

ОПТИМІЗАЦІЯ КРИТЕРІЇВ СТІЙКОСТІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ В УМОВАХ ВПЛИВУ ДЕСТАБІЛІЗУЮЧИХ ФАКТОРІВ

Забезпечення стійкості автоматизованих систем керування набувають особливої актуальності в літальних та інших об'єктах спеціального призначення. Їх функціонування відбуваються в складних умовах експлуатації під впливом декількох внутрішніх і зовнішніх факторів, що потребує постійного і оперативного корегування відхилень від номінальних параметрів. Її математичну модель можливо представити у вигляді нерівностей, яким притаманні коефіцієнти характеристичного рівняння багатопараметричного об'єкта. Алгебраїчні критерії виявляються достатніми при дослідженні систем, які описуються рівняннями відносно невисоких порядків. Для систем, починаючи з п'ятого порядку, використання критеріїв Рауса-Гурвіца набуває складностей, які зростають при врахуванні впливу будь-якого окремого параметра на стійкість системи в цілому. При цьому, фізичні властивості об'єкта однозначно пов'язані між собою математичними залежностями, що призводить до необхідності вирішення лінійних та нелінійних інтегродиференціальних рівнянь. Найбільш розповсюджені і досить ефективно використовуються алгебраїчні критерії Рауса-Гурвіца, в основу яких покладено аналіз системи нерівностей, що утворені із коефіцієнтів характеристичного рівняння, а також частотні критерії Михайлова і Найквіста. Для систем, починаючи з п'ятого порядку, застосовувати критерії Рауса-Гурвіца стає складніше внаслідок зростання об'ємів розрахунків і невизначеностей.

В роботі приведено оптимальні умови забезпечення стійкості систем автоматичного керування, які представляють собою певні математичні моделі, що містять певні коефіцієнти характеристичного рівняння.

Для систем четвертого і вищого порядку, що мають відповідні характеристичні рівняння необхідно і достатньо, щоб всі коефіцієнти характеристичного рівняння, $a_0 > 0$; $a_1 > 0$; $a_2 > 0$; $a_3 > 0$; $a_4 > 0$, $a_5 > 0$, а також визначники Δ_2 і Δ_3 та Δ_n були позитивними. Якщо в процесі пошуку оптимальних умов виявиться, що якийсь із визначників < 0 , то продовжувати пошук значення наступних визначників недоцільно оскільки кінцевий результат буде негативним.

Математична модель стійкості Михайлова, побудована на підставі аналітичних зв'язків між характером перехідного процесу, який виникає при порушенні рівноваги системи. Вона дозволяє враховувати амплітуди і фази вимушених коливань, що встановлюються в системі під впливом синусоїдального характеру. Тому така модель $\overline{A(j\omega)} = P(\omega) + jQ(\omega)$ дозволяє визначити критерій стійкості годографом Михайлова. Він що представляє криву на комплексній площині, яку окреслює вершина вектору $\overline{A(j\omega)}$, при зміні частоти ω від $-\infty$ до $+\infty$. При цьому вектор може повертається на кут $+n\pi$, якщо система стійка, і на кут менше $+n\pi$, якщо система нестійка, де n – порядок диференціального рівняння системи. Оскільки дійсна частина $P(\omega)$ є парною, а уявна частина $jQ(\omega)$ – непарною функцією ω , то годограф Михайлова є симетричним щодо дійсної осі. При моделюванні розглядається криву, що описується вектором $A(j\omega)$ при зміні ω від 0 до $-\infty$.

Основні результати роботи ілюстровані відповідними рисунками і залежностями. Показано, що автоматизована система буде відпрацьовувати з достатньою для практики стійкістю при умові коли годограф Михайлова знаходиться в позитивній частині дійсної осі при зміні частоти ω від 0 до $-\infty$, обертаячись проти руху годинникової стрілки, не обертаячись в нуль, проходячи послідовно n квадрантів (порядок ($n = 1, 2, 3 \dots$ і т. д.)), повертаючись на кут $n\frac{\pi}{2}$.