамічні властивості контуру регулювання T_{Γ}^* і навпаки. При цьому різко зростає складність проведення аналізу і синтезу такої багатомірної АС. З однієї сторони збільшується порядок диференціального рівняння, що описує динаміку АС, а з іншої сторони немає досить простих критеріїв якості для багатомірних АС при одночасному впливі на всі чи кілька каналів управління. Тому на практиці багатомірну АС розглядають як складну, що складається з i -одномірних каналів. У цьому випадку аналіз і розрахунок кожного каналу здійснюється як для одномірної системи, але в математичному описі каналу враховується вплив інших каналів регулювання.