

УДК 62.50

С. Е. ЧИМИШКЯН

КОНЦЕПЦИЯ НОРМАЛЬНОЙ ДОМИНАНТНОСТИ В ЗАДАЧЕ СИНТЕЗА МНОГОСВЯЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Рассматривается модификация известного частотного метода синтеза многосвязных систем автоматического управления, позволяющая более корректно и целенаправленно сформулировать методику синтеза.

Из 3. Библиогр.: 7 назв.

Մոտիվով է քննարկվում ավելանալի կապակցման համակարգերի համադրման հանրահատիկ համակարգի մեթոդի մի մոდიֆիկացիա, որը ավելի և ավելի ճշգրիտ է կազմակերպում համադրման մեթոդի տարբեր կողմերը և նպատակադրումը:

Одним из методов синтеза многосвязных систем автоматического управления (МСАУ) вида рис. 1, близких к графоаналитическим частотным методам классической теории автоматического управления, является так называемый метод нормализующего компенсатора [1]. Сущность его заключается в синтезе частотной коррекции $K(j\omega)$, обеспечивающей:

а) нормальность частотной передаточной матрицы (ПМ) разомкнутой МСАУ $Q(j\omega)$, т. е. условие

$$Q(j\omega)Q(j\omega)^* = Q(j\omega)^*Q(j\omega), \quad \forall \omega \geq 0, \quad Q(j\omega) = G(j\omega)K(j\omega), \quad (1)$$

где $G(j\omega)$ и $K(j\omega)$ — частотные ПМ объекта и компенсатора;

б) желаемые характеристические годографы (ХГ) $q_i(j\omega)$, $i = 1, m$, т. е. собственные значения частотной ПМ $Q(j\omega)$, где m — число входов (выходов) объекта.

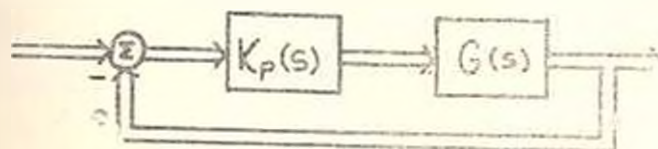


рис. 1. Структура линейной МСАУ

Свойство нормальности (1) позволяет реализовать ряд полезных свойств [1]. Поскольку ряд принципиальных свойств нормальной МСАУ (1) (устойчивость и качество) определяется семейством ХГ, то оказывается возможным свести синтез МСАУ к синтезу отдельных характеристических систем с частотными характеристиками $q_i(j\omega)$ по классической методике. Это позволяет также построить процедуру синтеза абсолютно устойчивых нелинейных МСАУ [2].

В результате такого синтеза получается лишь желаемая частотная ПМ компенсатора $K(j, \omega)$, которую необходимо аппроксимировать физически реализуемой дробно-рациональной ПМ $K_p(s)$. Стандартный подход к этому этапу синтеза заключается в решении задачи наименьших квадратов

$$\min_{K_p} \sum_{n=1}^N w(\omega_n) \|G(j\omega_n) K_p(j\omega_n) - Q(j\omega_n)\|_2^2, \quad (2)$$

где $w(\cdot)$ — функция веса, а $\|A\|_2$ — евклидова норма матрицы A [3]. Однако процедуры типа (2) неэффективны, т. к. отсутствует связь между конечной целью синтеза, т. е. желаемыми свойствами МСАУ, и целью оптимизации параметров коррекции (2), что отмечалось ранее [4, 5].

Для того, чтобы устранить отмеченный недостаток, необходимо изменить концепцию синтеза: добиваться квазинормализации вместо строгой нормализации (1), т. е. построения квазинормальной или нормальной доминантной МСАУ, близкой к идеальной (нормальной) системе (1) в смысле свойств, но не близости частотных характеристик, что не одно и то же. Эффективной мерой близости МСАУ к нормальности (1) служит показатель нормальной доминантности (НД) [4, 6]

$$I(\omega) = \|G(j\omega) K_p(j\omega) - Q(j\omega)\|_2 / \min\{1 + q_1(j\omega)\}, \quad (3)$$

где $\|A\|_2$ — спектральная норма матрицы A [3]. НД МСАУ определяется как МСАУ, для которой выполняется условие НД $I(\omega) < 1$, $\forall \omega > 0$.

