

Рис. 5. Сигнал после обработки с помощью пакетного ВП

5. Выводы

Предложенный метод удаления шумов из сигнала является универсальным и подходит как для стационарных так и не стационарных сигналов. Пакетное вейвлет-преобразование является гибким адаптивным методом анализа. Совместное использование пакетного ВП и энтропии Шеннона позволяет пода-

вить воздействие шумов и помех различной природы. Задавая допустимый барьер энтропии, можно регулировать степень остаточной зашумленности. При сильной корреляции шума с базовым сигналом полное исключение шума является сложной задачей. В этом случае можно прибегнуть к уменьшению допустимого порога энтропии и возможно разбиению сигнала на более короткие участки.

Был проведен сравнительный анализ влияние выбранной вейвлет-функции на погрешности при фильтрации. Выделена функция Добеши-4, как наиболее оптимальная для удаления шума из звукового сигнала. В каждом отдельном случае необходимо уделять внимание выбору вейвлет-функции и значению минимального порога энтропии. Более детальный анализ выбора этих параметров формирует область для дальнейших исследований.

Литература

1. Дьяконов В., Абраменкова И. MATLAB. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. – СПб.: Питер, 2002, 608 с.
2. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов: Пер. с англ. С. Малла. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

Система автоматичного керування (САК) створюється для забезпечення необхідної точності та достовірності вимірюваних параметрів незалежно від динамічних режимів роботи об'єкту вимірювання

Ключові слова: система автоматичного керування, стійкість системи

Система автоматического управления (САУ) создается для обеспечения необходимой точности и достоверности измеряемых параметров независимо от динамических режимов работы объекта измерения

Ключевые слова: система автоматического управления, устойчивость система

Automatic control system (ACS) is created to maintain the accuracy and reliability of the measured parameters independently of the dynamic modes of the measurement object

Keywords: automatic control system, system stability

УДК 62-50 (075-8)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАДАЧІ АНАЛІЗУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ ВИМІРЮВАНЬ В ІВІС

Н. М. Бєлова
Аспірантка

Кафедра метрології та безпеки життєдіяльності
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 63000
Контактний тел.: 095-495-74-90
E-mail: Garnetred@rambler.ru

1. Вступ

Останнім часом все більшого поширення набувають цифрові системи автоматичного керуван-

ня. Принципам побудови та дослідження таких систем присвячено багато літератури, в якій розглядається математичний апарат для дослідження імпульсних САК, передаточні функції та частотні

характеристики, а також питання стійкості і якості.

Під системою САК розуміють сукупність об'єкта керування (робочої машини, механізму) та з'єднаних певним чином елементів, взаємодією яких забезпечується розв'язання поставленого завдання керування об'єктом [1]. САК можна класифікувати за різними ознаками: принципом керування, кількістю регульованих параметрів і контурів, виглядом статичних і динамічних характеристик, структурними особливостями системи тощо.

Основним завданням інтелектуальної вимірювально-інформаційної системи (ІВІС) є забезпечення заданої точності. Недоліками такої системи є відсутність управління процесами вимірювань. Внаслідок цього вимірювальна інформація може бути неточною і рішення про технічний стан або функціонування будуть неправильними. В сучасних технічних комплексах широко розповсюджене застосування САК. Тому пропонується в ІВІС також використовувати систему автоматичного керування.

2. Постановка задачі

Як відомо [2], в загальному випадку закон зміни керованої величини системи визначається оператором "вхід-вихід"

$$y(t) = A\{\bar{z}(t_0), g(\tau), f(\tau)\}, \quad \tau \in [t_0, t], \quad (1)$$

де $\bar{z}(t_0) = [z_1(t_0), z_2(t_0), \dots, z_k(t_0)]^T$ - вектор початкового стану системи, тобто сукупність її внутрішніх змінних в момент часу t_0 коли починається рух системи після прикладення до неї зовнішніх впливів (під рухом системи розуміється будь-яка зміна її стану $\bar{z}(t)$ і, відповідно, вихідної величини $y(t) = \Phi\{\bar{z}(t)\}$ з часом [5]).

Рух системи починається з деякого початкового значення керованої величини $y(t_0) = \Phi\{\bar{z}(t_0)\}$, яке не залежить від вхідних впливів. Тому необхідний деякий час після подачі зовнішніх діянь для того, щоб в системі було усунуто початкову неузгодженість, а система повинна бути здатною до його усунення.

