

Т.Н. ОГАННИСЯН, А.Р. ЧИЛИНГАРЯН, О.Н. ГАСПАРЯН

**О ПРИМЕНЕНИИ L1 АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ
В ОДНОМЕРНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

Рассмотрены некоторые вопросы, связанные с устойчивостью адаптивных одномерных (имеющих один вход и один выход) систем управления, предназначенных для компенсации внешних возмущений. Основываясь на свойствах положительных действительных передаточных функций, показано, что подобные системы устойчивы при произвольно больших значениях коэффициента адаптации, даже в случае систем с правосторонними нулями.

Ключевые слова: одномерная система управления, адаптивное управление, эталонная модель, устойчивость, положительная действительная система.

T.N. HOVHANISSYAN, A.R. CHILINGARYAN, O.N. GASPARYAN

**APPLICATION OF L1 ADAPTIVE CONTROL IN ONE-DIMENSIONAL
CONTROL SYSTEMS**

Some issues concerning the stability of SISO (i.e. having one input and one output) adaptive control systems for rejecting the external disturbances are discussed. Based on the properties of positive real transfer matrices, it is shown that such systems are stable for arbitrary large values of the adaptation gain, even in the case of systems with right half plane zeros.

Keywords: single input single output (SISO) control system, adaptive control, reference model, stability, positive real system.

ՀՏԴ 62-50

Վ.Հ. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

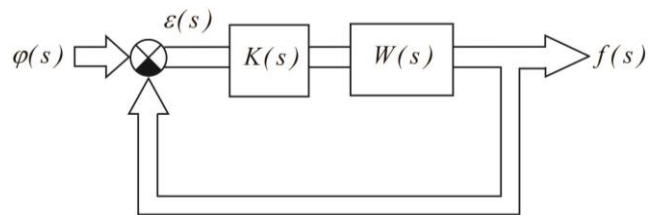
**ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ԴԱՍԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ԿԻՐԱՌՄԱՄԲ ԲԱԶՄԱԶԱՓ
ԱՎՏՈՄԱՏ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՄԱՆ ԳՐԱՖԻԿԱԿԱՆ
ԻՆՏԵՐՖԵՅՍ**

MATLAB ծրագրային լեզվով ստեղծվել է գրաֆիկական ինտերֆեյս բազմաչափ ավտոմատ կառավարման համակարգերի (ԲԱԿ) կարգավորիչների ընտրության համար, որը հնարավորություն է տալիս նախագծել ԲԱԿ-երը (ընդհանուր տեսքի, միատիպ, ցիրկուլյանտ և այլն)՝ դասական միաչափ համակարգերի կիրառմամբ: Այդ ինտերֆեյսի միջոցով կատարվել է տարբեր տեսակի համակարգերի կայունության վերլուծություն՝ Նայքվիստի չափանիշի կիրառմամբ:

Առանցքային բառեր. միաչափ և բազմաչափ ավտոմատ կառավարման համակարգեր, միատիպ, ցիրկուլյանտ համակարգեր, կարգավորիչ, գրաֆիկական ինտերֆեյս, համակարգի կայունություն, Նայքվիստի չափանիշ:

Բազմաչափ ավտոմատ կառավարման համակարգերի հետազոտումը ընդհանուր դեպքում շատ բարդ է և միայն որոշ մասնավոր՝ առանձնահատուկ տեսակի (միատիպ, ցիրկուլյանտ և այլն) համակարգերի համար է այն համեմատաբար պարզ տեսք ընդունում:

ԲԱԿ-երի նախագծում ասելով հասկանում են $W(s)$ փոխանցման մատրից ունեցող տրված կառավարվող օբյեկտով համակարգին հաջորդաբար միացված այնպիսի $K(s)$ մատրիցային կարգավորիչի ընտրությունը (նկ. 1), որն ապահովում է փակ ԲԱԿ-ի պահանջվող որակական հատկանիշները:



Նկ. 1. ԲԱԿ-ի մատրիցային կառուցվածքային սխեման

[1,3]-ում առաջարկվել է դասական միաչափ համակարգերի կիրառմամբ, համապատասխանաբար, ընդհանուր տեսքի և միատիպ ԲԱԿ-երի նախագծման մի մոտեցում, որի էությունն այն է, որ որևէ r -րդ մուտքից մեկ այլ՝ m -րդ ելք գնացող k_{mr} կապը խզելու և առանձնացնելու միջոցով բազմաչափ ավտոմատ կառավարման համակարգի նախագծումը հանգեցվում է միաչափ համակարգի նախագծման: Ընդ որում, N -չափանի քառակուսային համակարգի համար ունենում ենք N^2 տարբեր տարրեր ընտրելու հնարավորություն: Փոփոխելով ուժեղացման k_{mr} գործակիցը՝ կառավարման դասական, միաչափ մեթոդներով կարելի է հետազոտել բազմաչափ ավտոմատ կառավարման համակարգը, նրա կայունությունը, կայունության պաշարը և այլն:

