

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Джурі Э., Ли В. Абсолютная устойчивость систем со многими нелинейностями//Автоматика и телемеханика.—1965.—Т. 26, № 6.—С. 945—965.
2. Резван В. Абсолютная устойчивость автоматических систем с запаздываниями.—М.: Наука, 1983.—360 с.
3. Цыпкин Я. З., Попков Ю. С. Теория нелинейных импульсных систем.—М.: Наука, 1973.—416 с.
4. Гаспарян О. Н. Исследование абсолютной устойчивости нелинейных многосвязных систем методом характеристических передаточных функций//Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1986.—Т. XXXIX, № 5.—С. 23—29.
5. Чимишкян С. Е. Нормальная аппроксимация, числовая область и графические критерии абсолютной устойчивости многосвязных САУ/Ереванск. политехи. ин-т.—Ереван, 1986.—36 с.—Деп. в АрмНИИНТИ 29.07.1986, № 37—Ар.
6. Цыпкин Я. З. Основы теории автоматических систем.—М.: Наука, 1977.—560 с.
7. Чимишкян С. Е. Квадратичные оценки качества процессов для класса нелинейных многосвязных САУ/Ереванск. политехи. ин-т.—Ереван, 1986.—26 с.—Деп. в АрмНИИНТИ 28.11.1986, № 50—Ар.
8. Харрис К., Валенка Ж. Устойчивость динамических систем с обратной связью.—М.: Мир, 1987.—360 с.
9. Карсян Э. В., Чимишкян С. Е. Метод синтеза класса абсолютно устойчивых нелинейных многосвязных систем автоматического управления//Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1986.—Т. XXXIX, № 4.—С. 43—46.

ЕрПИ им. К. Маркса

4. IX. 1987

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 5 1989, с. 251—257

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 681.3.06.001.2:66.012—52

Г. Г. АРУНЯНЦ, Е. А. ШАРАБХАНИЯН, М. А. РАФАЕЛЯН

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЛОГИЧЕСКИЙ СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ САУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Приведены результаты разработки программного комплекса автоматизированного логического структурного синтеза САУ параметров ХТС, реализующего алгоритмы анализа причинно-следственных связей параметров объекта с выявлением оптимальных вариантов организации контуров регулирования на основе результатов анализа статических и динамических характеристик.

Ил. 1. Библиогр.: 1 назв.

ներկայացված են ավտոմատ կարգավորող համակարգի ավտոմատացված արամարանական կառուցվածքային սինթեզի ծրագրերի մշակումների արդյունքները ֆինիկա-տեխնոլոգիական համակարգի պարամետրերի համար, որը կրակատացվում է օբյեկտի պարամետրերի պատահականացմանը կապերի վերլուծության արդյունքները կարգավորման արժույթների չափազանց աստիճանների բացահայտմամբ, վերլուծության արդյունքների աստիճան և դինամիկ բնութագրությունների հիման վրա:

Любая методология проектирования систем автоматического регулирования (САУ) ХТС должна обеспечивать возможность эффек-

тивного выбора векторов управляющих и регулируемых переменных и их объединения в замкнутые контуры автоматического управления. Обычный подход к решению этих проблем количественно основывается на математических моделях ХТС и регуляторов. Однако вычислительные алгоритмы, основанные на таких методах, хорошо работают лишь в ограниченном пространстве возможных условий.

