

МЕТОДИКА СИНТЕЗА ИТЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ИЗ УСЛОВИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ В УСТАНОВИВШИХСЯ РЕЖИМАХ.

Стеклов В.К., д.т.н., проф., Охрушак Д.В., аспирант
Киевский институт связи Украинской государственной ака-
демии связи им. А.С. Попова

*Показана возможность повышения точности систем фазовой авто-
подстройки (ФАП) при медленно меняющихся задающих воздействи-
ях с помощью дополнительных контуров управления в классе итера-
ционных систем.*

*The possibility of the increasing of accuracy of phase lock loop systems
(PLL) is shown at slowly varying specifying influences with the help of ad-
ditional guidance loops in a class of iterative systems.*

Одним из перспективных направлений построения систем фазо-
вой автоподстройки с ФАП является разработка их структур по прин-
ципу итераций [1, 2]. В настоящей работе предлагается методика син-
теза структуры итерационной системы ФАП из условия повышения
порядка астатизма с учетом вида задающего воздействия (разности
фаз двух сравниваемых по фазе напряжений).

Системы ФАП предназначены для согласования фаз переменных
напряжений, которые можно использовать в радиолокации, связи,
электромеханике, телемеханике и других областях, где требуется
обеспечить синфазность напряжений переменного тока. На рис 1, а
изображена функциональная схема системы ФАП с принципом
управления по отклонению. На входы 1 и 2 поступают задающее
 $u_1(t) = U_{m1} \cos[\omega t + \varphi_1(t)]$ и управляемое $u_2(t) = U_{m2} \cos[\omega t + \varphi_2(t)]$ напря-
жения одинаковой частоты сдвинутые по фазе на угол

$$\alpha(t) = \varphi_1(t) - \varphi_2(t). \quad (1)$$

Задача системы ФАП состоит в обеспечении равенства фаз этих
напряжений. В состав системы ФАП входит фазовый дискриминатор
ФД1 предназначенный для измерения задающего воздействия $\varphi(t)$
(разности фаз двух сравниваемых по фазе напряжений), и ФД2 – для из-
мерения управляемой величины $\beta(t)$ (разности фаз входного и выход-

ного напряжений фазовращателя $\Phi В$).

