

Радиотомографические наблюдения электронной плотности ионосферы на меридиане архипелага Шпицберген – Кольский полуостров – Карелия

Е. Д. Терещенко, Б. З. Худуков, Н. Ю. Романова, А. А. Галахов, Ю. А. Мельниченко, В. М. Сухоруков

Полярный геофизический институт КНЦ РАН, 183010 Мурманск, Россия

Поступила в редакцию 22 октября 2003 г.

Рассмотрены первые результаты восстановления двумерного распределения электронной концентрации ионосферы методом спутниковой томографии в регионе от субавроральной ионосферы (Карелия) до зоны вблизи полярной шапки (северо-запад архипелага Шпицберген) общей протяженностью около 1700 км. Уникальность данного эксперимента состоит в размещении приемной спутниковой аппаратуры на научно-исследовательском судне в Баренцевом море, разделяющем Кольский полуостров и арх. Шпицберген. Полученные результаты свидетельствуют о сложной структуре ионосферы в этой области даже в спокойных геофизических условиях при ее освещенности Солнцем.

PACS: 94.20.–y

Глобальные изменения электронной концентрации от полярной шапки до среднширотной ионосферы имеют существенное значение для рассмотрения взаимодействия между солнечной плазмой и магнитосферой Земли и понимания физических механизмов формирования структуры ионосферы. В то же время исследования электронной концентрации радиотомографическим методом [1] в этой области затруднены сложностью размещения диагностических средств из-за Баренцева моря, отделяющего арх. Шпицберген от Кольского почти на 1000 км. Поэтому была сделана попытка разместить приемник спутниковых сигналов на научно-исследовательском судне “Дальние Зеленцы”, маршрут которого проходил между г. Мурманском и архипелагом Шпицберген (рис.1).

В настоящей работе приведены первые результаты восстановления двумерного распределения электронной плотности методом радиотомографии с приемниками спутниковых сигналов, расположенными от Карелии (г. Кемь) до северо-западной части арх. Шпицберген (порт Нью Алезунд). Схема эксперимента была выбрана следующим образом. Использовались шесть приемников, расположенных вдоль траектории спутников от г. Кемь до порта Нью Алезунд на арх. Шпицберген. Координаты приемных пунктов: порт Нью Алезунд (78.92° N, 11.93° E), порт Баренцбург (78.1° N, 14.21° E), корабль (текущие координаты во время его движения 74.5° N, 21.28° E 10.10.2003 г. в 03:57 UT и 74.5° N, 20.21° E в 05:41 UT), г. Никель (69.4° N, 31.01° E), порт Верхнетуломский (68.6° N, 31.76° E), г. Кемь (64.95° N,

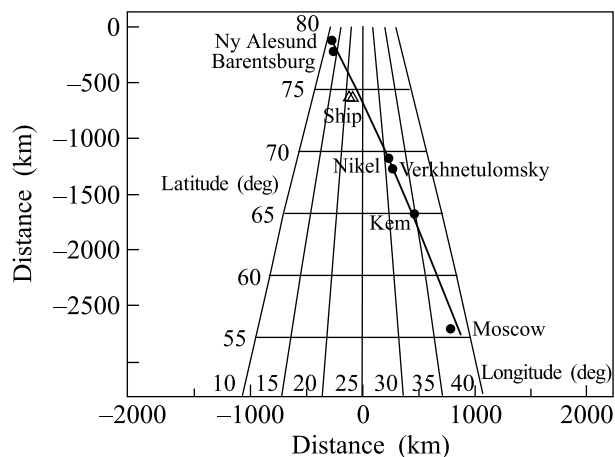


Рис.1. Проекция траектории пролета спутника при его движении с севера (сплошная линия), местоположение приемных пунктов (точки) и местоположение НИС “Дальние Зеленцы” для сеансов 10.08.2003 г. в 03:57 и 05:41 UT (треугольники)

34.5° E). Для эксперимента использовались российские навигационные спутники с высотой орбиты около 1000 км и ее наклоном в 83° , излучающие когерентные сигналы на частотах 150 и 400 МГц. Из рис.1 видно, что местоположение приемных станций достаточно близко совпадает с проекцией траектории спутника при его движении с севера. Местоположение судна разделяет примерно поровну большое расстояние между континентом и арх. Шпицберген, и, таким образом, наличие приемника на судне позволяет сформировать в ионосфере систему пересекающихся лучей и реконструировать распределение элек-

тронной плотности в обширном пространственном регионе от субавроральной зоны до полярной шапки. Учитывая две зоны вхождения токов в ионосферу, в окрестности которых возможно ожидать появления вертикальных структур электронной плотности, приемники вблизи полярной шапки на арх. Шпицберген (п. Баренцбург, п. Нью Алезунд) и в авроральной зоне на Кольском полуострове (п. Верхнетуломский, г. Никель) были размещены на сравнительно малом расстоянии.

