

ВАРИАНТ ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВОГО АЛГОРИТМА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОГО МОНОИМПУЛЬСНОГО ПЕЛЕНГАТОРА С ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОМПЕНСАЦИЕЙ ПОМЕХ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Козлов С.В., Нехаичик А.Д.

Козлов С.В. – д.т.н., доцент

Аннотация — Приведена возможная структура и рассмотрены особенности построения нейросетевого алгоритма (НА) для обработки сигналов в радиолокационном моноимпульсном пеленгаторе с пространственной компенсацией помех (ПКП). Изложен подход к обучению НА.

Одним из основных методов повышения помехозащищенности радиолокационных средств (РЛСр) является реализация пространственной обработки, предполагающей взвешенное суммирование сигналов на выходе приемных каналов (ПК) [1]. В [2] для радиолокационного пеленгатора суммарно - разностного типа предложены квазиоптимальные алгоритмы, обеспечивающие стабилизацию пеленгационной характеристики (ПХ) в заданной области при произвольных диаграммах направленности (ДН) ПК и неклассифицированной выборке. Их практическая реализация ограничивается быстродействием вычислителей. В этой связи представляет интерес построение и исследование НА функционирования.

Обоснование НА включает определение входных и выходных данных, структуры и алгоритмов обучения нейросети (НС). Для РЛСр $n = \overline{1, N}$ с ПК, зондирующими сигналами с базой $B \gg 1$ и исходя из минимизации реализации определено, что:

входные сигналы НС включают вектор $\mathbf{x}_k = (\dot{X}_1(k), \dots, \dot{X}_N(k))^T$ отсчетов сигналов на выходах ПК (до фильтра сжатия) в текущий k -й момент времени и оценку $\hat{\Phi} = \frac{1}{B} \sum_{i=k-B+1}^k \mathbf{x}_i \mathbf{x}_i^+$ выборочной ковариационной матрицы процессов на выходах ПК по предыдущим отсчетам (в форме верхней треугольной матрицы);

выходные сигналы НА включают адаптированные отсчеты сигналов суммарного $\dot{Y}_{\Sigma k}$ и разностного $\dot{Y}_{\Delta k}$ каналов, из которых известным способом формируются сигналы $\dot{Y}_{\Sigma}^{сж} = H \otimes \dot{Y}_{\Sigma}$, $\dot{Y}_{\Delta}^{сж} = H \otimes \dot{Y}_{\Delta}$ каналов на выходе фильтра сжатия, где H - импульсная характеристика согласованного фильтра, \otimes - операция свертки, решается задача обнаружения и вычисляются оценки угловых координат полезного сигнала.

Структура предлагаемой НС приведена на рис.1. Нейроны сети имеют комплексные входные данные, смещения и функции активации. НС включает входной слой из $N(N+3)/2$ нейронов, как минимум два скрытых слоя из $L_1, L_2 \geq N$ нейронов со смещением и нелинейной функцией активации и выходной слой из двух нейронов с линейной функцией активации.

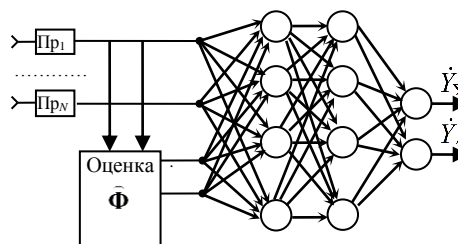


Рис. 1

Для обучения НС предлагается алгоритм обратного распространения ошибок с учителем. Эпоха обучения соответствует одному из угловых положений источника полезного сигнала в пределах линейного участка ПХ. Для каждой эпохи разыгрываются угловые положения и мощности источников помех, воспроизводятся значения \mathbf{x}_k , $\hat{\Phi}$ и рассчитываются эталонные сигналы $\dot{Y}_{\Sigma}^{эт}$, $\dot{Y}_{\Delta}^{эт}$ на выходах каналов при синфазном диаграммообразовании и отсутствии помех. В качестве ошибки настройки НС принимают величину $E = \gamma |\dot{Y}_{\Delta}^{эт} - \dot{Y}_{\Delta}^{вых}|^2 + |\dot{Y}_{\Sigma}^{эт} - \dot{Y}_{\Sigma}^{вых}|^2$, где коэффициент γ определяется средним отношением модулей ДН суммарного и разностного каналов в пределах линейного участка ПХ.

Таким образом, предложены вариант построения и постановка задачи исследования НА функционирования радиолокационного моноимпульсного пеленгатора с ПКП.

Список использованных источников:

[1] Монзинго Р. А., Миллер Т. У. Адаптивные антенные решётки. М.: Радио и связь, 1986. 448 с.

2] Козлов С. В., Карпухин В. И., Сергеев В. И. Синтез вариантов структуры радиолокационных измерителей угловых координат с адаптивной пространственной компенсацией помех // Антенны. 2010. № 6. С. 71–76.