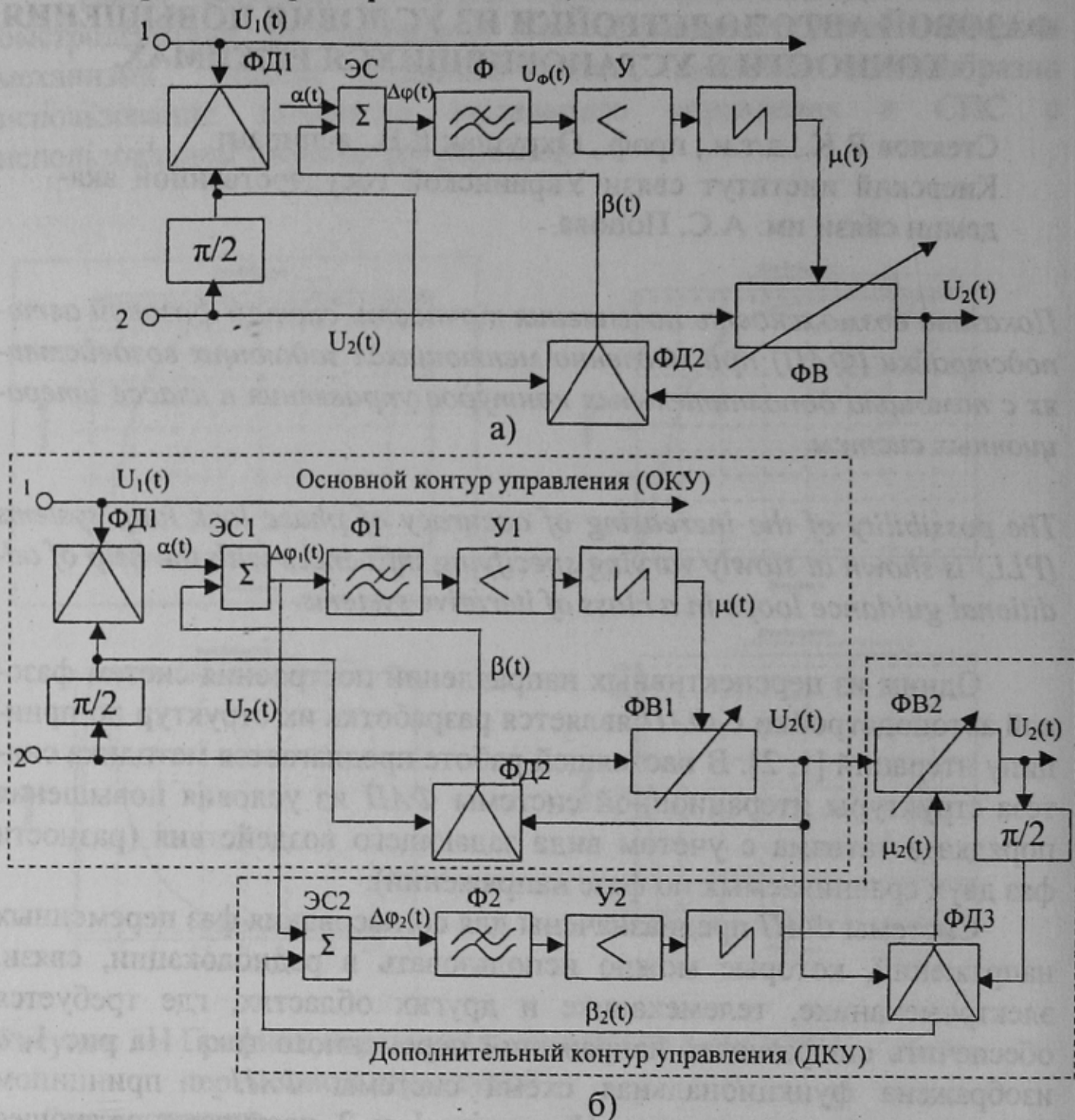


Рисунок 1 - Функциональная схема системы ФАП (а) и функциональная схема двухконтурной итерационной системы ФАП (б)

Для преобразования косинусной статической характеристики $\Phi Д$ в цепь подачи одного из напряжений $\Phi Д$ включается элемент постоянного сдвига фаз на $\pi/2$.

Замкнутый контур системы ФАП содержит элемент сравнения ЭС, фильтр нижних частот Φ , усилитель $У$, интегратор $И$ и управляемый фазовращатель $\Phi В$.

При равенстве фаз напряжений $u_1(t)$ и $u_2(t)$ напряжение на выходе фильтра Φ $u_\phi(t)=0$. При появлении же угла $\alpha(t)$ между фазами этих напряжений на выходе фильтра Φ возникает напряжение $u_\phi(t)\neq 0$, пропорциональное разности $\alpha(t)-\beta(t)$. После усилителя $У$ напряжение $u_\phi(t)$ поступает на интегратор и в виде управляющего напряжения $\mu(t)$ подается на фазовращатель $\Phi В$ который под влиянием этого напряжения сдвигает напряжения $u_2(t)$ по фазе, уменьшая разность уменьшая разность фаз $\Delta\varphi(t)$ между напряжениями $u_1(t)$ и $u_2(t)$.

При построении итерационных систем фазовой автоподстройки используется один основной контур управления (ОКУ) и один или несколько дополнительных контуров управления (ДКУ). На вход ОКУ поступает задающее воздействие $\alpha(t)$, а на вход ДКУ в качестве задающего воздействия используется сигнал ошибки ОКУ. На вход следующего ДКУ в качестве задающего воздействия используется сигнал ошибки предыдущего ДКУ.