На рис.2 и 3 приведены результаты томографического восстановления электронной плотности практически в одной и той же области ионосферы для

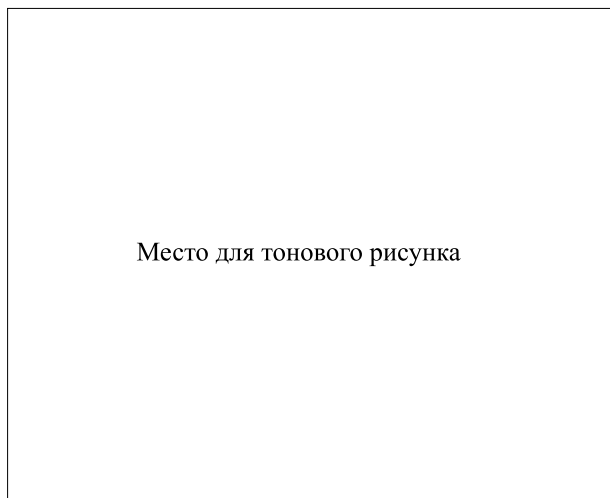


Рис.2. Реконструкция электронной плотности для спутникового сеанса 10.08.2003 г. в 03:57 UT. Для корабля угол места и азимут направления на спутник составляют соответственно 84 и 66°

двух последовательных сеансов наблюдений в 03:57 и 05:41 UT 10 августа 2003 г. В 03:57 UT записи спутниковых сигналов были сделаны на всех шести приемных пунктах, а в 05:41 UT запись спутниковых сигналов в п. Баренцбург не производилось. По оси X нанесено расстояние по Земле, его отсчет начинается от г. Кеми. Приемные станции обозначены как NyA, Bar, Shp, Nik, Tul и Kem. Размер элементарной ячейки разбиения томографической сетки рекон-

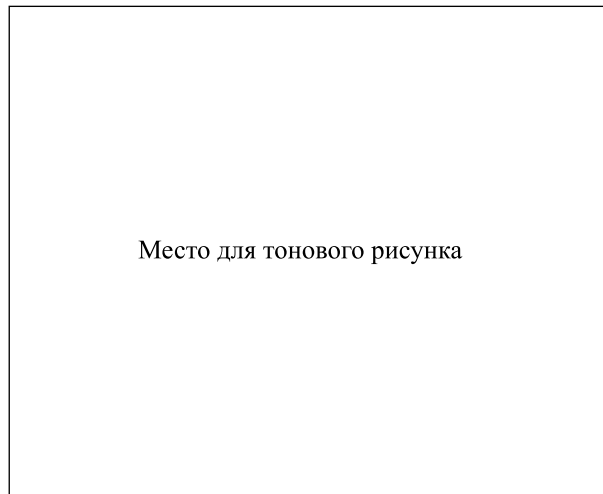


Рис.3. Реконструкция электронной плотности для спутникового сеанса 10.08.2003 г. в 05:41 UT. Для корабля угол места и азимут направления на спутник составляют соответственно 78 и 61°

струкции составлял 30×16 км (расстояние, высота). Сплошными наклонными линиями нанесено направление магнитных силовых линий над арх. Шпицберген, составляющее примерно 8° к югу от вертикали.

Из сравнения рис.2 и рис.3 видно, что структура распределения электронной концентрации для двух разных моментов времени в общих чертах подобна. Это наличие области с пониженным значением электронной плотности севернее Кольского полуострова, а также присутствие в районе полярной шапки над арх. Шпицберген изолированных локальных структур повышенной концентрации в нижней и в верхней частях F-области ионосферы, вытянутых примерно вдоль геомагнитного поля и более заметных на рис.2. При этом при росте зенитного угла Солнца (по мере перехода от рис.2 к рис.3) происходит повышение концентрации и ионосфера становится более однородной.

1. V. Kunitsyn and E. Tereshchenko, *Ionospheric Tomography*, Berlin, Springer-Verlag, 2003.