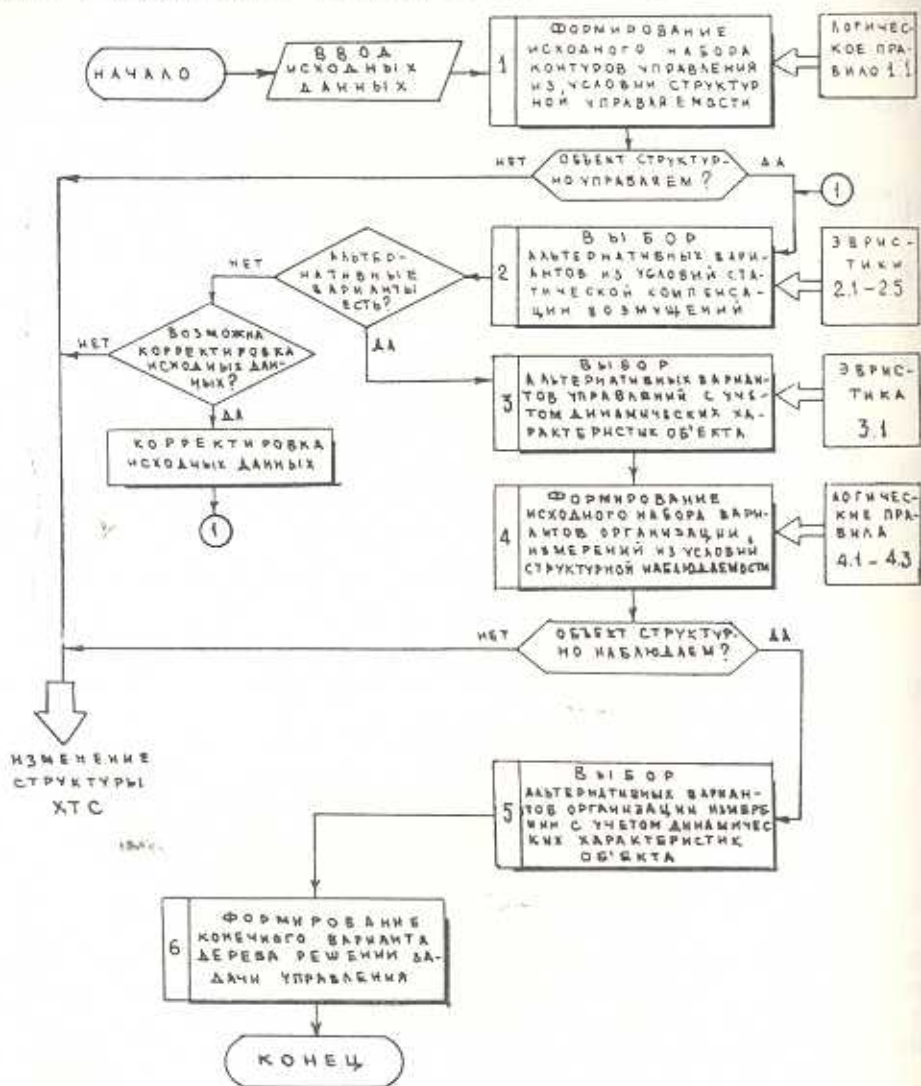


Рис. Основные этапы автоматизированного выбора организации контуров управления САУ ХТС.

Для САПР, САУ параметров ХТС эта проблема решена с использованием программного комплекса логического структурного синтеза «LOGSIN», реализующего алгоритм построения деревьев подзадач управления, основанный на анализе причинно-следственных связей переменных объекта заданной топологической структуры.

При разработке последовательности этапов и процедур автоматизированного выбора организации контуров управления САР ХТС (рис.) учитывались степень важности различных критериев и показателей, используемых при синтезе САР, а также присущая принятому принципу формирования структур естественная последовательность выполнения некоторых процедур в процессе анализа и выбора альтернатив. Это позволило организовать рациональный процесс проектирования с минимально возможным числом итераций.

Исходной информацией для решения задачи в системе «LOGSIN» являются:

— векторы заданных целей регулирования Θ_i ($i \in \bar{n}$), входных управляемых X_m ($m = \overline{1, M1}$), измеряемых Y_l ($l = \overline{1, M2}$) и возмущающих Z_n ($n = \overline{1, M4}$) параметров объекта;

— допустимые и ограничивающие значения входных независимых (управляемых, возмущающих) переменных (ΔG_m , ΔG_m^{\min} , ΔG_m^{\max});

причинно-следственный граф объекта $G(N, V)$ (N — узлы графа, обозначающие переменные; V — ориентированные дуги, определяющие влияние причины), представленный в виде матрицы связи K ($L1, L2$) ($L1, L2 = \overline{1, L_1}$), где L_1 — число всех параметров объекта.

Формирование исходного набора пар (контуров) «управляющая переменная — цель регулирования» (этап 1, рис.) осуществляется прослеживанием распространения влияния ограничивающей переменной в сигнальном графе процесса с использованием следующего логического правила.

