

В. Д. КУЗЕНКОВ, Л. А. НАЗАРОВА

ЧАСТНЫЙ СЛУЧАЙ СИНТЕЗА САР ЧАСТОТНЫМ ЛОГАРИФМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ НА ЭЦВМ

При синтезе систем управления частотным логарифмическим методом, например, с помощью шаблонов элементарных звеньев, является характерным применение последовательности попыток с целью получения желаемого решения. В некоторых случаях задача поиска оптимального решения может быть выполнена с помощью ЭЦВМ. Существо такого способа синтеза удобно рассмотреть на конкретном примере. В качестве объекта синтеза выберем дискретную статическую систему второго порядка. Передаточная функция разомкнутой системы в W — плоскости имеет вид:

$$W(\omega, 0) = k_0 \frac{(1 + z\omega) \left(1 - \frac{T}{2} \omega\right)}{(1 + T_1\omega)(1 + T_2\omega)} \quad (1)$$

где T — период временной дискретизации.

Предположим, что синтез производится по однопараметровому критерию — показателю колебательности M . Условием получения заданного показателя колебательности является отсутствие пересечения фазочастотной характеристикой (ФЧХ) синтезируемой системы запретной зоны при наличии точки касания (рис. 1) [1]. ФЧХ в области псевдочастоты среза λ_c имеет экстремум (максимум). В оптимальном случае ФЧХ и запретная зона должны иметь точку касания в экстремуме (кривая 2 на рис. 1). Потребуем выполнения условия оптимальности взаимного положения ФЧХ и запретной зоны.

Максимум запретной зоны определяется выражением [1]:

$$\eta_{\text{макс.}} = \arccos \frac{\sqrt{M^2 - 1}}{M}. \quad (2)$$

Положение запретной зоны на оси псевдочастоты связано с видом ЛАЧХ, являющийся предметом синтеза. Поэтому значение псевдочастоты, на котором должно выполняться условие (2), не определено. Однако известно [1], что на этой псевдочастоте ам-

плитудно-частотная характеристика (АЧХ) должна принимать значение, равное:

$$A_M = \frac{M}{\sqrt{M^2 - 1}}. \quad (3)$$

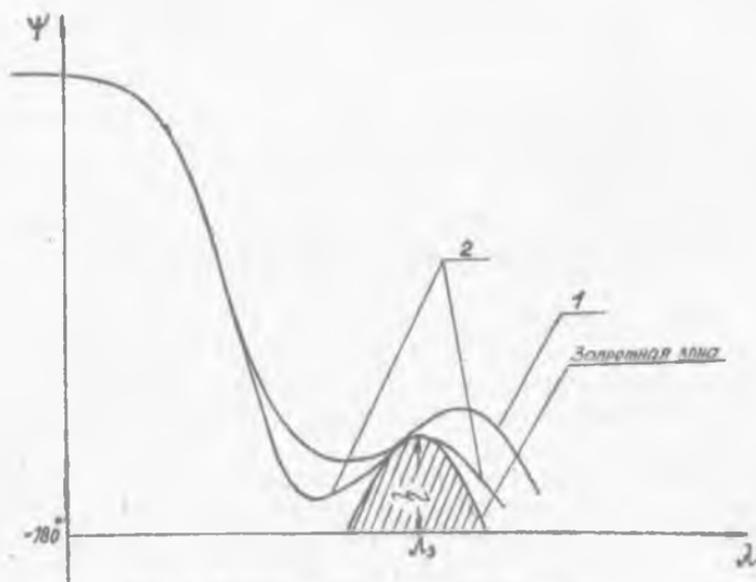


Рис. 1. Фазочастотная характеристика

Параметры синтезируемой системы разделяются на задаваемые и искомые. Для определенности примем, что T , k_0 , T_1 или $\frac{T_2}{T_1}$ — задаваемые параметры, а τ и T_2 — искомые.

Обычная и логарифмическая амплитудно-частотная фазовая характеристики системы имеют вид:

$$|W(j\lambda)| = k_0 \sqrt{\frac{(1 + \lambda^2 \tau^2) \left(1 + \frac{T^2}{4} \lambda^2\right)}{(1 + \lambda^2 T_1^2) (1 + \lambda^2 T_2^2)}}. \quad (4)$$

$$L(\lambda) = 20 \lg k_0 + 10 \lg (1 + \tau^2 \lambda^2) + 10 \lg \left(1 + \frac{T^2}{4} \lambda^2\right) - 10 \lg (1 + T_2^2 \lambda^2) - 10 \lg (1 + \lambda^2 T_1^2). \quad (5)$$

$$\varphi(\lambda) = \arctg \tau \lambda - \arctg \frac{T}{2} \lambda - \arctg T_1 \lambda - \arctg T_2 \lambda. \quad (6)$$

Первым этапом синтеза является определение ФЧХ, величина экстремума которой в области псевдочастоты среза λ_c совпадает с максимумом запретной зоны (2). Для этого производится вычисление участка ФЧХ от псевдочастоты $\lambda = \frac{2}{T}$ в сторону более низких псевдочастот до экстремального значения этой функции. Вы-

числение проводится по формуле (6) при некоторых исходных значениях постоянных времени τ и T_2 . Определяется величина экстремума, которая сравнивается со значением максимума запретной зоны. Варьированием постоянной времени τ производится поиск оптимального значения этой величины, при котором максимумы ФЧХ и запретной зоны совпадают.

