

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ СИСТЕМ С ФАЗОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ С УЧЕТОМ СЛОЖНЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Докт. техн. наук ШИЛИН Л. Ю., инж. ШИЛИНА А. Л.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Параметрический синтез систем с фазовым управлением (СФУ) является сложной противоречивой задачей, что объясняется и нелинейным импульсным характером рассматриваемых устройств, и обилием требований, предъявляемых к проектируемым системам. А именно, техническое задание (ТЗ) на проектирование устройства содержит различные требования: с одной стороны, к динамическим характеристикам (быстродействие, перерегулирование, ширина полос захвата и удержания и т. д.), с другой – к статистическим свойствам (дисперсия шумов, спектральная плотность выходного сигнала, среднее время до срыва синхронизации и т. д.). На сегодняшний день теория параметрического синтеза СФУ с интегральной импульсной модуляцией разработана и предлагает метод параметрического синтеза данных устройств по критериям обеспечения требуемых динамических и статистических характеристик [1]. Однако исследования СФУ, проведенные в [2], показали, что для обеспечения стабильности проектируемого устройства в расчетном режиме необходимо проводить анализ СФУ на предмет возможности возникновения в ней NT-периодических режимов и режимов кратных захватов, чтобы избежать нарушений функционирования системы в случае их появления. Процесс проектирования СФУ дополнен этапом исследования разрабатываемого устройства в сложных периодических режимах.

Обобщенная структурная схема процесса проектирования СФУ, в которой в общем случае учитываются как требования к динамическим характеристикам: устойчивости, качеству переходных процессов по быстродействию, диапазону регулирования выходной координаты, к статистическим показателям качества системы – чистоте спектра выходного сигнала, удержанию

синхронизма при воздействии больших шумов и т. п., так и требования к отсутствию паразитных явлений в виде NT-периодических режимов и режимов кратных захватов, представлена на рис. 1. Процесс проектирования СФУ производится в четыре этапа.

На первом – определяются области параметров СФУ из условий обеспечения данных в ТЗ динамических и статистических характеристик по линеаризованным моделям (блоки 3–6), поскольку они требуют небольших затрат машинного времени.

На втором – происходит уточнение параметров СФУ, полученных на первом этапе, с помощью нелинейных моделей (блоки 7–10). При этом блоки 7, 8 предназначены для анализа динамических характеристик системы без воздействия помех, а блок 9 – для статистических исследований СФУ как динамических, так и спектральных. После чего осуществляется проверка параметров СФУ по нелинейной математической модели, что обеспечивает высокую достоверность результатов (блок 10).

На третьем – проводится анализ СФУ на предмет наличия областей синхронизма и устойчивости данных устройств в сложных периодических режимах внутри областей синхронизма, устойчивости и качества по быстродействию и шумам в проектируемом режиме, что позволяет избежать нарушений работы СФУ из-за возникновения паразитных явлений в виде кратных захватов, NT-периодических режимов (блоки 11–13).

На четвертом этапе проектирования осуществляется параметрический синтез фильтра нижних частот СФУ, после чего данные документируются (блоки 14, 15). Для получения электрической схемы устройства, исходя из передаточной функции, существует специальная машинно-ориентированная методика [1].

