

## МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЛАЗМЫ В МЕТОДЕ НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЙНИЯ

Емельянов Л. Я., Богомаз А. В.  
*Институт ионосферы, г. Харьков*

Разработанная методика предназначена для проверки программного обеспечения обработки данных радара некогерентного рассеяния (НР) и исследования влияния аппаратурных факторов на результаты обработки. Она включает три этапа. Первый этап:

1. Формирование сигнала с заданным спектром (одна или две гармоники, либо спектр НР), сдвинутым относительно второй промежуточной частоты радара ( $f_{ПЧ} = 972.4$  кГц) на величину  $f_d$ , пропорциональную скорости движения плазмы. Время между отсчётами  $\Delta t = 0.25$  мкс.

2. Имитация синхронного детектирования сформированного сигнала. Выполняется перемножение мгновенных значений сигнала на предварительно рассчитанные значения гармонических (с частотой  $f_{ПЧ}$ ) сигналов, сдвинутых, в общем случае, на  $90^\circ$ . Имеется возможность изменять сдвиг фаз.

3. Свёртка синфазной и квадратурной составляющих с полученными экспериментально импульсными характеристиками фильтров нижних частот радиоприёмного устройства радара НР.

4. Линейная интерполяция ( $\Delta t = 30.555$  мкс) сигналов для имитации временной дискретизации, которая осуществляется в аналого-цифровом преобразователе (АЦП) системы первичной обработки данных радара НР (например, программируемого многоканального коррелятора).

5. Запись полученных развёрток в два текстовых файла (sin.txt и cos.txt).

Второй этап моделирования состоит из:

1. Объединения файлов с результатами, полученными на разных компьютерах (первый этап является достаточно ресурсоёмким).

2. Расчёта и накопления двух авто- и двух кросс-корреляционных функций (КФ) сигналов.

3. Расчёта действительной и мнимой составляющих КФ и их трапецеидального суммирования, как это реализовано в программе обработки данных радара НР, входящей в состав разработанного и внедрённого в Институте ионосферы пакета Unified Processing of the Results of Incoherent Scatter Experiments (UPRISE).

4. Учёта уменьшения коррелирующего объёма плазмы, возникающего при использовании импульсного зондирования с помощью моностатического радара.

5. Сохранения данных в формате AS, который применяется для хранения результатов обработки в программах, входящих в пакет UPRISE.

Третий этап заключается в расчёте с помощью пакета UPRISE скорости движения плазмы и, если для моделирования использовался спектр НР сигнала, температур ионов и электронов. Расчёт скорости движения плазмы может осуществляться по различным алгоритмам (в пакете UPRISE реализовано пять алгоритмов, использующих корреляционные характеристики сигнала, и два алгоритма, использующих спектральные характеристики).