Така здатність існує лише у тому випадку, коли САК має властивість, яка називається стійкістю. Наприклад [3, 4], на рис. 1 наведені можливі варіанти зміни вихідної величини в стійкій САК при різних її початкових значеннях $y_1(t_0), y_2(t_0), y_3(t_0)$, якщо задане діяння $g(t) = A1(t - t_0)$.

Режим, що виникає в стійкій системі безпосередньо після прикладення вхідних зусиль є перехідним режимом. Основним показником перехідного режиму є час його завершення, який в теорії автоматичного керування називається часом регулювання t_p .

Крім того, є ще декілька показників для оцінки якості функціонування САК в перехідному режимі.

Режим, який існує в стійкій системі після усунення початкового непогодження є усталеним режимом [5]. В ньому вихідна величина вже не залежить від початкового стану, а залежить лише від характеристик зовнішніх діянь та структури і параметрів системи. Основним показником якості функціонування САК в усталеному режимі є величина помилки системи [6].

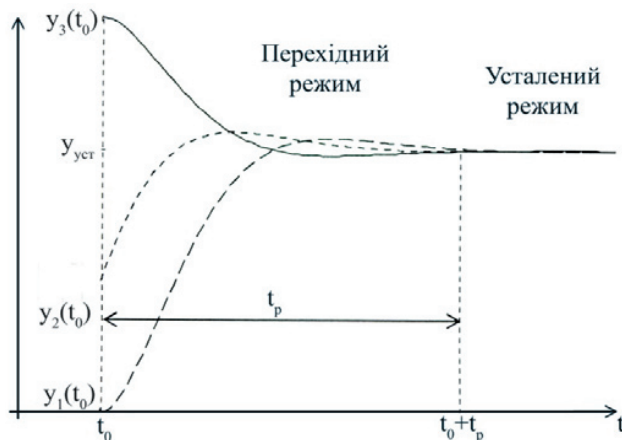


Рис. 1. Можливі варіанти зміни вихідної величини в стійкій САК

Будь-яка система призначена для функціонування в деяких наперед означених умовах, які характеризуються областями припустимих значень зовнішніх діянь та вектора початкового стану: якщо $g(t) \in G, f(t) \in F, \bar{z}(t_0) \in Z$, то вважається, що система функціонує в нормальних умовах [4].

Таким чином, об'єднуючи вищесказане можна зробити деякі висновки. САК відповідає своєму призначенню, якщо в нормальних умовах функціонування виконуються такі вимоги: вона має властивість стійкості; перехідний режим в системі має допустимий час регулювання, а також інші допустимі показники якості; помилка системи, яка існує в усталеному режимі, не перевищує допустимого значення.

Отже, аналіз САК має три основних складових:

- 1) визначення наявності властивості стійкості САК та умов, при виконанні яких ця властивість існує;
- 2) оцінку показників якості функціонування САК в перехідному режимі;
- 3) оцінку точності функціонування САК в усталеному режимі.

3. Стійкість вимірювального процесу і стійкості САК

Припустимо, що вимірювальний процес, який характеризується вектором поточного стану $\bar{z}(t)$ або вихідною величиною $y(t) = \Phi\{\bar{z}(t)\}$, починається із початкового стану $\bar{z}(t_0)$ під впливом зовнішніх діянь $g(t)$ та $f(t)$, визначених на інтервалі часу $t_0 \leq t \leq t$. Нехай далі початковий стан та (або) зовнішні діяння зазнали деяких змін $\Delta \bar{z}(t_0), \Delta g(\tau), \Delta f(\tau)$, внаслідок чого поточний стан та вихідна величина вимірювальної системи також зазнають змін $\Delta \bar{z}(t), \Delta y(t)$. Вказані зміни будемо називати збуреннями відповідних умов та вимірювального процесу.

Рух САК є стійким, якщо його збурення може бути як завгодно малим при достатньо малих збуреннях початкового стану і зовнішніх діянь [5]. САК буде стійкою, якщо всі види її руху в області нормальних умов функціонування $g(t) \in G, f(t) \in F, \bar{z}(t_0) \in Z$ є стійкими [4].

При відсутності стійкості невеликі збурення зовнішніх діянь або початкового стану можуть визвати

значні зміни характеру руху системи. Тому стійкість є необхідною властивістю будь-якої системи автоматичного керування - лише при її наявності вона здатна ефективно функціонувати в реальних умовах.

В нелінійній САК характер руху залежить від зовнішніх діянь та її початкового стану: при деяких з них рух системи може бути стійким, а при інших - ні. Наприклад, вимірювальні дискримінатори мають принципово нелінійну статичну характеристику (рис. 2).