Այն դեպքում, երբ կառավարվող օբյեկտը բնութագրվում է ցիրկուլյանտ մատրիցով, որպես $K(s)$ կարգավորող մատրից նպատակահարմար է օգտագործել կարգավորիչ, որի փոխանցման մատրիցը նույնպես ցիրկուլյանտ է [2], այսինքն՝ կարող է ներկայացվել

$$K(s) = k_0(s)I + \sum_{n=1}^{N-1} k_n(s)U^n \quad (1)$$

տեսքով, որտեղ $k_n(s)$ ($n=0,1,2,\dots,N-1$)-ը ցիրկուլյանտ $K(s)$ մատրիցի առաջին տողի տարրերն են, իսկ U -ն՝ տեղափոխությունների օրթոգոնալ մատրիցը: Ցիրկուլյանտ համակարգերի համար սկզբնական կառուցվածքը պահպանելու նպատակով վերը նշված մոտեցման մոդիֆիկացված տարբերակ է առաջարկվել, որը հիմնվում

է $K(s)$ կարգավորիչի (1) ներկայացման վրա: Քանի որ $K(s)$ ցիրկուլյանտ մատրիցային կարգավորիչը կախված է N հատ սկալյար $k_0(s), k_1(s), \dots, k_{N-1}(s)$ փոխանցման ֆունկցիաներից, ուստի ունենք N այլընտրանքային համարժեք տարբերակներ՝ դրանցից որևէ մեկի ընտրության և փոփոխման միջոցով $K(s)$ կարգավորիչի նախագծման համար:

Կարգավորիչի ընտրությունը կախված է տարբեր գործոններից, որոնց թվում մեծ դեր են խաղում նաև նախագծողի փորձն ու նախասիրությունները: Նշված մոտեցումներով ԲԱԿ-երի նախագծումը հեշտացնելու նպատակով MATLAB ծրագրային լեզվով ստեղծվել է գրաֆիկական ինտերֆեյս տարբեր տեսակի (ընդհանուր տեսքի, միատիպ, ցիրկուլյանտ, հակացիրկուլյանտ) կառավարման համակարգերի կարգավորիչների ընտրության համար:

Գրաֆիկական ինտերֆեյսը հնարավորություն է տալիս ընտրել ԲԱԿ-ի չափողականությունը (System size), տեսակը (System Type), ներկայացման մոդելը (System Model):

Գրաֆիկական ինտերֆեյսի բաղադրիչ մասերը հայտնվում են աստիճանաբար՝ կատարված ընտրություններին և ճիշտ մուտքագրումներին զուգընթաց: Միայն կատարված մուտքագրումների դեպքում էկրանին հայտնվում է հաղորդագրություն այդ մասին:

ԲԱԿ-ի չափողականությունը ընտրելուց հետո հայտնվող համակարգի տեսակը (System Type) նշող խմբից կարող ենք ընտրել՝

- General – ընդհանուր տեսքի ԲԱԿ-երի համար,
- Uniform – միատիպ ԲԱԿ-երի համար,
- Circulant – ցիրկուլյանտ ԲԱԿ-երի համար,
- Anti-Circulant – հակացիրկուլյանտ ԲԱԿ-երի համար:

Միևնույն օբյեկտը կարող է նկարագրվել տարբեր մոդելներում՝

- փոխանցման ֆունկցիայի tf մոդելում,
- զրոների, բևեռների, ուժեղացման գործակիցների zpk մոդելում,
- վիճակների տարածության ss մոդելում,
- հաճախականությունների FRD մոդելում:

ԲԱԿ-ի ներկայացման մոդելը (System Model) նշող խմբից կարող ենք ընտրել՝

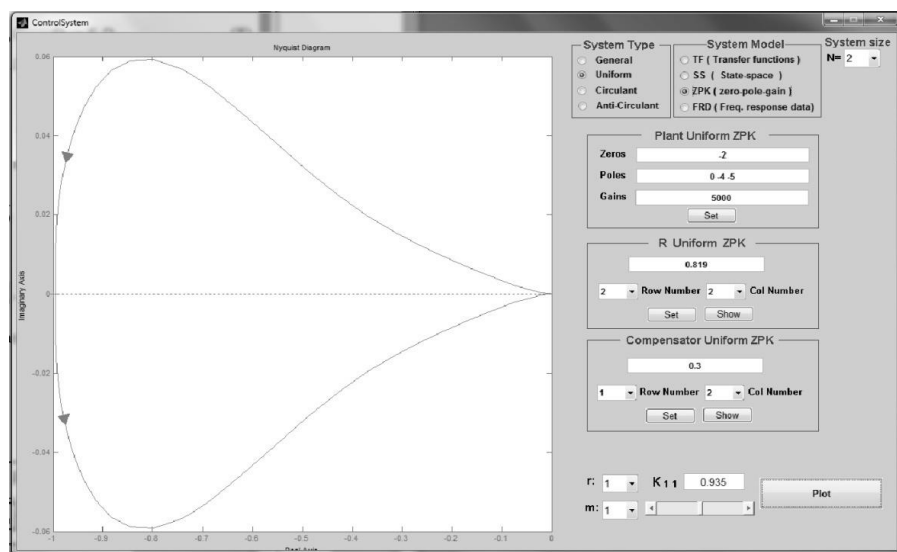
- TF(Transfer functions) – փոխանցման ֆունկցիայի tf մոդելի համար,
- SS (State space) – վիճակների տարածության ss մոդելի համար,
- ZPK (zero-pole-gain)–զրոների, բևեռների, գործակիցների zpk մոդելի համար,
- FRD (Freq. response data) – հաճախականությունների FRD մոդելի համար:

