

О перспективах исследования неоднородной структуры тропосферы с помощью сети приемников GPS-ГЛОНАСС

О.Г. Хуторова, А.А. Васильев, В.Е. Хуторов*

Калужский государственный университет
470008, г. Калужа, ул. Кремлевская, 18

Поступила в редакцию 18.01.2010 г.

Сеть из семи наземных приемников GPS-ГЛОНАСС, расположенных на расстоянии от 3 до 35 км, расположенных в г. Калужа и на окрестностях, дает возможность провести дистанционное зондирование пространственно-временной картины коэффициента рефракции радиоволн, которая зависит от динамичных атмосферных параметров. Получены вертикальные профили и суточные ходы индекса рефракции посылки коротких сигналов с данными наземных измерений.

Ключевые слова: дистанционное зондирование тропосферы, спутниковые и наземные системы, многоканальные радиосигналы; *remote sensing, satellite navigation system, multi-scale information*.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется задачам развития систем, обеспечивающих адекватную оценку и прогноз неоднородной структуры тропосферы в реальном времени. В связи с этим всеобщим интерес вызывают широкие возможности применения глобальных сетей позиционирования GPS и ГЛОНАСС.

Перспективным направлением дистанционного зондирования тропосферы является использование радиосигналов спутниковых навигационных систем (СНС). В США и Западной Европе достаточно много исследованной позиционно-коммерческой информацией полет содержания водяного пара в тропосфере с помощью наземных приемников GPS [1–4] и др. Показано, что данные приемников GPS – инструмент исследования тропосферы с большим временным разрешением [4]. Пространственное разрешение зависит от плотности расположения приемников.

Цель данной работы – показать возможности исследования вертикальной и горизонтальной мезомасштабных структур тропосферы с помощью системы наземных приемников GPS-ГЛОНАСС, расположенных в пространстве.

Спутники СНС получают радиосигналы в диапазоне длин волн 19 и 24 см, что обеспечивает всегодичный прием на поверхности Земли. Наземные приемники измеряют параметры принятых радиосигналов (групповой и фазовой путь от спутника до антенны приемника, доплеровский сдвиг несущей

частоты и др.), флуктуации которых связаны с различными атмосферными процессами, в том числе с вариациями параметров тропосферы [1, 6].

Рассмотрим основные параметры нейтральной атмосферы, влияющие на распространение радиоволн дециметрового диапазона в приемном слое. Основной характеристикой атмосферы как среды распространения является индекс рефракции. Обычно используют следующее выражение, связывающее индекс рефракции N и коэффициент преломления n радиоволн с атмосферными параметрами [4]:

$$N = (n - 1) \cdot 10^6 = 77,6 \frac{P}{T} + 3,73 \cdot 10^3 \frac{e}{T^2}, \quad (1)$$

где первое слагаемое определяется влиянием молярных масс, а второе – водяным паром; P и T – давление и температура воздуха, мбар и К соответственно; e – парциальное давление паров воды, мбар. Это выражение позволяет оценить зависимость коэффициента преломления от параметров атмосферы и определить степень их влияния на условия распространения радиоволн.

Флуктуации коммерческих параметров радиосигналов СНС при распространении в неоднородной атмосфере обусловлены изменением индекса рефракции. Это изменение можно разделить на систематическое, связанное с изменениями с редких параметров атмосферы, и нерегулярное, связанное с неоднородностями атмосферных параметров. Систематическое изменение имеет в основном высотный ход. Высотный градиент метеопараметров в атмосфере формирует высотный профиль коэффициента преломления радиоволн и вызывает явление вертикальной рефракции. Температура и влажность часто коррелируются с высотой монотонно.

* Ольга Германовна Хуторова (olga.khutorova@kpfu.ru);
Алексей Анатольевич Васильев; Владимир Евгеньевич Хуторов.