**Применение методов пространственной обработки поля для задач спутниковой диагностики ионосферы**

С. И. Книжин, М.А. Зверев, М.В. Тинин

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия

Спутниковую диагностику ионосферной плазмы можно разделить на два типа, лучевую и дифракционную. Лучевая диагностика ионосферы, основанная на геометрооптической (ГО) модели распространения сигнала, позволяет исследовать крупномасштабные неоднородности в ионосфере Земли. В ГО модели характеристики принимаемого сигнала (фаза, запаздывание, амплитуда) полностью определяются интегралами вдоль лучей, которые на высоких частотах имеют вид прямых линий. Такие интегралы часто называют линейными интегралами. Таким образом, при решении задач лучевой диагностики, т. е. без учета дифракционных эффектов, задача сводится к восстановлению физических характеристик неоднородной среды по набору линейных интегралов. Для решения задач диагностики с учетом дифракционных эффектов используют другие приближенные методы описания полей в неоднородных средах. Для неоднородных сред, вызывающих слабые флуктуации фазы, используют метод плавных возмущений и приближение Борна. Для сред с сильными флуктуациями фазы обычно применяют модель фазового экрана, однако данная модель требует информации о местонахождении неоднородности.

В качестве метода позволяющего увеличить разрешающую способность диагностики неоднородной плазмы можно использовать пространственную обработку поля, основанную на представлении поля волны в виде двойного взвешенного Фурье преобразования (ДВФП), выполненного относительно координат источника и приемника. Отличительная особенность данного метода заключается в возможности диагностировать неоднородности с размерами меньше радиуса Френеля при слабых и сильных вариациях фазы и уровня в отсутствие информации о локализации исследуемой неоднородной среды. Такой вид диагностики может быть реализован в задачах радиотомографии плазмы, где приемо-передающая система включает в себя две синхронизированные антенные решетки. В ионосферных исследованиях пространственная обработка ДВФП реализуема, когда приемная решетка располагается на Земле, а передающую антенную систему можно синтезировать двигающимся низкоорбитальным или высокоорбитальным искусственным спутником Земли.

В данной работе нами исследованы возможности пространственной обработки поля на основе метода ДВФП для задачи спутниковой диагностики ионосферной плазмы. Численные расчеты выполнены с учетом движения низкоорбитальных спутников, излучающих сигналы на частотах 150 МГц и 400 МГц. Модель ионосферной плазмы, включает гауссовы плазменные неоднородности, с масштабами меньше радиуса Френеля, двигающиеся с различными скоростями.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России (Задание № FZZE-2023-0004).