1.1. Входные переменные объединяются оператором «ИЛИ», если управление любой из входных переменных достаточно для регулирования ограничивающей переменной (θ_i):

$$\Omega = (n_j \vee n_p \vee \dots \vee n_m), \quad i \in \bar{n}, \quad n_j, n_l, \dots, n_m \in X, \quad (1)$$

где \bar{n} — число выбранных целей, X — множество управляемых независимых входов, Ω_i ($i \in \bar{n}$) — вектор всех возможных управлений i -ой целью (θ_i).

На этапе 1 наряду с формированием вектора управлений Ω_i ($i \in \bar{n}$) формируется вектор всех возмущающих параметров, влияющих на выбранные цели:

На этапе 1 наряду с формированием вектора управлений Ω_i ($i \in \bar{n}$) формируется вектор всех возмущающих параметров, влияющих на выбранные цели:

$$d_i = (n_j \vee n_l \vee \dots \vee n_m), \quad i \in \bar{n}, \quad n_j, \dots, n_m \in Z, \quad (2)$$

где Z — множество возмущений объекта.

Для всех полученных каналов воздействий $n_i = \theta_i^*$ ($n_i \in X$, $i \in \bar{n}$), $n_k = \theta_i^*$ ($n_k \in Z$, $i \in \bar{n}$) осуществляется расчет основных ха-

рактических кривых разгона (τ — время запаздывания, T_i — постоянная времени, K^0 — коэффициент условия) для ступенчатых возмущений [1].

Выбор из исходного набора контуров управления вариантов, удовлетворяющих условиям статической компенсации возмущений (этап 2) осуществляется с использованием следующих эвристик.

2.1. Из ряда пар $n_j \Theta_j, \dots, n_l \Theta_l, \dots, n_m \Theta_m$ пара $n_j \Theta_j$ наиболее приемлема, если $\Delta G_l K_{li}^0 > \Delta G_j K_{jl}^0 > \dots > \Delta G_m K_{ml}^0$, где m, l, j — индексы входов канала; i — индекс цели (выход канала).

2.2. Пара $n_j \Theta_j$ ($n_j \in X, i \in \bar{n}$) исключается из последующего рассмотрения, если $\Delta G_j K_{jl}^0 < \Delta G_l K_{li}^0$ ($n_l \in Z$).

2.3. Пары $n_l \Theta_l, \dots, n_m \Theta_m$ в ряде $n_j \Theta_j, \dots, n_l \Theta_l, \dots, n_m \Theta_m$, ранжированном по $\Delta G K^0$ ($\Delta G_l K_{li}^0 > \dots > \Delta G_j K_{jl}^0 > \dots > \Delta G_m K_{ml}^0$), исключаются из рассмотрения, если существует единственно возможная или ранее выбранная пара $n_p \Theta_p$ ($p \in \bar{n}$).

2.4. При заданных спецификации целей $C = F(\Theta_i, i \in \bar{n})$ и векторе возможных управлений X объект неуправляемый, если существуют единственно возможные пары $n_j \Theta_j$ и $n_p \Theta_p$ ($l, p \in \bar{n}$).

2.5. В структуру управления включается контур стабилизации $n_j \Theta_j^*$ ($\Theta_j^* \Rightarrow n_j$), если параметр управления n_j оказывает наибольшее влияние на все цели и статическая компенсация его действия для одной из них невозможна.

В случаях, когда выявленное в результате проведения этапа 1 единственно возможное управление n_l l -ой цели оказывается на первом месте вектора Ω_j , осуществляется попытка смещения его на последнее место уменьшением ΔG_l при соблюдении условия

$$\Delta G_l - \Delta g > \Delta G_l^{\min} \quad (3)$$

при

$$\Delta g = (\Delta G_l K_{li}^0 - \Delta G_m K_{mi}^0) / K_{lj}^0, \quad (4)$$

где m — номер параметра, находящегося на последнем месте в векторе Ω_j .

При невозможности перевода n_l на последнее место в Ω_j выполняется процедура $\Delta G_l = \Delta G_l^{\min}$ и проверяется условие его сохранения на первом месте в Ω_j после проведения повторного ранжирования его по $\Delta G_l K_{li}^0$.

