

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРА СЛОЖНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ПОИСКА

Мухин А. В., Ефимов А. А.
ФГУП ЦНИИмаш, г. Королев, Московская область, Россия

Разрабатываемые и перспективные изделия отрасли (РН типа «Ангара-А5», «Союз-2» и т.д.) пакетной компоновки имеют сложную динамическую схему, отличающуюся наличием большого количества дополнительных степеней свободы, параметры которых имеют случайные разбросы, влияющие на динамические свойства изделия как объекта управления.

Особенностью структуры системы управления (СУ) этих изделий является наличие дополнительных быстродействующих контуров, к которым, например, относится контур снижения ветрового нагружения, который оказывает существенное влияние на динамические свойства системы.

Одной из основных проблем при решении задачи обеспечения требований по асимптотической устойчивости движения и качеству переходных процессов при действии внутренних и внешних возмущений на РН и учетом выше перечисленных особенностей СУ является выбор параметров фильтров.

Традиционный подход к решению этой задачи основан на выборе сочетаний различных типов фильтров и расчете постоянных времени обеспечивающих подавление высокочастотных составляющих сигналов с датчиков, обусловленных наличием упругих колебаний конструкции при полете изделия, а также обеспечения необходимых фазовых условий на частотах определяемых опытным путем. Задача усложняется еще и тем, что необходимо учитывать фактор технологичности, т.е. синтезированный фильтр не должен в процессе полета менять свою структуру, а его постоянные времени в процессе полета должны изменяться плавно.

Из выше сказанного следует, что задачу синтеза фильтров сложных динамических систем, при традиционном подходе к ее решению, сложно формализовать и как следствие автоматизировать.

В данной работе предлагается подход к решению задачи автоматизированного выбора параметров фильтра сложной динамической системы на основе использования генетических алгоритмов (ГА) поиска.

ГА представляет собой комбинированный метод, где механизмы скрещивания и мутации реализуют переборную часть метода, а отбор лучших решений - градиентный спуск, такая комбинация позволяет обеспечить эффективность поиска для любых типов задач.

В качестве оптимизируемых параметров использовались постоянные времени и коэффициенты усиления типовой структуры фильтра, которые изменялись в заданных интервалах. В качестве функционала использовалась площадь области устойчивости системы в плоскости параметров автомата стабилизации.

В результате работы были выбраны параметры фильтра, при которых область устойчивости системы была в два раза выше, чем при использовании фильтра синтезированного на основе традиционного подхода, что позволило увеличить запасы устойчивости и как следствие обеспечить выполнение требований по асимптотической устойчивости движения и качеству переходных процессов при наличии внешних и внутренних возмущений.

Полученные в результате работы алгоритмы и программы были использованы при синтезе и отработке алгоритмов управления первой ступени РКН «Ангара А1.2» и РКН «Ангара А5».