На рис. 1, б изображена функциональная схема двухконтурной итерационной системы ФАП (ДИС ФАП). ОКУ в этой системе представляет собой систему ФАП, изображенную на рис 1, а. Задающим воздействием для ДКУ является сигнал ошибки $\Delta\varphi_1(t)$ ОКУ. С выхода интегратора ДКУ управляющий сигнал $\mu_2(t)$ подается на дополнительный фазовращатель $\Phi В2$. Фазовый дискриминатор ФДЗ обеспечивает измерение управляемой величиной $\beta_2(t)$ ДКУ (разность фаз напряжений на входе фазовращателя $\Phi В2$). В общем случае количество ДКУ может быть любым. Это зависит от требуемой точности и характера изменения задающего воздействия.

В общем случае при синтезе итерационной системы ФАП из условия повышения порядка астатизма необходимо учитывать порядок астатизма ОКУ и ДКУ итерационной системы ФАП и характер изменения задающего воздействия разности фаз напряжений $u_1(t)$ и $u_2(t)$.

Методику синтеза итерационной системы ФАП из условия повышения порядка астатизма целесообразно рассмотреть для конкретного вида задающего воздействия.

$$\alpha(t) = \alpha_0 + \alpha_1 t + \alpha_2 t^2 + \alpha_3 t^3. \quad (2)$$

Пусть порядок астатизма ν ОКУ и каждого из ДКУ равен единице.

Можно принять следующий порядок синтеза итерационной структуры систем ФАП.

1. По характеру изменения задающего воздействия и предъявляемой к системе ФАП точности в установившемся режиме определяется требуемый порядок астатизма системы ФАП ν_T . Для устранения установившейся ошибки порядок астатизма ν_T должен быть выше, чем порядок r высшей производной задающего воздействия $\nu_T > r$.

В рассматриваемом случае $r=3$. Поэтому для устранения установившейся ошибки итерационная система ФАП должна обладать астатизмом минимум четвертого порядка: $\nu_T=4$.

2. Определяется на сколько порядков необходимо повышать порядок астатизма системы ФАП: $\Delta\nu = \nu_T - \nu = 4 - 1 = 3$.

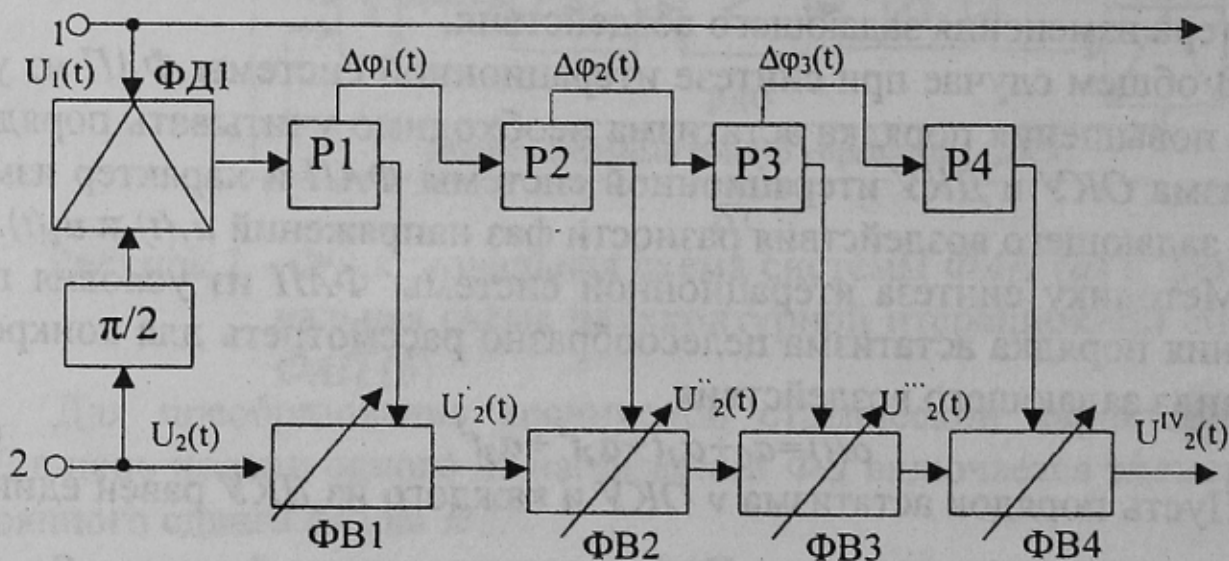
3. Определяется число дополнительных контуров ν , каждый из которых имеем порядок астатизма, равный единице ($\nu_K=1$):