Понятие нормальной доминантности позволяет эффективно решить задачу анализа свойства МСАУ по схеме: анализ свойства нормальной части $Q(j\omega)$ по ее ХГ $q_1(j\omega)$ и оценка возможного ухудшения свойства из-за отклонения от нормальности по показателю НД $I(\omega)$ [4, 6]. Однако при синтезе МСАУ больший интерес представляет задача определения границы показателя НД $I(\omega)$, такой, что при выполнении условия $I(\omega) > I^*$, $\forall \omega > 0$ гарантируются свойства НД МСАУ, не хуже заданных. Для каждого отдельного (k -го) свойства МСАУ можно определить специфичную нелинейную функцию вида

$$I_k(\omega) = F_k(\{q_i(j\omega)\}, A_k(\omega), \omega), \quad (4)$$

где $A_k(\omega)$ — характеристика k -го свойства. Таким образом можно рассмотреть:

1) устойчивость; 2) показатель колебательности M ; 3) точность отработки гармонических внешних воздействий; 4) запасы устойчивости или допустимую норму мультипликативной неопределенности; 5) абсолютную и L —устойчивость в спектре (α, β) ; 6) устойчивость методом гармонической линеаризации.

В частности, условие устойчивости линейной МСАУ, представленное на рис. 1, имеет вид $I_1(\omega) = 1$, а показатель колебательности M обесценивается при

$$\bar{L}_i(\omega) = \frac{a(\omega)}{1 + a(\omega)}, \quad a(\omega) = \frac{M - (\min |1 + q_i(j\omega)|)^{-1}}{(\min |1 + q_i(j\omega)|)^{-1}}.$$

Остальные выражения F_k не приводятся из-за их громоздкости.

Общая граница $\bar{L}(\omega)$ определяется как

$$\bar{L}(\omega) = \min_k \bar{L}_k(\omega), \quad \forall \omega > 0. \quad (5)$$

Граница $\bar{L}(\omega)$ позволяет построить эффективную процедуру аппроксимации компенсатора в виде многокритериальной оптимизации параметров $K_p(s)$ с критериями оптимальности [5]

$$L(\omega_n) \approx \bar{L}(\omega_n), \quad \omega = \overline{1, \infty}. \quad (6)$$

Тем самым активно формируется заданное распределение погрешности реализации коррекции $\bar{L}(\omega)$. Очевидно, что такая процедура ориентирована на конечную цель синтеза — свойства МСАУ. Аналогичные построения возможны и на основе мультипликативной формы показателя НД

$$L(\omega) = \|Q(j\omega)^{-1} (1 + j\omega K_p(j\omega) - I) / \min |1 + q_i(j\omega)|^{-1} \|.$$

Таким образом, концепция нормальной доминантности позволяет более корректно и целенаправленно сформулировать методику синтеза (1) и получить в результате более удобную процедуру синтеза.

В качестве примера рассмотрим синтез САУ движением самолета F-8. Объект неустойчив и описывается линеаризованной моделью в пространстве состояний

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \\ y(t) = Cx(t), \end{cases}$$

где

$$A = \begin{bmatrix} -2,6 & 0,25 & -3,8 & 0 \\ -0,075 & -0,27 & 4,4 & 0 \\ 0,078 & 0,99 & -0,23 & 0,052 \\ 1,0 & 0,078 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 17 & 2 \\ 0,082 & -3,2 \\ 0 & 0,046 \\ 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0,1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

с двумя входами (отклонение элеронов и руля направления) и двумя выходами (угол скольжения и скорость рысканья) [7]. Требуется построить линейный компенсатор, обеспечивающий:

1) устойчивость, 2) показатель колебательности $M \leq 1,02$, 3) границу спектральной нормы допустимого мультипликативного возмущения $\leq 0,8$, 4) абсолютную устойчивость САУ в секторе (0,2, 2).

В качестве желаемых ХГ выбраны

$$q_1(s) = \frac{1}{s(0.3s + 1)}, \quad q_2(s) = \frac{233s + 1}{s(233s - 1)(0.3s + 1)},$$

причем неустойчивый полюс ХГ $q_2(s)$ — суть неустойчивый полюс объекта. Устойчивость нормальной части иллюстрируется диаграммой Найквиста на рис. 2.