Полученной ФЧХ сопоставляется некоторая АЧХ, при которой синтезируемая система обладает заданным значением показателя колебательности. Затем АЧХ сравнивается с желаемой характеристикой. Если параметры полученной и желаемой АЧХ (ЛАЧХ) не совпадают, то варьируется еще один параметр системы T_2 таким образом, чтобы параметры расчетной ЛАЧХ соответствовали параметрам желаемой характеристики. При этом производится оптимизация положения фазовой характеристики при каждом значении варьируемого параметра. Поиск продолжается до тех пор, пока параметры синтезируемой ЛАЧХ не совпадут с параметрами желаемой ЛАЧХ при оптимальном значении ФЧХ относительно запретной зоны.

В рассматриваемом примере параметр k_{op} амплитудно-частотной характеристики, которая соответствует ФЧХ, рассчитанной на первом этапе синтеза, может быть определен из формул (3), (4), если приравнять правые части этих выражений:

$$k_{op} = \frac{M}{\sqrt{M^2-1}} \sqrt{\frac{(1+T_1^2\lambda^2)(1+T_2^2\lambda^2)}{(1+\tau^2\lambda^2)\left(1+\frac{T^2}{4}\lambda^2\right)}}. \quad (7)$$

Полученное значение параметра k_{op} сравнивается с задаваемым значением k_0 . В зависимости от различия этих параметров производится изменение постоянной времени T_2 , обеспечивающее уменьшение этого различия. При новом значении T_2 повторяется весь цикл расчета. Задача синтеза считается законченной при выполнении условий $|\varphi(\lambda_s) - \eta_{\max}| \leq \Delta_1$ и $|k_{op} - k_0| \leq \Delta_2$, λ_s — псевдочастота, соответствующая экстремальному значению фазо-частотной характеристики, Δ_1 и Δ_2 — малые числа. Далее по формулам (5) и (6) рассчитываются ЛАЧХ и ФЧХ.

Задача синтеза легко реализуется на малой ЭЦВМ типа «Проминь». Блок-схема алгоритма синтеза для рассмотренного выше примера приведена на рис. 2.

Приведем в качестве примера результаты решения конкретной задачи синтеза импульсной САР указанным выше способом. В этой задаче приняты величины задаваемых параметров: $k_0=300$, $T_1=100$, $T=1$. Требуемое значение показателя колебательности $M=1,25$.

Исходные значения искомых параметров приняты $\tau=10$; $T_2=50$. В результате поиска получены величины $\tau_{opt}=7,0$ и $T_2=opt=52$. ЛАЧХ и ЛФЧХ синтезированной системы приведены на рис. 3.