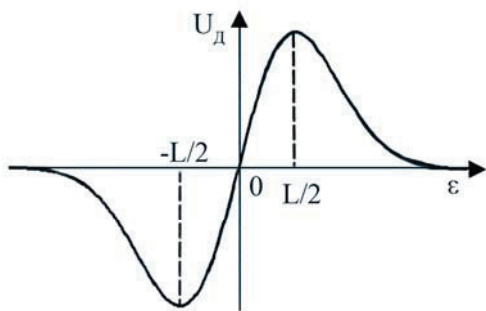


Рис. 2. Статична характеристика вимірювального дискримінатора

Якщо помилка слідкування задовольняє умові $|\epsilon| \ll L/2$, можна вважати, що сигнал на виході дискримінатора лінійно залежить від її величини, а при помилках слідкування, які виходять за межі його апертури, тобто при $|\epsilon| > L/2$, сигнал на виході дискримінатора прагне до нуля, внаслідок чого вихідна величина системи не залежить від помилки слідкування і виникає зрив процесу слідкування. Вказана властивість суттєво ускладнює дослідження стійкості нелінійних САК внаслідок того, що його необхідно виконувати для всіх можливих видів зовнішніх діянь та початкового стану системи.

Як правило, в області нормальних умов функціонування припустима лінеаризація нелінійних залежностей і в відповідних межах реальні САК можуть розглядатись як лінійні. Так, для ІВІС нормальними є такі умови функціонування, коли помилка слідкування знаходиться всередині апертури дискримі-

натора, де його статична характеристика достатньо добре описується лінійною функцією

$$U(t) = K \epsilon(t) \quad (2)$$

де $K = \left. \frac{dU}{d\epsilon} \right|_{\epsilon=0}$ крутизна статичної характеристики дискримінатора.

Виходячи з цього, в подальшому обмежимося питаннями аналізу стійкості лінійних (або лінеаризованих) САК.

В лінійних САК внаслідок справедливості принципу суперпозиції зі стійкості хоча б одного руху впливає стійкість системи в цілому, тобто стійкість є властивістю, яка залежить тільки від структури і параметрів системи і не залежить від зовнішніх діянь та початкового стану [4, 5]. Вказана властивість дозволяє значно спростити дослідження стійкості лінійних САК. Як правило, для них обмежуються тільки аналізом стійкості відносно збурень початкового стану при відсутності зовнішніх діянь. Відзначимо, що САК, рух якої є стійким відносно збурень початкового стану, називається стійкою за Ляпуновим.

Наприкінці сформулюємо ще один важливий висновок. САК буде асимптотично стійкою, якщо вона є стійкою за Ляпуновим і при цьому збурення її руху, обумовлені збуреннями початкового стану $\Delta \bar{z}(t_0)$, задовольняють умові

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \Delta y(t) = 0 \quad (3)$$

4. Висновки

Таким чином, для САК вимірювально-інформаційної системи необхідно, щоб помилка системи в усталеному режимі була незалежною від початкових умов функціонування системи та їх збурень (наприклад, від значень даних калібрування, з яких починається процес автоматичного слідкування за похибками вимірювання). Тому такі системи обов'язково повинні бути асимптотично стійкими.

Література

1. Попович, М.Г. Теорія автоматичного керування [Текст]: Підручник / М.Г. Попович, Ковальчук О.В. – 2-ге вид., переробл. і доп. – К.: Либідь, 2007. – 656 с.
2. Александров, Е. Е. Автоматичне керування рухомими об'єктами і технологічними процесами. Т. 1 [Текст] / Е. Е. Александров, Е. П. Козлов, Б. І. Кузнецов // Теорія автоматичного керування. - Харків: НТУ "ХГІІ", 2002. – С. 23-24.
3. Теория автоматического управления / под ред. А. А. Воронова А.А. – [Ч. I. Теория линейных систем автоматического управления]. – М. : Высшая школа, 1977. – С.55.
4. Честнат Р. Проектирование и расчет следящих систем и систем регулирования. Ч. 1, 2 / Р. Честнат, Р.В. Майер. – М. : Госэнергоиздат, 1959. – С. 67-157.
5. Автоматическое управление и регулирование радиотехнических систем. Учебные задачи по теории автоматического управления / под ред. Д. Д. Алексейчева. – Харьков: ХВУ, 2010. – 378 с.
6. Первачев С.В. Радиоавтоматика / Первачев С.В. – М. : Радио и связь, 1982. – С. 44-83.