Восстановление высотного профиля электронной концентрации по ионограмме наклонного зондирования.

Волков М.А1,2, Гомонов А.Д.1, Гурин А.В.2

1.Полярный геофизический институт, 183010, г.Мурманск, ул.Халтурина, 15, gotvald94@mail.ru

2. Мурманский арктический университет, 183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13, volkovma@mstu.edu.ru

В работе рассматривается задача восстановления высотного профиля электронной концентрации по данным ионозонда наклонного зондирования. Входными данными обратной задачи является ряд времени запаздывания от частоты для линейно-частотно модулированного сигнала, получаемый из ионограммы наклонного зондирования. Обратная задача нахождения высотного профиля электронной концентрации решается на основе расчета траекторий распространения радиоволн вдоль радиотрассы передатчик-приемник. Для решения задачи распространения радиоволн используется характеристическая система дифференциальных уравнений для расчета координат и волновых векторов в анизотропной ионосфере. Выбирается сферическая геомагнитная система координат. Дисперсионное соотношения для радиоволн задается выражением Эплтона-Хартри в отсутствие столкновений. В точке излучения радиолуч направляется вдоль геодезической линии соединяющей передатчик с приемником. В рассматриваемом случае выбрана радиотрасса Соданкюля-Мурманск. В настоящей работе определяется высотный профиль электронной концентрации без учета горизонтальных градиентов электронной концентрации. Ионосфера нарезается на сферические слои. Для каждого слоя, начиная с ближнего к Земле, вычисляется высотный градиент электронной концентрации и толщина слоя, на верхней границе которого происходит отражении радиоволны заданной частоты. Вычисляются оптимальные значения угла выхода луча и вертикального градиента, при которых отклонения конечной точки траектории радиолуча и времени распространения от наблюдаемых значений минимальны.

Reconstruction of the electron density altitude profile from an oblique sounding ionogram.

Volkov M.A.1,2, Gomonov A.D.1, Gurin A.V.2

1. Polar Geophysical Institute, 183010, Murmansk, Khalturina St., 15, gotvald94@mail.ru

2. Murmansk Arctic University, 183010, Murmansk, st. Sports, 13, volkovma@mstu.edu.ru

The work considers the problem of reconstructing the altitude profile of the electron density from oblique sounding ionosonde data. The input data of the inverse problem is a delay time series for a linearly frequency modulated signal, obtained from an oblique sounding ionogram. The inverse problem of finding the altitude profile of the electron concentration is solved based on calculating the trajectories of radio wave propagation along the transmitter-receiver radio track. To solve the problem of radio wave propagation, a characteristic system of differential equations is used to calculate coordinates and wave vectors in the anisotropic ionosphere. The spherical geomagnetic coordinate system is selected. The dispersion relation for radio waves is given by the Appleton-Hartree expression in the absence of collisions. At the emission point, the radio beam is directed along the geodetic line connecting the transmitter to the receiver. In this case the Sodankylä-Murmansk radio track was chosen. In this work, the altitudinal profile of the electron density is determined without taking into account horizontal gradients of the electron density. The ionosphere is cut into spherical layers. For each layer, starting with the one closest to the Earth, the altitudinal gradient of the electron concentration and the thickness of the layer at the upper boundary of which a radio wave of a given frequency is reflected are calculated. The optimal values of the ray exit angle and vertical gradient are calculated, at which the deviations of the end point of the radio beam trajectory and propagation time from the observed values are minimal.