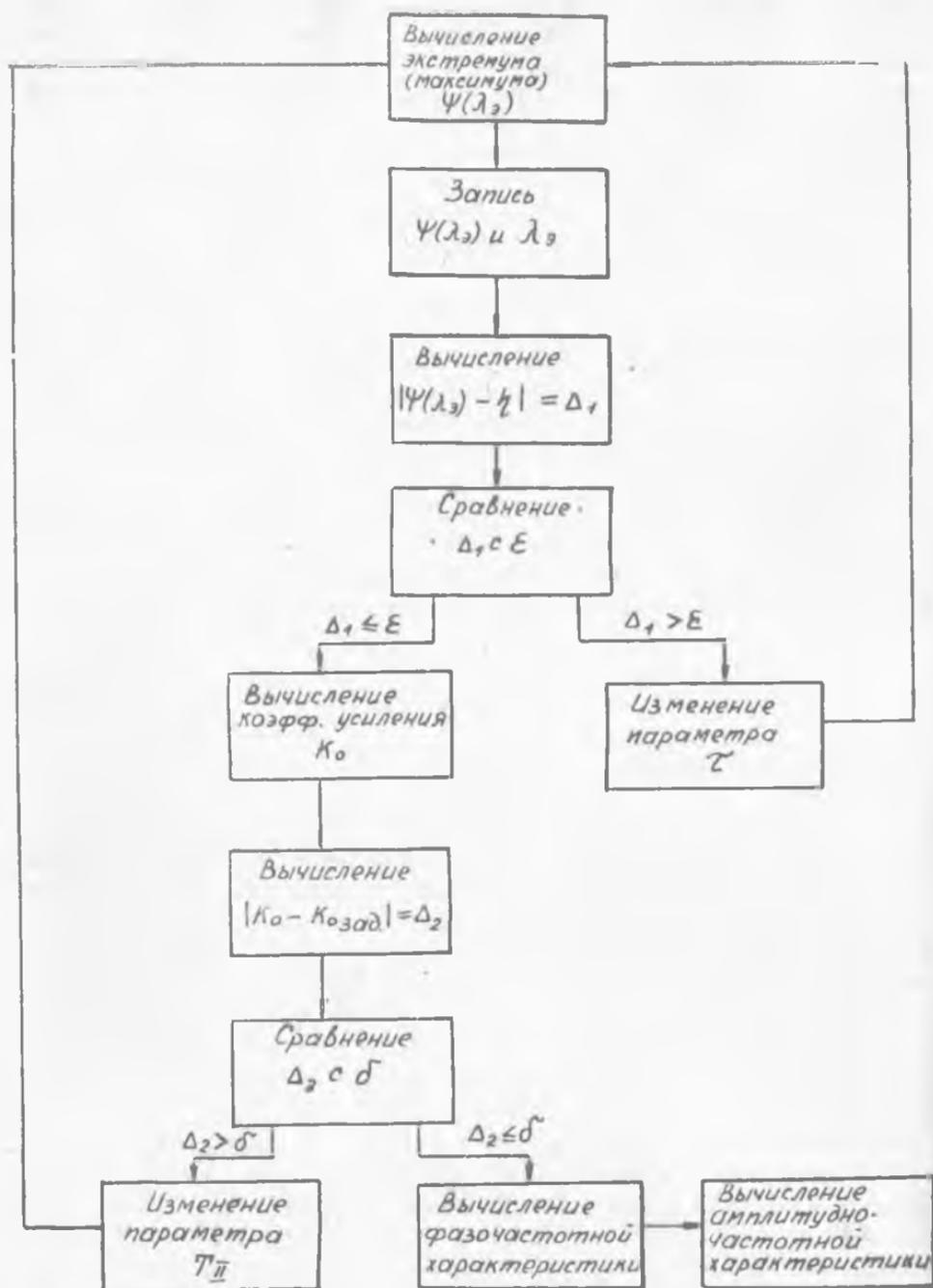


Рис. 2. Блок-схема алгоритма задачи синтеза

В заключение отметим, что очевидно, возможности применения приведенного в статье способа синтеза не ограничиваются рассмотренным примером.

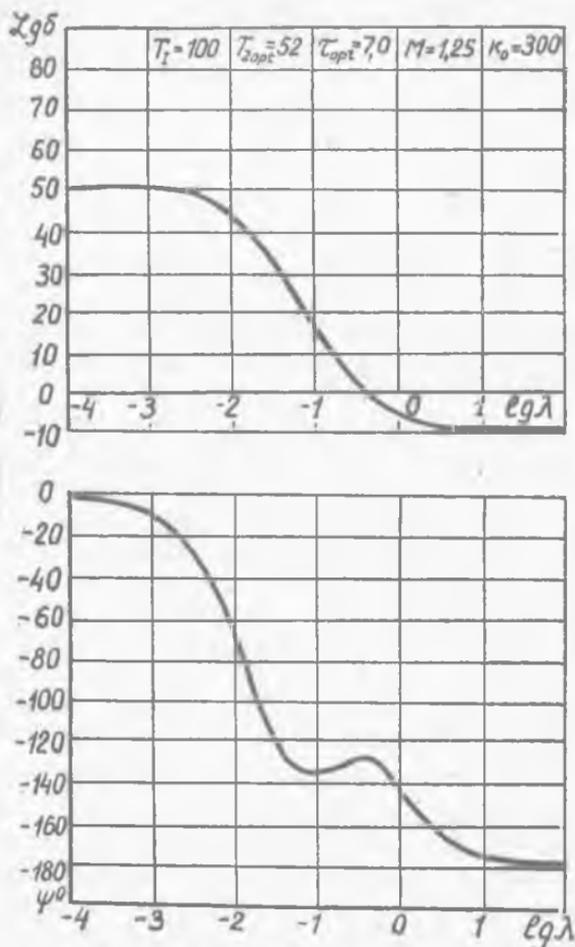


Рис. 3. ЛАЧХ и ЛФЧХ синтезированной системы

ЛИТЕРАТУРА

1. Бесекерский В. А. Динамический синтез систем автоматического регулирования. М., «Наука», 1970.