

ЛЯЛЮК А.И., РОГОЖКИН Е.В., докт. физ.-мат. наук, проф.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ІМІТАТОРІВ СИГНАЛУ НЕКОГЕРЕНТНОГО РОЗСІЯННЯ

В настоящее время существует необходимость в имитации сигнала некогерентного рассеяния (НР), и она вытекает из практики применения метода некогерентного рассеяния при исследованиях ионосферы. Её параметры определяются по автокорреляционным функциям (АКФ) сигнала НР, измеренных и при больших, и при весьма малых соотношениях сигнал/шум. Особенно остро такая задача стоит на пути создания сигнала, характерного для режима работы радара НР сдвоенными импульсами.

Одним из наиболее перспективных алгоритмов, используемых в имитаторах сигнала НР является фазовая манипуляция в которой сигнал представлен в виде циклически повторяемых группы – матриц ФМ-кодов. Каждая строка матрицы - это кодированный по фазе $(0, \pi)$ сигнал на рабочей частоте, и, следовательно, элементы матрицы могут принимать значения: 1 или -1. Количество элементов в строке n задаётся длительностью реально излучаемого радиоимпульса и тем шагом по задержке τ , которая используется в реальном процессоре обработки сигналов НР. Количество строк m определяет в конечном итоге точность воспроизведения заданных корреляционных свойств.

В сравнении с фазовой манипуляцией амплитудно-фазовая манипуляция дает меньшую погрешность, а управление с помощью персонального компьютера (ПК) обеспечит требуемую точность реализации корреляционных свойств. Возможность оценить погрешность, с которой система обработки приняла решение является основным требованием при разработке имитатора сигнала НР для того, чтобы «научить» систему обработки принимать решение наиболее приближенное к заданным исходным «псевдо» параметрам ионосферы, т.к. в реальной ситуации все параметры ионосферы по сути являются случайными величинами.

С целью технической реализации предлагается использовать программно управляемый стандартный синтезатор частот, на выходе которого подключен блок управления амплитудой и фазой $(0, \pi)$. Выход этого блока подключается к одной из контрольных точек радиолокатора. Допуская, что в радиоприемном тракте нелинейные искажения отсутствуют,

при синхронизируемом программном управлении частотой и амплитудой имитируется линейчатый спектр заданной формы. В процессе суммирования результатов измерений по каждой отдельно взятой составляющей имитируемого спектра образуется АКФ, форма которой соответствует заданной.

На основе результатов исследования проведенных в институте ионосферы оценивается ошибка от замены сплошного спектра линейчатым. Для общей оценки погрешности использовалась функция невязки между аналитическими корреляционной функции (КФ) и КФ имитатора. Рассматривались случаи для шага по частоте Δf (Гц): 1, 10, 50, 100, 1000. На основе полученных результатов видно, что среднеквадратическая погрешность тем выше, чем больше отношение температур электронов и ионов. Значения погрешности практически равномерно распределены по всем задержкам, наблюдается лишь незначительное увеличение с ростом задержки. Отсюда можно сделать заключение, при шаге по частоте 10 Гц и меньше, ошибка замены сплошного спектра линейчатым не превышает сотых долей процента. Следовательно, шаг такой величины можно использовать для анализа ошибок, которые зависят от выбора длительности импульса и фазового сдвига.

В докладе рассмотрены алгоритмы используемые в цифровых имитаторах сигнала НР, и рассмотрен метод амплитудно-фазовой манипуляции сигнала в современных вычислительных средствах для формирования сигнала с заданными корреляционными свойствами. Такой сигнал может быть как средство текущего контроля ошибок при ионосферных измерениях методом некогерентного рассеяния. Мы можем отслеживать обработку сигнала подавая сигнал с имитатора как на входе передатчика, так и на входе любого УПЧ при этом мы можем отследить погрешности и ошибки вносимые каждым каскадом приемника.

Список литературы: 1. *Рогожкин Е.В.* Измерение параметров ионосферной плазмы по корреляционной функции сигнала некогерентного рассеяния. // Ионосферные исследования. - М.: Сов. радио, 1979. - № 27 2. *Рогожкин Е.В.* Представление сигнала НР N-мерным случайным вектором // 16 Всесоюзная конференция по распространению радиоволн. Тезисы докладов. Харьков. 1990, с.110 3. *Рогожкин Е.В.* О представлении сигнала некогерентного рассеяния многомерным случайным вектором.// Ионосфера. 1/92, сб. научн. трудов, вып. 2, 1992, Харьков 4. *Рогожкин Е.В., Пуляев В.А.* Измерение параметров ионосферы с использованием фазовой манипуляции несущей // Вестник ХПИ. Сер. «Исследование ионосферы методом некогерентного рассеяния.»-Харьков, 1986.-№234, Вып. 4. 5. *Таран В.И.* Исследование ионосферы с помощью радаров НР в Харькове // Вестн. ХГПУ. Харьков: ХГПУ. 1999, Вып.31. С. 3 – 9. 2