

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ТЕЗ

Обсяг – до **2 сторінок** (кегель 12, Times New Roman, інтервал – 1, формат аркуша – А4, параметри сторінки – всі поля 2 см.). Текст набирається без переносів, на всю ширину сторінки. Сторінки без нумерації. Необхідно використовувати парні лапки («»). При наборі тексту слід розрізняти символи дефісу і тире.

Автори несуть відповідальність за точність викладених фактів, цитат і посилань. Подається матеріал електронною поштою. Редакційна колегія не приймає матеріали, які не мають відповідного оформлення та залишає за собою право відбору матеріалів.

Приклад оформлення

Ю.В. Пепа, П.М. Поночовний

Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, м. Київ

ІНТЕГРАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ

Кожен із розглянутих вище прямих і непрямих показників якості характеризує лише одну ознаку (показник якості) перехідного процесу. При цьому всі показники пов'язані з параметрами регулятора чи системи складними залежностями, які мають, як правило, суперечливий характер: зміна будь-якого з параметрів призводить до покращання одних показників якості та погіршення інших [1]. Ця обставина істотно ускладнює вибір параметрів регулятора. Тому в інженерній практиці широко використовуються інтегральні показники (оцінки) якості, що відображають (або інтегрують у собі) одночасно багато з розглянутих вище показників.

Інтегральна оцінка якості – визначений інтеграл за часом (від 0 до ∞) від деякої функції керованої величини $x(t)$ або, частіше, сигналу помилки $\varepsilon(t)$

$$J = \int_0^{\infty} f[x(t), t] dt \quad (1)$$

Підінтегральна функція $f[x(t), t]$ вибирається таким чином, щоб інтеграл (1) як найкраще характеризував якість і що найпростіше виражався через коефіцієнти передаточної функції замкнутої системи. Щоб інтеграл був таким, що сходиться, тобто мав обмежене значення, у функцію мав обмежене значення, у функцію $f[x(t), t]$ вводять не абсолютні значення $x(t)$ або $\varepsilon(t)$, а їх відхилення від кінцевих, встановлених значень.

Інтегральна оцінка (1) враховує як величину динамічного відхилення, так і тривалість перехідних процесів. Чим менша за величиною оцінка, тим краща якість перехідного процесу.

Найпростішою інтегральною оцінкою є лінійна інтегральна оцінка $J_{\text{л}}$. Якщо перехідна характеристика є монотонною, то можна очікувати, що якість перехідного процесу тим краща, чим менша площа, яка обмежена кривою перехідного процесу і встановленим значенням керованої величини. У цьому сенсі лінійна інтегральна оцінка чисельно дорівнює площі, що обмежена кривою зміни вільної складової керованої величини і лінією рівня нового встановленого значення $x(\infty)$

∞

$$J_{\text{Л}} = \int_0^{\infty} [x(\infty) - x(t)] dt. \quad (2)$$

Недоліком лінійної інтегральної оцінки $J_{\text{Л}}$ є те, що її можна застосовувати лише для аперіодичних перехідних процесів. Інтеграл (2), обчислений для аперіодичної кривої буде явно меншим за інтеграл, обчислений для знакозмінної кривої, хоча якість перехідного процесу в цьому випадку з перерегулюванням буде кращою). Більш того, для незгасаючого гармонійного процесу, який відповідає вкрай незадовільному перехідному процесу, коли $J_{\text{Л}} = 0$, що дає мінімальну оцінку якості (як найкращу якість перехідного процесу).

У зв'язку з цим для коливальних перехідних процесів бажано застосовувати такі інтегральні оцінки, при яких знакозмінність підінтегральної функції тим чи іншим чином усунута.

Такою оцінкою є, наприклад, модульна інтегральна оцінка

$$J_{\text{М}} = \int_0^{\infty} |x(\infty) - x(t)| dt.$$

0

На практиці застосування модульної інтегральної оцінки обмежено труднощами аналітичного обчислення інтеграла від модуля. Тому більшого поширення через її вибірковість і відносну простоту визначення одержала квадратична інтегральна оцінка виду

$$J_{\text{К}} = \int_0^{\infty} [x(\infty) - x(t)]^2 dt$$

Як можна побачити, різні за величиною ординати перехідного процесу входять у критерій з різною вагою (через піднесення до квадрату), в результаті чого вигляд початкової ділянки перехідної характеристики значно більше впливає на величину інтеграла, ніж її «хвіст». Меншому значенню квадратичного критерію тепер будуть відповідати перехідні процеси з меншим перерегулюванням, однак при цьому спостерігається повільне згасання. З метою усунення цього недоліку використовують різні покращені модифікації квадратичного критерію, які використовують інформацію не лише про змінну, а й про її похідні, наприклад, виду

∞

$$J_{\text{KM}} = \int \Delta x(t)^2 + \theta \Delta x(t)^2 dt ,$$

0

де θ – ваговий коефіцієнт, який вибирається відповідно до бажаного часу наростання перехідного процесу.

Як лінійну, так і квадратичну оцінку якості можна обчислити і без побудови перехідного процесу за частотною характеристикою технічної системи та перетворенням Фур'є вхідного сигналу з використанням формули Релея [2]. Однак цей метод дуже трудомісткий і в даний час не знаходить застосування.

Необхідно зазначити, що абсолютні значення будь-якої інтегральної оцінки самі по собі не становлять інтересу. Вони, перш за все, слугують для зіставлення якості перехідних процесів при різних варіантах налаштувань однієї і тієї ж самої або подібних за структурою систем.

Усі розглянуті інтегральні показники використовують, крім того, для визначення оптимальних значень параметрів регулювальних пристроїв технічних систем з автоматичним управлінням. При цьому, оптимальними параметрами вважають такі, які відповідають мінімальному значенню інтегрального показника.

Список використаних джерел:

Бібліографічний опис списку літератури оформлювати з урахуванням розробленого в 2015 році Національного стандарту України [ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання»](#).