$$n = \Delta\nu / \nu_K = 3 / 1 = 3,$$

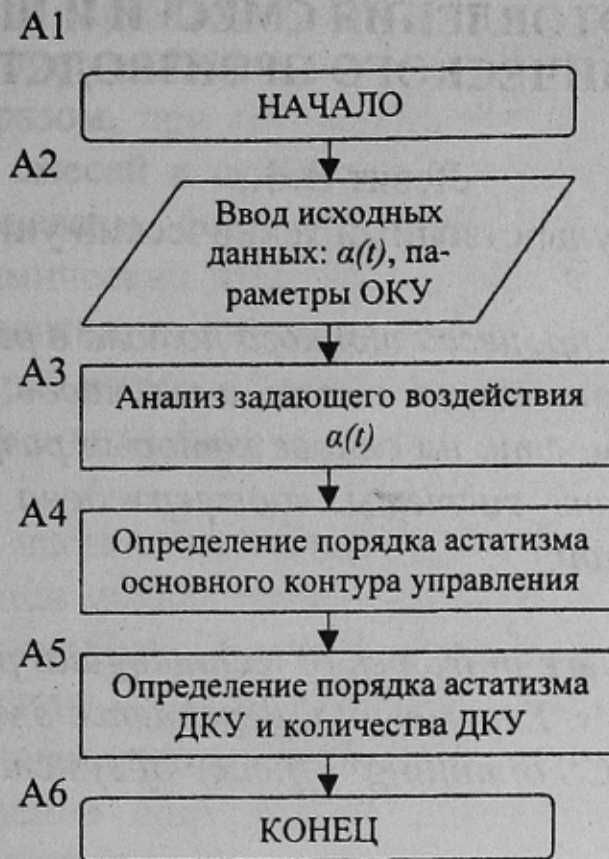
полагая, что основной и дополнительные контуры управления обладают одинаковыми порядками астатизма.

Таким образом, общее число контуров управления должно быть равным четырем: один основной и три дополнительных.

Упрощенная функциональная схема четырехконтурной итерационной системы ФАП изображена на рис. 2, а. Каждый из контуров управления содержит соответствующий регулятор: $P1$ -регулятор ОКУ; $P2-P4$ - регуляторы ДКУ1, ДКУ2 и ДКУ3 соответственно. В состав каждого из регуляторов входят элементы сравнения, фильтр нижних частот усилитель и интегратор. Фазовращатели $\Phi B1-\Phi B4$ вынесены отдельно.



а)



б)

Рисунок 2 - Упрощенная функциональная схема четырехконтурной итерационной системы ФАП (а) и структурная схема алгоритма определения числа ДКУ (б)

Структурная схема алгоритма определения числа ДКУ итерационной системы ФАП изображена на рис 2, б.

Таким образом, в итерационной системы ФАП возможна реализация какого угодно количества ДКУ и повышения точности в установившихся режимах до требуемого значения.

Список литературы

1. Коробко В.В. Итерационные системы фазовой автоподстройки // Зв'язок.- 1999/-№4. – с.28-30.
2. Осмоловский П.Ф. Итерационные многоканальные системы автоматического управления. – М.: Сов. радио, 1969 – 256 с.
3. Коробко В.В., Стеклов В.К. Цифровые двухконтурные системы фазовой автоподстройки. – Сб. над. Трудов КВИУС, №2, 2000 – С. 131-136.
4. Коробко В. В. Структурный синтез комбинированных итерационных систем фазовой автоподстройки // Труды УНИИРТ.– Одесса.- 1999.- №2. – С. 85-87.