Невозможность перевода n_l с первого места в Ω_j при $\Delta G_l = \Delta G_l^{\min}$ определяет необходимость проверки возможности реализации этой операции увеличением ΔG_l следующих за ним всех или, по меньшей мере, одного параметра вектора Ω_j при условии

$$\Delta G_k + \Delta \bar{g} < \Delta G_k^{\max}, \quad (5)$$

где

$$\Delta \bar{g} = (\Delta G_i K_{ij}^0 - \Delta G_k K_{kj}^0) K_{kj}^0. \quad (6)$$

Любые повторные изменения ΔG для анализируемых управлений должны осуществляться только в одном направлении (уменьшения или увеличения).

Все операции, связанные с уменьшением ΔG анализируемых управлений, сопровождаются проверкой условия статической компенсации возмущений

$$(\Delta G_i - \Delta g) K_{il}^0 > \Delta G_k^* K_{kl}^0, \quad (7)$$

где ΔG_k^* — максимальное возмущение на l -ую цель.

Если в результате всех проведенных операций параметр n_i сдвигается с первого места на последнее в векторе Ω_j , n_i исключается из последующего анализа Ω_j . Если n_i смещается с первого места, но не на последнее — из Ω_j исключается n_i и следующие за ним параметры управления. Невозможность смещения n_i с первого места вектора Ω_j свидетельствует о неуправляемости объекта и необходимости параметра его исходной структуры. В случаях необходимости ввода контура стабилизации $n_i \Theta_i^*$ ($\Theta_i^* \Leftrightarrow n_i$) параметр n_i исключается из векторов управлений всех анализируемых полей.

Оставшиеся после выполнения этапа 2 альтернативные варианты анализируются (этап 3) с целью выбора организаций контуров, имеющих наилучшие динамические характеристики τ/T с использованием следующего эвристического правила.

3.1. Из ряда пар $n_j \Theta_j, \dots, n_l \Theta_l, \dots, n_m \Theta_m$, удовлетворяющих условиям статической компенсации возмущений, пара $n_i \Theta_i$ наиболее

приемлема, если $\frac{\tau_{l_i}}{T_{l_i}} < \frac{\tau_{j_i}}{T_{j_i}} < \dots < \frac{\tau_{m_i}}{T_{m_i}}$.

В результате проведенного ранжирования по τ/T на первых местах в векторах Ω ($i \in \bar{n}$) i -ой цели, ранжированных по ΔGK^0 и τ/T , может оказаться одно и то же уравнение n_k . В этом случае осуществляются операции перевода n_k в векторах других целей по возможности на последние места и их исключение с использованием описанных выше процедур по изменению ΔG .

Если управление n_k , расположенные на первом месте в векторе Ω_i , ранжированном по τ/T , не стоит на первом месте в векторе Ω_i , ранжированном по ΔGK^0 , осуществляется перевод n_k по возможности на первое место в Ω_i , ранжированном по ΔGK^0 с использованием процедур (3), (5). Если это не дает желаемого результата, анализ и модификация осуществляется для управлений n_1, \dots, n_m , следующих за n_k в векторе Ω_i , ранжированном по τ/T , до достижения перевода

на первое место в Ω_i , ранжированном по ΔGK^0 , управления с индексом анализируемого параметра Ω_i , ранжированного по τ/T . После этого также проводятся описанные выше операции исключения выбранного управления из последующего анализа для других целей.

В результате может возникнуть ситуация, при которой в векторе Ω_m m -ой цели не осталось ни одного управления. В этом случае осуществляется возврат к повторному анализу m -ой цели с рассмотрением следующего за ранее выбранным управления в векторе Ω_m , ранжированном по τ/T . Эта процедура повторяется до исключения возникшей ситуации.

В случаях, когда анализируемая цель не измеряется непосредственно, ее величину определяют с помощью косвенных измерений других параметров, которые идентифицируются прослеживанием распространения цели регулирования θ_i ($i \in \bar{n}$) сигнальном графе процесса (этап 4) с использованием следующих логических правил.

