

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції
«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:
ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»

10 листопада 2023 року



Полтава 2023

УДК 62-83:621.313

Р.Р. Кісельов, магістрант,

М.К. Бороздін, к.т.н., доцент

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюк»

НЕЛІНІЙНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Нелінійними САК є системи, в яких рівняння динаміки нелінійні, тобто містять члени, яких функції та їх похідні знаходяться в степені, відмінній від одиниці, в яких є члени з добутками невідомих функцій або коефіцієнти рівнянь залежать від аргументу [1].

До суттєво нелінійних елементів відносяться елементи, характеристики яких мають різкі переломи, або розриви. Прикладами таких елементів є механічні з'єднання з люфтом, вузли механічних систем з сухим тертям, підсилювачі з насиченням, магнітні матеріали з петлею гістерезисну, релейні елементи та ін. Характеристики таких елементів спрощено можна бути подати у вигляді ламаних чи розривних ліній.

Проходячи через нелінійний елемент, будь-який сигнал змінює свою форму. Тому вивчення нелінійних систем є складним завданням. Детальніший аналіз є завданням наукових досліджень.

Під час вивчення динаміки нелінійних систем основну увагу приділяють вивченню автоколивань. Автоколивання – це характерна особливість нелінійних систем, яка не властива лінійним системам. У нелінійній системі, при незмінних значеннях вхідних величин можуть виникати і підтримуватися коливання певної форми. Це можуть бути прості, майже синусоїдальні коливання, або коливання досить складної форми. Оскільки вони виникають самостійно, їх називають автоколиваннями. Прикладами нелінійних систем з автоколиваннями може бути годинник, генератори різних типів, система кровообігу і серце людини та багато інших.

Під час математичного аналізу динаміки в нелінійній системі виділяють всі елементи з несуттєвими нелінійностями і їх лінеаризують, а суттєво нелінійні системи спрощують і зводять до типових нелінійних елементів. Таким чином структуру нелінійної системи приводять до схеми. В якій основною частиною є лінійна частина і один нелінійний елемент.

Метод гармонічного балансу полягає в тому, що виділяють основна гармоніка сигналу і розглядають проходження її через систему.

Сигнал, перетворений нелінійним елементом, проходить через лінійну частину системи. Лінійна частина. Яка ми вже знаємо, має амплітудно-частотну характеристику, що пропускає, як правило, низькі частоти і значно ослабляє високі частоти. Для аналізу динаміки систем методом гармонічного балансу вихідний сигнал нелінійної частини розкладають у ряд Фур'є і виділяють у ньому основну гармоніку.

Іншим методом аналізу динаміки нелінійних систем є методи побудова фазової площини чи фазового простору і вивчення фазового портрету нелінійної системи.

Для аналізу динаміки нелінійних САК фазові траєкторії будують згідно з рівнянням динаміки системи. Фазова площина відповідає системі, порядок якої рівний двом, тобто системі, в якій в рівняння динаміки входять тільки похідні другого порядку. Рівняння такої системи можна подати у вигляді

$$a_1 x'' + a_2 x' + F(x) = 0$$

Тут $F(x)$ – нелінійна функція від x . позначимо $y = x'$.

Тоді рівняння можна записати так

$$a_1 y' + a_2 y + F(x) = 0$$

Звідси

$$y' = -\{a_2 y + F(x)\}/a_1 = 0$$

Виключивши з рівняння параметр t , одержимо

$$\frac{dy}{dx} = -\{a_2 y + F(x)\}/a_1 y$$

Підводячи підсумок зауважимо, що нелінійні системи, як правило, не можна характеризувати як стійкі чи нестійкі системи. Система може бути стійкою при одних значеннях параметрів і нестійкою при інших. При цьому в системі можуть виникати автоколивання. При деяких початкових значеннях діючих величин ці автоколивання можуть виникати, а при інших ні. Динаміка нелінійних систем досить складна і кінцеві значення величини керування можуть залежати не тільки від параметрів системи, а і від початкових умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування. – К.: Либідь, 1997. - 544 с.

NONLINEAR AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS

R. Kiselov, master's student,

M. Borozdin, PhD, Assistant Professor

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»