

К вопросу построения адаптивной АР на основе Чебышевской аппроксимации

Тарасов А.А.

Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» Россия, 602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д.23
andrey.tarasov.89@mail.ru

Проведен анализ возможности применения аппроксимирующих функций Чебышева для решения задач формирования нулевого уровня приема в ДН антенной решетки.

The analysis of possibility of application of approximating functions of Chebysheva for the decision of problems of formation of zero level of reception in the diagram of an orientation of an antenna lattice is carried out.

Обеспечение работоспособности радиолокационных станций и информационных систем в сложной помеховой обстановке – одна из актуальных задач при их практической реализации. В настоящее время одним из основных способов борьбы с активными помехами, создаваемыми специальными постановщиками, является формирование нулей (провалов) в ДН антенны в определенных направлениях, т.е. осуществления пространственной фильтрации сигналов на фоне помех.

Для решения задач адаптации антенных решёток под известную помеховую ситуацию, а именно для формирования провалов в ДН, в данной работе, рассмотрена возможность применения аппроксимирующих функций Чебышева с учетом, что антенна представляет собой фильтр пространственных частот.

Полиномы Чебышева имеют вид [1]:

$$T_n(x) = \cos(n \cdot \arccos(x)) \quad (1)$$

Исходно функции Чебышева второго порядка описывают собой частотную зависимость коэффициента пропускания фильтра низких частот, поэтому для решения задач формирования нулевого уровня приема в заданном направлении использовался переход к частотной зависимости коэффициента пропускания режекторного фильтра при помощи известного частотного преобразования.

Амплитудно-частотная характеристика фильтра Чебышева второго порядка задаётся следующим образом:

$$|F(x)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{\varepsilon_s^2}{T_N^2\left(\frac{1}{\omega_c}\right)}}}, \quad (2)$$

где ε_s – параметр, задающий необходимый уровень подавления в полосе заграждения; ω_c — частота среза; T_n — полином Чебышева n-го порядка.

Частотное преобразование для перехода от АЧХ фильтра низких частот к АЧХ режекторного фильтра [2], выполняется путем замены частоты среза ω_c выражением $\frac{\omega_{cl} - \omega^2}{B \cdot \omega}$, где $\omega_{cl} = \omega_в \cdot \omega_н$, $B = \omega_в - \omega_н$, $\omega_в$ - верхняя частота полосы пропускания; $\omega_н$ - нижняя частота пропускания.

На рис. 1 приведена АЧХ режекторного фильтра с применением функции аппроксимации Чебышева, а на рис. 2 показана ДН антенной решетки, полученная при наложении на исходную ДН АЧХ режекторного фильтра.

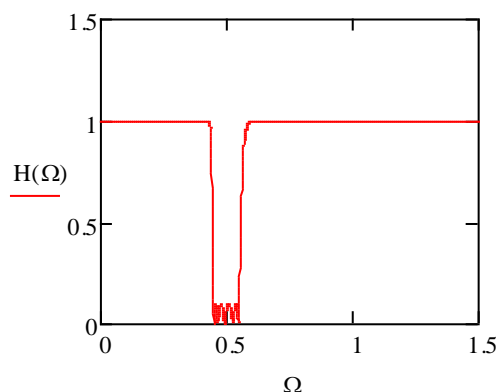


Рис. 1. АЧХ фильтра Чебышева второго порядка пятого рода после частотного преобразования (при $\epsilon_s = 100$)

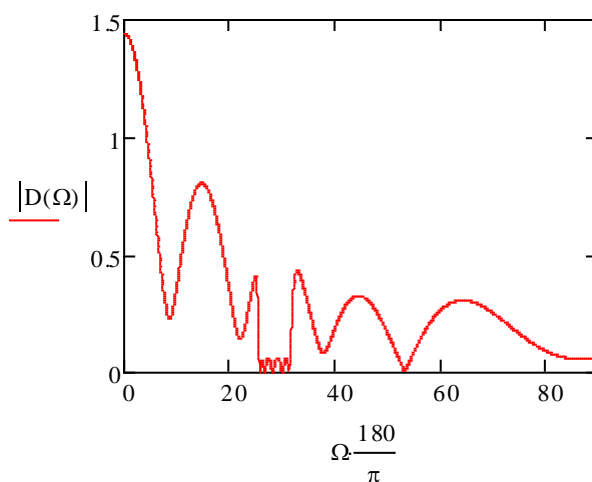


Рис. 2. ДН антенной решетки с применением аппроксимационной функции Чебышева

Проведенное исследование показало, что при увеличении порядка функции аппроксимации Чебышева, точность выделения области нулевого приема в ДН повышается и уменьшаются искажения в остальных областях исходной ДН антенной решетки. При одинаковой ширине области подавления более точно формируется при расположении их в дальней угловой зоне. Так же искажения в полосе заграждения уменьшаются при сужении ширины области подавления.

Литература

1. Антенны и устройства СВЧ. Расчёт и проектирование антенных решёток и их излучающих элементов. Под редакцией профессора Воскресенского Д.И. Учебное пособие для вузов. М. Изд-во «Советское радио», 1972, стр. 320.