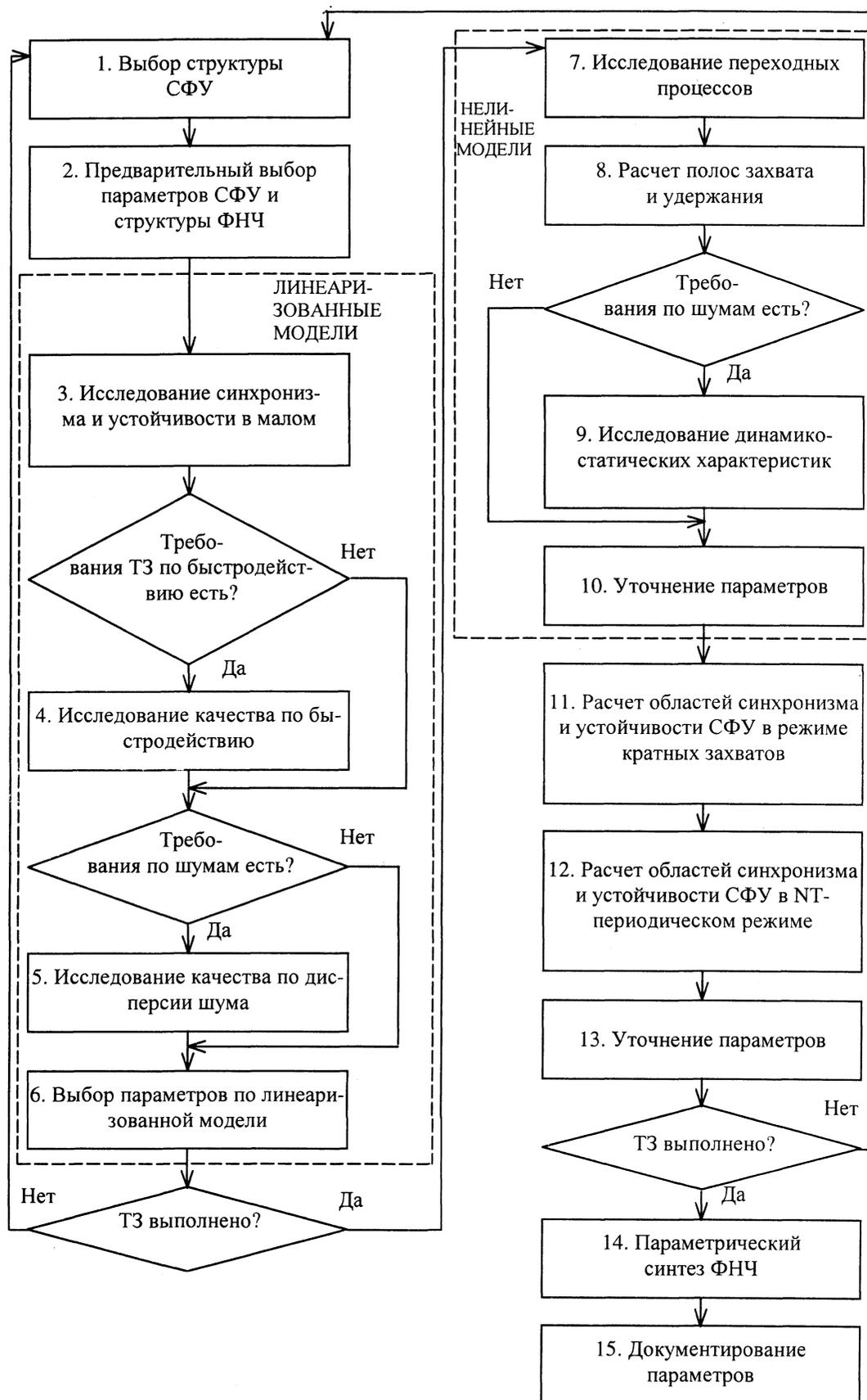


Рис. 1. Структура процесса проектирования СФУ

Рассмотрим реализацию отдельных блоков проектирования СФУ. В [1] приведен пример проектирования СФУ в соответствии с блоками 1–10 и получены области синхронизма, устойчивости и качества по быстрдействию СФУ с ТФД со следующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{K(\tilde{T}_2 p + 1)}{\tilde{T}_1 p + 1};$$

- частота опорного генератора $f_{ог} = 10^6$ Гц;
- неуправляемая составляющая частоты ОУ $g = 8 \cdot 10^8$ Гц;
- коэффициент нарастания выборки $K_B = 10^3$ В/с;
- амплитуда импульса ТФД $h = 36,64$ В.

Исследование данной СФУ осуществлялось из условия сходимости переходных процессов в системе за время $t = 7 \cdot 10^{-5}$ с. Полученные области параметров представлены на рис. 2а и 3а,