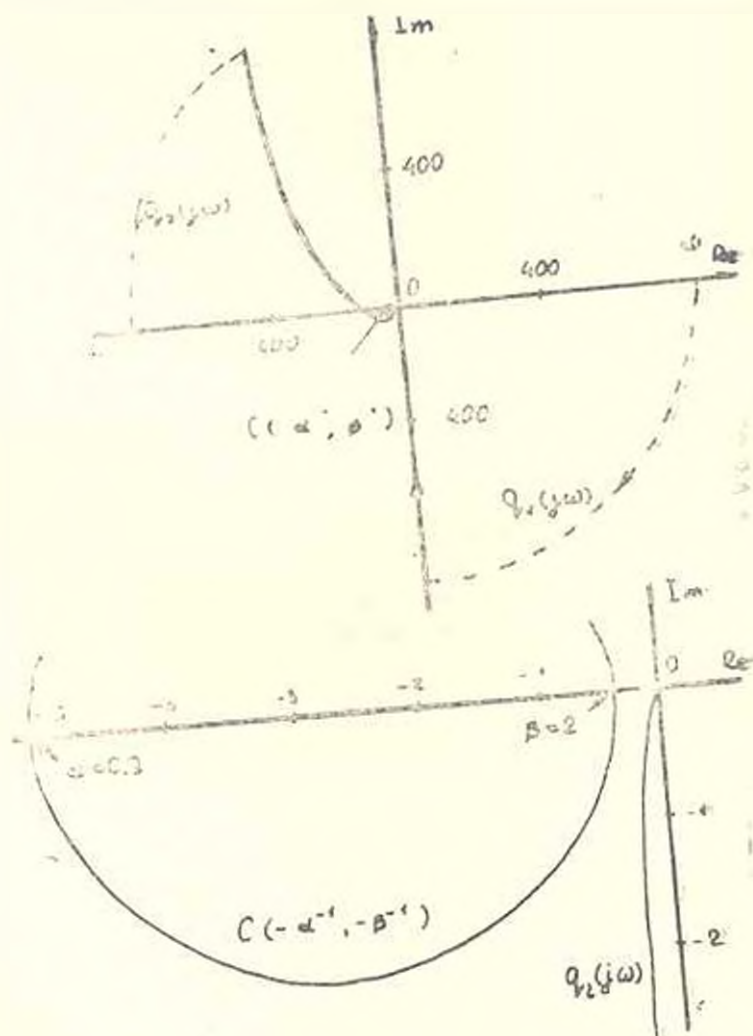


Рис. 2. Диаграмма Найквиста: проверка устойчивости и абсолютной устойчивости в секторе (0.2, 2).

На рис. 3 изображены кривые $\bar{I}_2(\omega)$, $\bar{I}_2 = 1, 4$ (4), соответствующие выбранным ХГ и требуемым выше свойствам МСАУ, результирующая граница $\bar{I}(\omega)$ (5) и истинное значение $I(\omega)$, соответствующее результату оптимизации параметров компенсатора [6]

$$K_p(s) = \frac{0,23(7,3s + 1)(-3,7s + 1)(0,41s + 1)}{s(3,41s + 1)(0,317s + 1)} \cdot \frac{0,258(124s + 1)(0,403s + 1)(0,011s + 1)}{s(1,47s + 1)(0,297s + 1)} \cdot \frac{-1,39(10,7s + 1)(0,0101s^2 + 0,168s + 1)}{s(10,3s + 1)(0,290s + 1)} \cdot \frac{0,782(10s + 1)(0,585s + 1)}{s(1,53s + 1)(1,34s + 1)}$$

Как следует из выводов разностного принципа $\bar{T}(s)$ и $\bar{L}(s)$, требуемые свойства МСАУ достигаются с помощью (12).

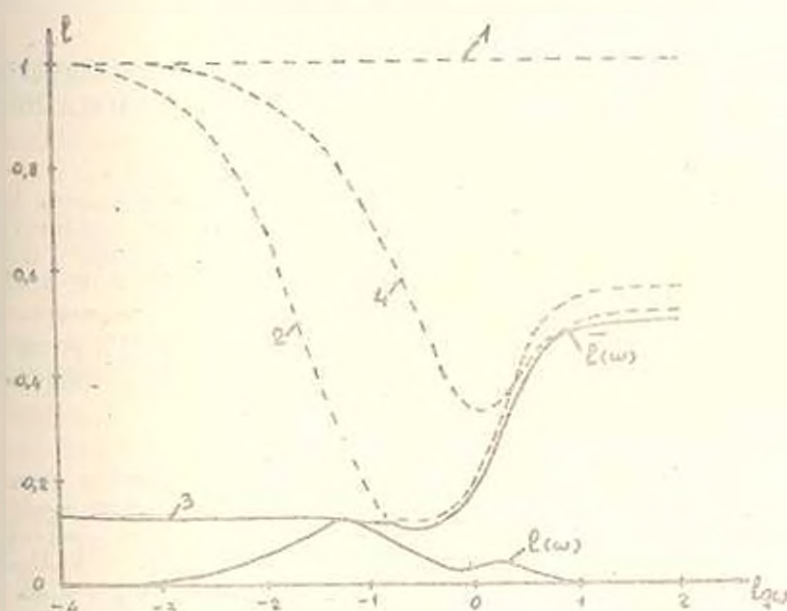


Рис. 3. Границы показателя Д. 1 — устойчивость, 2 — показатель колебательности, 3 — мультиинвариантное возмущение, 4 — абсолютная устойчивость

