

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И ПРОГРАММНОЙ КОРРЕКЦИИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ АЧХ ВЧ-ТРАКТА ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ШИРОКОПОЛОСНОГО ПЕРЕСТРАИВАЕМОГО АКУСТООПТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА

Давыдов М. В., Ляшук Ю. А., Мальцев О. С., Соколовский Д. В.
Центр 1.6, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: maltsev@bsuir.by

В докладе предложена структурная схема микропроцессорной системы управления параметрами широкополосного перестраиваемого акустооптического фильтра, а также методика программной коррекции неравномерности АЧХ ВЧ-тракта данной системы с целью повышения эффективности управления параметрами фильтров.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений повышения эффективности спектроскопических исследований биообъектов является разработка широкополосных перестраиваемых акустооптических фильтров (ШПАОФ). Оптическая фильтрация широко используется для обнаружения и идентификации микрообъектов и для визуализации их структуры. Фильтр настраивается посредством подачи ВЧ-сигнала заданной мощности и частоты на выделение участка спектра излучения, который определяется характерными свойствами исследуемого объекта или его элементов, что позволяет получать изображения, контрастно отображающие именно эти свойства [1]. Основными характеристиками ШПАОФ являются: рабочий оптический диапазон и связанный с ним диапазон ВЧ-частот, а так же дифракционная эффективность фильтра - процент мощности спектральной составляющей оптического излучения заданной длины волны, который фильтр может дифрагировать из проходящего через него оптического излучения. Дифракционная эффективность зависит от множества факторов, одним из определяющих является величина ВЧ-мощности, передаваемая в фильтр. Таким образом, наличие широкополосного ВЧ-генератора с высокой дискретизацией перестройки частоты и выходной мощности является одним из требований по обеспечению качественного функционирования ШПАОФ.

1. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В общем виде структурная схема (рис. 1) содержит цифровой синтезатор частот (ЦСЧ), аттенюатор (Атт), усилительный каскад (УК), каскад фильтров (КФ), каскад оценки согласования и уровня мощности (КО).

Цифровой синтезатор частот обобщенное название многокомпонентного каскада, основным элементом которого является цифровой синтезатор прямого синтеза частот (ЦСПСЧ), обеспечивающий формирование сигналов различных форм во всей требуемой полосе частот.

Для решения задач управления параметрами ШПАОФ может применяться AD9959 [2]. Также, для обеспечения предварительного усиления и компенсации затуханий в тракте, устранения побочных спектральных компонентов в выходном сигнале, в состав каскада могут быть включены предварительный усилитель и фильтр нижних частот. Для прецизионной установки выходной результирующей мощности на выходе ЦСЧ, могут использоваться различные программно-управляемые аттенюаторы различной битности.



Рис. 1 – Структурная схема микропроцессорной системы управления

ШПАОФ рассматриваемого типа обычно возбуждается в полосе частот порядка 10-200 МГц, при мощности, как правило, не превышающей нескольких ватт [2]. Поэтому, для обеспечения требуемого уровня выходной мощности, используется усилительный каскад, который может состоять из одного или нескольких ВЧ-усилителей данного диапазона.

Для подавления высших гармоник в спектре выходного сигнала, возникающей из-за нелинейности УК, используется каскад полуктавных ФНЧ, которые обеспечивают перекрытие всего рабочего диапазона частот.

Для введения контроля соответствия уровня выходной мощности заданному, разработан КО, который состоит из двунаправленного ответвителя мощности и детектора ВЧ-мощности. Общее управление всеми функциональными узлами осуществляется при помощи ПО микропроцессора.

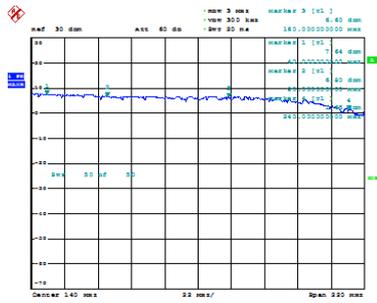


Рис. 2 – АЧХ ВЧ-тракта без коррекции

В результате измерений параметров разработанного по данной схеме устройства было определено, что отклонения АЧХ (рис. 2) могут составлять до 2дБ, что значительно ухудшает точность управления параметрами ШПАОФ, для выравнивания характеристики была разработана методика программной коррекции АЧХ.

II. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И КОРРЕКЦИИ АЧХ ВЧ-ТРАКТА

Неравномерность АЧХ объясняется нелинейностью коэффициента усиления усилительных каскадов, разбросом их характеристик, различием режимов работы, неравномерностью характеристик фильтров и аттенюатора, затуханиями в кабельных сборках.

Методика программной коррекции содержит три этапа. Для реализации первого этапа при помощи программно-аппаратного комплекса, состоящего из ПО управления микропроцессорной системой и анализатора спектра, формируется график величин выходной мощности при изменении как выходной частоты, так и мощности. При этом, в зависимости от сложности системы, методика позволяет оценить влияние как отдельного элемента/каскада — например, аттенюатора, так и совокупности - «выходная амплитуда ЦСПСЧ - аттенюатор». Это позволяет оценить неравномерность АЧХ на всем возможном массиве управляющих команд, определить уровни мощности при которых усилительные каскады переходят в состояние компрессии (рис. 3).

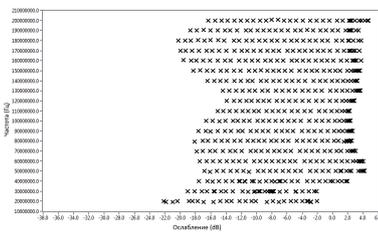


Рис. 3 – Величина выходной мощности в зависимости от частоты при переборе всех возможных значений управляющих команд

На втором этапе полученные данные связывают реальные значения выходной мощности с теми, что были заданы программно. Основываясь на этом, на третьем этапе формируется оптимальный набор состояний всех управляющих команд и выполняется запись значений в блок управления, с учетом которых производится подстройка всех каскадов.

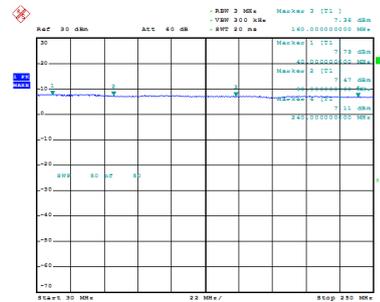


Рис. 4 – АЧХ ВЧ-тракта с коррекцией

Результат работы ПО системы управления представлен на рис. 4 — при выходной мощности, равной 8 дБм (с учетом усредненных потерь в кабеле порядка 0.6 дБ) — неравномерность в полосе рабочих частот 0.5дБ.

III. ВЫВОДЫ

Предложенная структура микропроцессорной системы управления соответствует всем современным тенденциям в области разработки современных ВЧ-устройств. Применение микропроцессора как управляющего элемента позволяет гибко управлять корректировать негативное влияние как отдельных элементов/каскадов, так и минимизировать и учесть взаимовлияние нескольких. Основываясь на этом, представлена методика, позволяющая качественно оценить и скорректировать это влияние.

IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перестраиваемый акустооптический фильтр на основе кристаллов парателлурита /А. И. Колесников, И. А. Каплунов, В. Я. Молчанов, С. Е. Ильяшенко, Р. М. Гречишкин // – ИЗВ. ВУЗОВ. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ –2012. –т.55, –№10. –С.73-77
2. Кандырин, Н. П.Формирователь многочастотного сигнала на основе прямого цифрового синтезатора для управления акустооптическими фильтрами / Н. П. Кандырин. – Харьков.: Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил, 2016. – Вип.№1. – С.70-75.