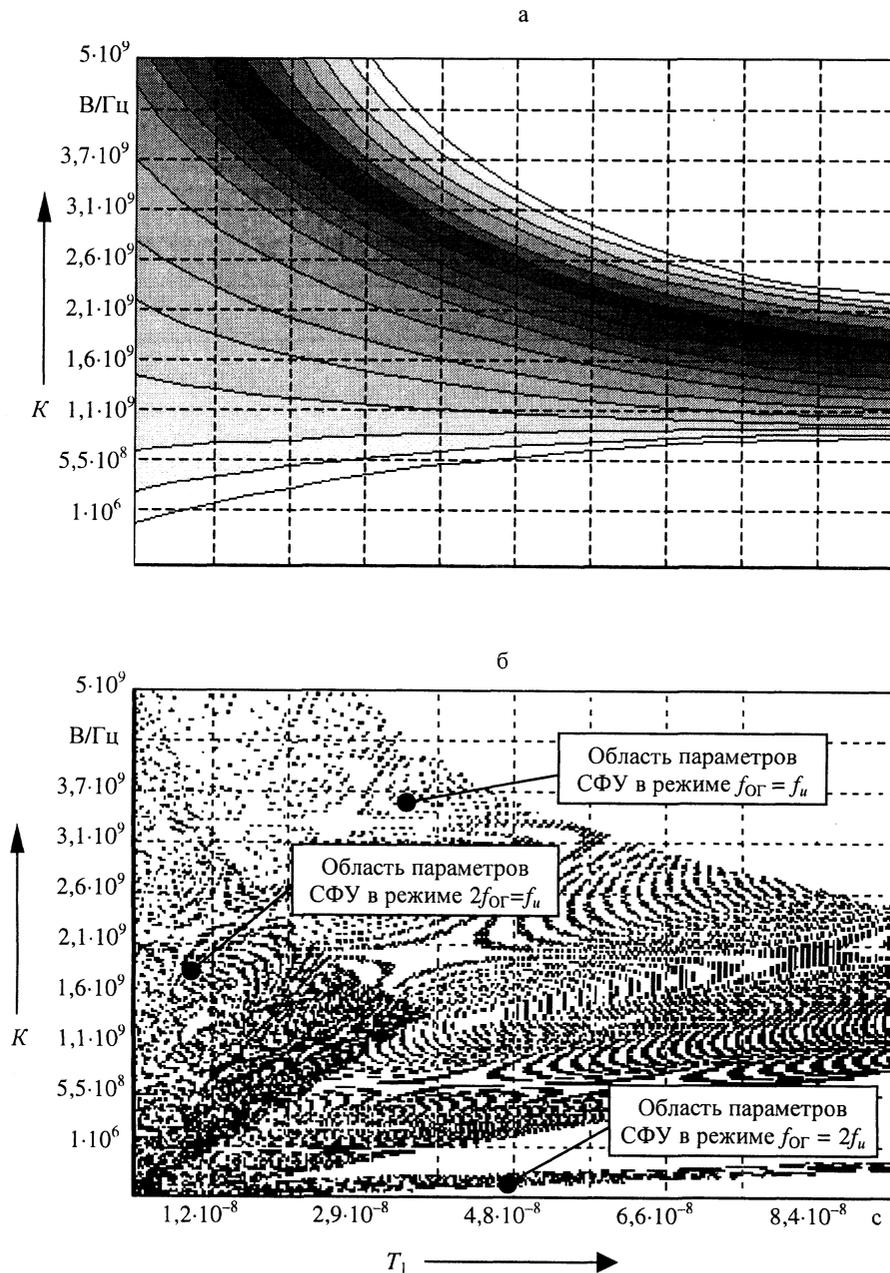


Рис. 2. Области параметров СФУ с ТФД в различных режимах: а – качества по быстрдействию; б – по устойчивости

где темным цветом окрашены области параметров, при которых время переходного процесса в СФУ составляет $t = 7 \cdot 10^{-5} \dots 1,4 \cdot 10^{-5}$ с, более светлым – $t = 1,4 \cdot 10^{-5} \dots 2,1 \cdot 10^{-5}$ с, самым свет-

лым – $t > 7 \cdot 10^{-4}$ с. Причем области параметров K, T_1 построены при $T_2 = 0,6 \cdot 10^{-9}$ с, а области параметров $K, T_2 - T_1 = 0,1 \cdot 10^{-7}$ с.

