

РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ЛІНІЙНИХ ПАРАМЕТРИЧНИХ СИСТЕМ ТРЬОМА МЕТОДАМИ

Шаповалов Ю.І., к.т.н. доцент; Смаль Д.Р.

Національний університет

«Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Актуальність задачі оцінки стійкості визначається, з одного боку, потребами проектування параметричних радіоелектронних пристроїв, зокрема, параметричних підсилювачів, з іншого, – необхідністю синтезу, наприклад, робастно стійких систем керування лінійними об'єктами. Задача є достатньо складною, оскільки об'єкти проектування та синтезу описуються системами лінійних диференціальних рівнянь з періодично змінними у часі коефіцієнтами.

У роботі наведені результати оцінки стійкості трьома методами: зробленим нами частотним символьним методом (ЧСМ) [1], методом повільних амплітуд (МПА) [2] та методом, оснований на другому методі Ляпунова (МДМЛ) [3]. Вибір досліджуваних рівнянь продиктовано наявністю результатів оцінки їх стійкості у літературі за МПА та МДМЛ, а за ЧСМ їх найлегше було повторити, оскільки останній реалізовано у пакеті програм аналізу лінійних параметричних кіл SAPC з простим інтерфейсом.

Частотний символьний метод полягає у визначенні коренів знаменника $\Delta(s)$ нормальної передавальної функції $G(s, \xi)$ [1] інерційної частини лінійного параметричного кола (s - комплексна змінна, ξ - момент подачі на коло дельта-імпульсу), яка визначається з диференціального рівняння, побудованого за диференціальним рівнянням, що описує систему у часовій області, згідно відомих правил [4]. Розташування коренів у лівій півплощині комплексної площини $\rho j\omega$ свідчить про асимптотичну стійкість та-

кого кола.

Оцінка стійкості рівняння Мат'є. Рівняння описує коливання у параметричному послідовному коливальному контурі з ємністю $C(t)$, що змінюється за гармонічним законом, m - глибина модуляції, Ω - частота накачування.

Як показано на рис.1 (зони нестійкості заштриховані), отримані результати оцінки стій-

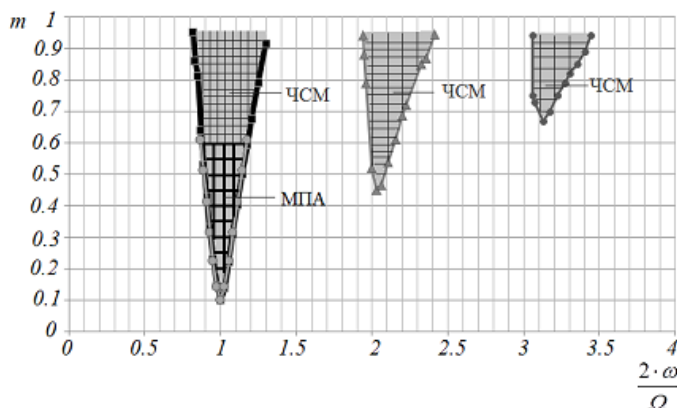


Рис.1. Зони нестійкості рівняння Мат'є: за ЧСМ – зони 1, 2 і 3; за МПА – зона 1

кості за МПА та ЧСМ для першої зони нестійкості рівняння Мат'є виявились достатньо близькими, для інших зон дані застосування МПА відсутні. Застосування МПА до оцінки стійкості рівняння Мат'є вимагає формування відповідних критеріїв для кожної нестійкої зони у той час, коли ЧСМ формує поліноми з символічними параметрами, подальша зміна яких дозволяє виявляти такі зони.

Оцінка стійкості параметричного паралельного коливального контуру. Як показано на рис.2 (зона нестійкості заштрихована), отримані результати оцінки стійкості за МДМЛ виявились не оправдано песимістичними у той час, коли результати за ЧСМ та програмою MicroCAP7, практично, збіглися. Вважаємо, що програма MicroCAP7 забезпечує достатньо точний результат.

З представленого матеріалу витікають наступні висновки. МПА та МДМЛ, на відміну від ЧСМ, вимагають формування критерію оцінки стійкості кожної досліджуваної

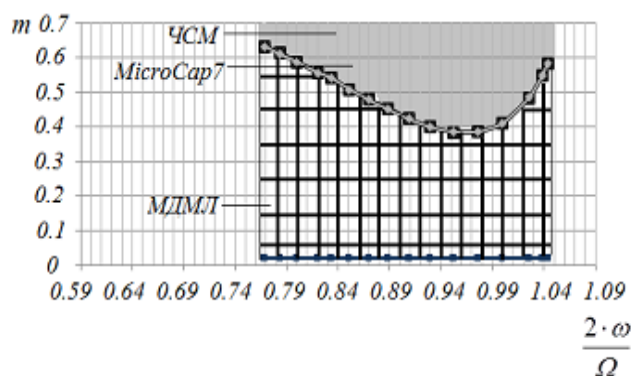


Рис.2. Зона нестійкості паралельного контуру за ЧСМ, за МДМЛ, за програмою MicroCap7

лінійної параметричної системи, що не є зручним при їх практичному застосуванні. ЧСМ, за аналогією з методами оцінки стійкості лінійних систем з постійними параметрами, передбачає обчислення коренів відповідних поліномів, що дозволило порівняно просто будувати алгоритми та про-

грами.

Література

1. Шаповалов Ю. И. Об оценке устойчивости линейных параметрических цепей при частотном символьном анализе / Ю. И. Шаповалов, Б. А. Мандзий, С. В. Маньковский // Изв. Вузов: Радиоэлектроника. – 2010. – № 9. – С 11-17.
2. Анісімов І.О. Коливання та хвилі/Анісімов І.О.; Київський національний університет імені Тараса Шевченка.- К.: 2001 – 218 с.
3. Бирюк Н.Д. Анализ устойчивости параметрического контура вторым методом Ляпунова/ Н.Д. Бирюк, В.В. Белоглазов // Вестник ВГУ, №1, 2003.- С. 30-35.
4. Солодов А.В. Линейные автоматические системы с переменными параметрами / А.В. Солодов, Ф.С. Петров / М.: Наука, 1971. - 620 с.