4.1. Для переменных, на которые влияют ограничения, встретившиеся переменные объединяются с ограничивающей переменной с помощью оператора «ИЛИ». Однако, если на встретившуюся переменную влияют другие переменные процесса, на которые не влияет ограничение, то эти переменные объединяются с встретившейся переменной с помощью оператора «И»

$$n_j = (n_j \vee (n_j \wedge n_p \wedge \dots \wedge n_c)) \vee \dots \vee n_m), \quad (8)$$

$$i \in \bar{n}, \quad n_j, n_p, \dots, n_m \in Y.$$

4.2. Для переменных, которые влияют на ограничение, встретившиеся переменные объединяются с ограничивающей переменной с помощью оператора «И»

$$n_i = (n_j \wedge n_p \wedge \dots \wedge n_m), \quad i \in \bar{n}, \quad n_j, \dots, n_p, \dots, n_m \in Y, \quad (9)$$

В формируемый на этапе 4 набор вариантов косвенных измерений анализируемых целей включаются только те параметры, которые непосредственно измеряются. Последующий анализ вариантов организации измерений осуществляется с помощью нижеследующего эвристического правила.

4.3. При наличии в анализируемом варианте измерения $n_l = F(n_j, j \in d)$ дискретно измеряемого параметра n_j ($n_j \in Y^*$, $l \in d$), целесообразно формирование варианта $n_l = F(n_j, n_m)$, $j \neq m$, ($j, m \in d$), если возможно косвенное аналоговое измерение $n_l = F(n_m, m \in d)$.

Полученные альтернативные варианты анализируются на этапе 5 с целью исключения из них вариантов, не удовлетворяющих условию

$$\tau_{n_j} < \tau_{n_l}, \quad n_j \in Y, \quad i \in \bar{n}, \quad (10)$$

где τ_{n_j} — время запаздывания измерения i -ой цели путем измерения параметра n_j , τ_{z_j} — время запаздывания выбранного канала воздействия «управляющая переменная — i -ая цель».

В результате работы комплекса «LOGSIN» формируется дерево структур регулирования параметров анализируемой ХТС (этап 6).

Проведенный анализ результатов использования комплекса «LOGSIN» при проектировании систем автоматизации различных объектов отрасли показал, что предложенный метод построения логических деревьев управления находится в полной согласованности с необходимыми условиями структурной управляемости и наблюдаемости.

Программный комплекс «LOGSIN» и все используемые при его работе модули реализованы на алгоритмическом языке *PL/1 ОС ЕС* (MVT, 6.1) и используются в настоящее время в Ереванском отделении ОНПО «Пластполимер» при разработке САР технологических параметров производств винилацетата и его производных.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Армянц Г. Г. и др. Эволюционный алгоритм в комплексе программ оптимального проектирования САР параметров ХТС с использованием критерия сложности // Химическая технология. — 1985. — № 6. — С. 50—53.

Е/в ОНПО «ПЛАСТПОЛИМЕР»

28. I. 1988

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 5, 1989, с. 257—259

СДК 621.913.01:621.833

С. С. АВДАЛЯН, Э. А. ГОМКНЯН, Э. Г. САРКИСЯН

СИНХРОНИЗАЦИЯ, ЗАПОМИНАНИЕ И КОММУТАЦИЯ ИССЛЕДУЕМОГО ПРОЦЕССА ПРЕРЫВИСТОГО РЕЗАНИЯ

Предложенный способ синхронизации, запоминания и коммутации процесса прерывистого резания позволяет производить комплексную регистрацию и фиксацию получаемой при экспериментах информации. Создается возможность выделения информации в разных промежуточных времени для каждого параметра процесса резания с обеспечением желаемой раздérтки на осциллографах, а также расчленения информационного сигнала по зонам.

Մեղադրված կտրման երևույթի նկատարման համակարգի սինթեզը, հիշում և փոխանցման անջատիվում մեթոդը ապահովում է փորձերից ստացված ինֆորմացիայի միանմանումից հրահանգը և սեկցիոնը շարափորսիջում և սահմանում կտրման երևույթի բարձրագույնը արժանեարի ինֆորմացիայի տեղադրում՝ ապահովելով օպերատորիի շնչկարծ փոփոխը և ինֆորմացիոն ազդանշանի բաժանումը ըստ տեղանշաների:

При исследовании сложных прерывистых процессов резания возникает необходимость выделения той информации, которая представ-