ԲԱԿ-ի ընտրված տեսակի և մոդելի զույգին համապատասխան բացվում են օբյեկտի և կարգավորիչի փոխանցման ֆունկցիաները կամ վիճակների տարածության մատրիցների տարրերը ներմուծելու համար նախատեսված դաշտերի և կո-

ճակների խմբերը, որոնք հնարավորություն են տալիս տարր առ տարր ներմուծել (Set) կոճակով կամ դիտել (Show) կոճակով ներմուծված տարրերը:

ԲԱԿ-ն ներմուծելուց հետո, կախված նրա տեսակից, ընտրվում է r -րդ մուտքից m -րդ ելք գնացող k_{mr} կապը, որը խզելու և առանձնացնելու միջոցով փոփոխում ենք նրա ուժեղացման գործակիցը և սեղմելով Plot կոճակը՝ կառուցված Նայքվիստի կորի միջոցով պարզում ԲԱԿ-ի կայունության հարցը (նկ. 2):

Գրաֆիկական ինտերֆեյսի ծրագրային կոդը բաղկացած է ավելի քան 2000 տողից:



Նկ. 2. ԲԱԿ-ի կայունության վերլուծություն ինտերֆեյսի միջոցով

Եզրակացություն: Այսպիսով, ստեղծված գրաֆիկական ինտերֆեյսը թույլ է տալիս դասական միաջախի համակարգերի միջոցով տարբեր տեսակի ԲԱԿ-երի (ընդհանուր տեսքի, միատիպ, ցիրկուլյանտ և այլն) նախագծման համար հեշտությամբ ընտրել կարգավորիչներ և կատարել այդ համակարգերի կայունության վերլուծություն՝ Նայքվիստի չափանիշի կիրառմամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Մանուկյան Վ.Հ.** Բազմաջախի ավտոմատ կառավարման համակարգերի կազավորիչների ընտրությունը կառավարման դասական մեթոդների կիրառմամբ // ՀՊՃՀ Լրաբեր. Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու. - Երևան, 2014. - Մաս 1.- էջ 134-139:
2. **Егизарян Г.Г., Уликан А.Т., Манукян В.Г.** Проектирование многомерных циркулянтных систем автоматического регулирования // Тезисы докладов VIII Международной научно-практической конференции «Наука и образование без границ – 2012», 07-15.12. 2012 г., Sp. zo.o. “Nauka I studia”. - Przemysl, Польша, 2012.- С. 29-32.

3. **Манукян В.Г.** Проектирование однотипных многомерных систем автоматического регулирования с помощью скалярных критериев // XV Международная научная конференция “Актуальные вопросы современной техники и технологии”. - Россия, Липецк, 24 апреля 2014. - С. 28-33.

В.Г. МАНУКЯН

**ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
МНОГОМЕРНЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ
КЛАССИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

На программном языке MATLAB разработан графический интерфейс для выбора регуляторов многомерных систем автоматического управления (МСАР), который позволяет проектировать МСАР (общего вида, однотипного, циркулянтного и т.д.) на основе классических методов теории одномерных систем автоматического регулирования. С помощью этого графического интерфейса проведен анализ устойчивости систем различных типов с применением критерия Найквиста.

Ключевые слова: одномерные и многомерные системы автоматического управления, однотипная система, циркулянтная система, регулятор, графический интерфейс, устойчивость системы, критерий Найквиста.

V.H. MANUKYAN

**A GRAPHIC INTERFACE FOR DESIGNING MULTIDIMENSIONAL
AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS BY CLASSICAL METHODS**

A graphic interface (GUI) for choosing controllers of multidimensional systems of automatic control allowing to design MSAC of a common, uniform, circulant, etc. types on the basis of classical methods of the automatic regulation theory is developed. With the help of that graphic interface the stability analysis of systems of different types by using the Nyquist criterion is carried out.

Keywords: one-dimensional and multidimensional systems of automatic control, uniform system, circulant system, regulator, graphic interface, system stability, Nyquist criterion.