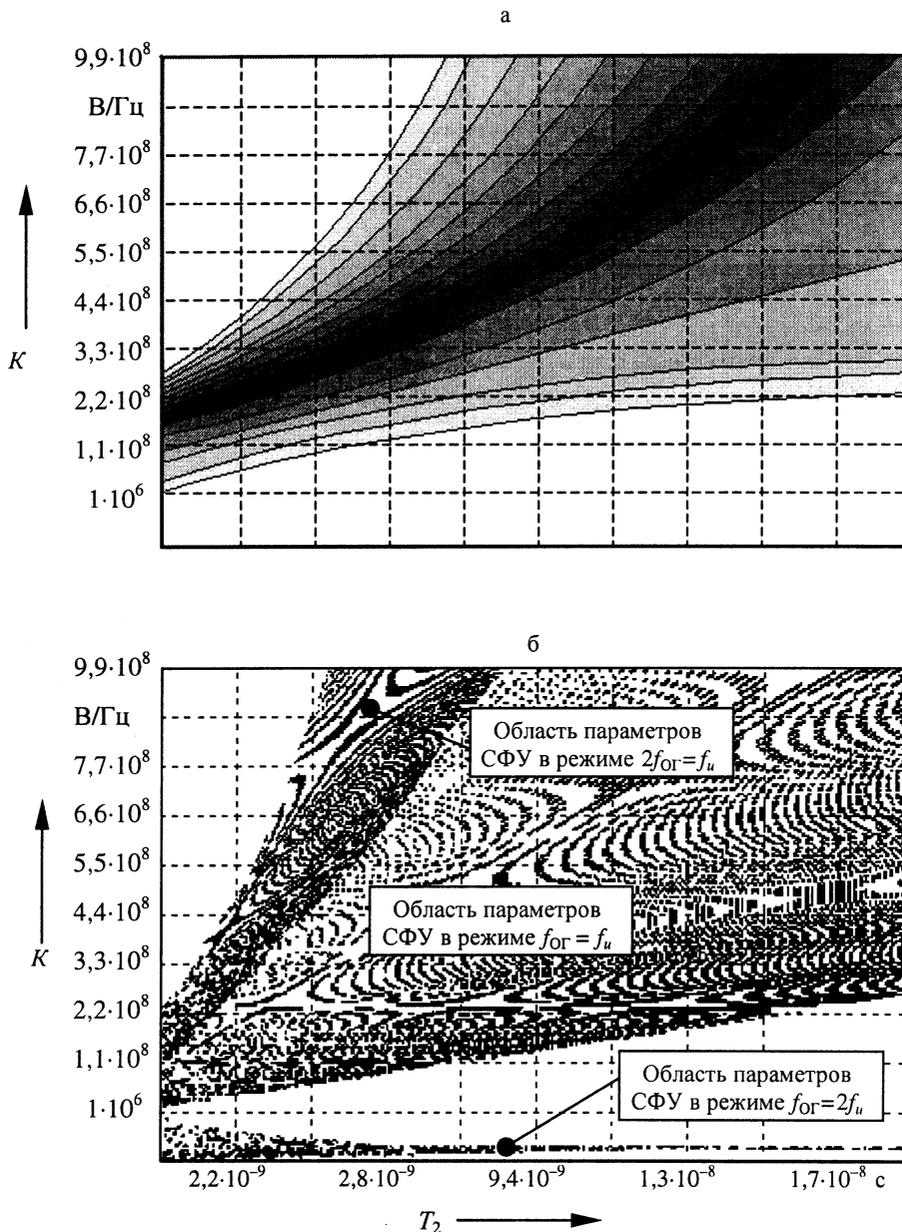


Рис. 3. Области параметров СФУ с ТФД в различных режимах:
а – качества по быстродействию; б – по устойчивости

В соответствии со структурой процесса проектирования, представленной на рис. 1, данная СФУ была исследована в режимах кратных захватов $f_{ог} = 2f_u, 2f_{ог} = f_u$ и 2Т-периодическом. На рис. 2б и 3б представлены результаты, из которых видно, что режим кратных захватов

$f_{ог} = 2f_u$ не представляет опасности для стабильности работы СФУ, области синхронизма и устойчивости системы в 2Т-периодическом режиме лежат вне диапазона физически реализуемых параметров, а режим кратных захватов $2f_{ог} = f_u$ имеет области синхронизма и устойчивости

внутри областей качества СФУ по быстрдействию. Это значит, что во избежание нарушений работы СФУ следует не допускать попадания параметров K, T_1, T_2 в данные области.

2. Кузнецов В. П., Шилин Л. Ю., Шилина А. Л. Построение областей кратных захватов импульсных систем фазовой синхронизации // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2002. – № 2. – С. 38–44.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов А. П., Батура М. П., Шилин Л. Ю. Анализ и параметрический синтез импульсных систем с фазовым управлением. – Мн.: Наука і тэхніка, 1993.

Рецензент канд. техн. наук,
доц. МОЖАР В. И.

УДК 62-50

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ТОЧНОСТИ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРОВ

Канд. техн. наук, доц. ОПЕЙКО О. Ф.

Белорусский национальный технический университет

В процессе синтеза цифрового управления непрерывным объектом необходимо правильно определить точность, с которой должны быть представлены параметры регулятора при его программной реализации.

Чтобы определить влияние параметров на динамические свойства замкнутой системы, применяются функции чувствительности, в том числе чувствительности показателей качества к изменениям параметров. В [1–3] предложено оценивать показатели качества линейной непрерывной системы на основании коэффициентов характеристического полинома. Для дискретной системы, описываемой дискретной передаточной функцией, эти показатели не могут быть применены непосредственно. Однако вследствие малости интервала квантования по времени система по своим динамическим свойствам приближается к непрерывной. Переход к эквивалентной непрерывной системе не требуется, если в дискретной передаточной функции замкнутой системы

выполнить замену переменных

$$z = Tq + 1, \tag{2}$$

где T – интервал дискретности; q – новая переменная, выражаемая через z следующим образом:

$$q = (z - 1) / T. \tag{3}$$

Нетрудно убедиться, что при $T \rightarrow 0$ переменная q приближается к переменной p непрерывного преобразования Лапласа. Область устойчивости на плоскости переменной q ограничена окружностью радиуса $1/T$, проходящей через начало координат и лежащей в левой полуплоскости комплексной плоскости. После замены переменных (2) из выражения (1), где характеристический полином имеет вид

$$N(p) = a_n z^n + a_{n-1} z^{n-1} + \dots + a_1 z + a_0, \tag{4}$$

$$W(z) = \frac{M(z)}{N(z)} \tag{1}$$

получим