ЛИТЕРАТУРА

1. Hung V. S., MacFarlane A. G. J. Multi-variable feedback: a quasi-classical approach. — Berlin: Springer, 1982. — 192p.
2. Карелин Э. В., Чимишкий С. Е. Методы синтеза класса абсолютно устойчивых нелинейных многомерных САУ. Изв. АН АрмССР. Сер. ТН. — 1986. — Т. XXXIX, № 4. — С. 43—46.
3. Васильев В. В. Линейная алгебра. — М.: Наука, 1980. — 400 с.
4. Чимишкий С. Е. Проектирование робастных многосвязных САУ: принцип нормального доминантности/Сб. Автоматическое управление объектами с переменными характеристиками. — Новосибирск, 1988. — С. 98—104.
5. Чимишкий С. Е. Методы построения передаточной матрицы компенсатора нормально доминантной многосвязной САУ/Ереван, Ереванск. политех. ин-т. 1989. — 8 с. — Деп. в АрмНИНТИ 12 июля 1989 г., № 33—Ар.

6. Чилинских С. Е. Поразительные доминантные многосвязные системы и их анализ // Изв. вузов СССР. Электромеханика, — 1988 — № 4. — С. 95 — 96.
7. De La Sen M., Marco J. L., Lopez-Abadía C. Multirate adaptive control with applications to linear dynamics of electrical net. J. Control. — 1989. — V. 45. № 1 — P. 749 — 778.

ИИИЭлектромаш

14. IV. 1990

Изв. АН Армении (сер. ТП), т. XLIV, № 5 — 6, 1991, с. 232 — 235.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 681.324

И. П. ХАЧИЯН, А. Г. ТАРХАНИЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВКЛЮЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СТАНЦИЙ В КОЛЬЦЕВУЮ ЛОКАЛЬНУЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНУЮ СЕТЬ

Предлагается способ решения задачи определения последовательности включения транспортных станций (ТС) в локальную вычислительную сеть, архитектура которой соответствует международному стандарту 8802.7. Задача сведена к построению минимального цикла (ПЦ) графа, вершинами которого являются ТС. Разработаны и исследованы алгоритмы построения ПЦ. Способ позволяет обеспечить наибольшую пропускную способность сети и минимизировать ее стоимость. Оценка пропускной способности производится на основе имитационной модели сети. Способ используется при синтезе топологии локальных вычислительных сетей.

Табл. 1. Библиогр.: 2 назв.

Ստացարկված է 8802.7 միջազգային ստանդարտին համապատասխանող տեղային հաշվարկային ցանցի արանձադրության կայանների միացման հաջորդականության որոշման խնդիրը լուծման միջոցով: Խնդիրը վեր է ածված ափսոսելի համախառնյան ցիկլի կառուցմանը, որի լուծումները հերկայանում են արանձադրության կայանները մշակված և նետարդված են համախառնյան ցիկլի կառուցման ավարտի մեկը: Ստացարկված միջոցը թույլ է տալիս ապահովել հաշվարկային ցանցի մեծագույն արագագործությունը և միաժամանակ նվազեցնել նրա արժեքը: Հաշվարկային ցանցի արագագործությունը որոշվում է ցանցի նմանակման մոդելի օգնությամբ: Միջոցը օգտագործվում է տեղային հաշվարկային ցանցերի տուրքերի համալիրման ժամանակ:

В связи с массовым использованием локальных вычислительных сетей (ЛВС) задачи, возникающие при их проектировании, являются актуальными. Особое место среди них занимает задача синтеза топологии ЛВС. В [1] приводится описание метода синтеза топологии кольцевой ЛВС. Метод применим для ЛВС конкретного типа, соответствующего международному стандарту 8802.7. Согласно методу на одном из этапов синтеза топологии решается задача определения последовательности включения транспортных станций (ТС) в ЛВС. В работе предлагается способ решения этой задачи. Исходными данными указанной задачи являются: число ТС и координаты мест их расположения; возможные способы соединения ТС между собой; допустимое время выполнения совокупности задач T_i .