

УДК 621.396.98.004.1

ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ КООРДИНАТ, ИОНОСФЕРНЫХ И ТРОПОСФЕРНЫХ ЗАДЕРЖЕК НА НАВИГАЦИОННЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ПРИ ПОМОЩИ СРНС

Д.А. ЗАТУЧНЫЙ

Статья представлена доктором технических наук, профессором Логвиным А.И.

В данной статье анализируется влияние динамических погрешностей, ионосферных и тропосферных погрешностей на навигационные определения воздушных судов. Приводятся количественные данные по этим погрешностям для Тюменского региона. Дан сравнительный анализ этих погрешностей.

Ключевые слова: динамическая погрешность, ионосферная задержка, тропосферная задержка.

Динамическую погрешность измерения координат можно разделить на два вида: собственно погрешность измерения псевдодальности и погрешность за счёт использования последовательного измерения во времени псевдодальностей до четырёх навигационных космических аппаратов (НКА).

Первый вид динамической погрешности может быть оценён для спутникового созвездия Земли с астатизмом второго порядка, т.е. ошибкой в установившемся режиме, равной нулю, при помощи выражения $\delta_{R_d} = \frac{2,24\lambda\Delta a}{4\Delta f_{cc3}^2}$, где $\Delta f_{cc3} = 3 \text{ Гц}$; $\lambda = 0,19 \text{ м}$ - длина волны.

Подставив в эту формулу приведённые данные, имеем

$$\delta_{R_d} = 6,22 \times 10^{-3} \text{ м.}$$

Второй вид динамической погрешности моделируется при помощи соотношения, приведённого в [1]

$$\delta_{R_i} = \left(\hat{V}_{R_i} - V_{R_i} \right) \Delta t + \left(\hat{a}_{R_i} - a_{R_i} \right) \frac{\Delta t^2}{2}, \quad (1)$$

где \hat{V}_{R_i} , \hat{a}_{R_i} - оценки скорости и ускорения по направлению на i -й НКА; V_{R_i} , a_{R_i} - истинные значения скорости и ускорения в направлении на i -й НКА, получаемые из моделей движения ВС и НКА; Δt - интервал времени между измерением соответствующей псевдодальности и моментом решения навигационной задачи.

Исходя из статистических данных применительно, например, к Тюменскому региону, предполагается, что разница между истинным значением и оценкой скорости и ускорения равняется $0,02 \text{ м/с}$ (м/с^2), а интервал времени Δt , достаточный для решения навигационной задачи, как правило, равен $\Delta t = 10^{-2} \text{ с}$. Таким образом, $\delta_{R_i} \approx 2 \times 10^{-3} \text{ м}$.

В аппаратуре потребителей спутниковой радионавигационной системы гражданского применения обычно используется одна частота, и компенсация ионосферной задержки базируется на использовании модели ионосферы. Остаточная погрешность оценивается выражением, приведённым в [2]

$$\delta_{\text{ион.}} = 2\tau_u c \operatorname{cosec} \sqrt{\gamma^2 + 20^0} \approx 0,5 \operatorname{cosec} \sqrt{\gamma^2 + 20^0}, \quad (2)$$

где τ_u - нескомпенсированная (согласно принятой модели) ионосферная задержка; c - скорость света; γ - угол места НКА.

Учитывая, что минимальный угол места НКА $\gamma = 5^0$, получаем $\delta_{ион,мин} = 0,5 м$.

Остаточная погрешность при распространении радиоволн в тропосфере описывается выражением, приведённым в [3]

$$\delta_{мп.} = \tau_m c \exp\left(-\frac{0,034}{T_0}\right) \operatorname{cosec} \gamma \approx 0,1 \exp\left(-\frac{0,034}{T_0}\right) \operatorname{cosec} \gamma, \quad (3)$$

где τ_m - нескомпенсированная (согласно принятой модели) тропосферная задержка; $T_0 = 300^0 K$ - абсолютная температура в точке приёма.

Учитывая, что минимальный угол места НКА $\gamma = 5^0$, получаем: $\delta_{мп.мин} \approx 0,1 м$.

В табл. 1 приведены значения всех погрешностей применительно к Тюменскому региону.

Таблица 1

Значения погрешностей применительно к Тюменскому региону

Наименование погрешности	Значение погрешности
Первый вид динамической погрешности	$6,22 \times 10^{-3} м$
Второй вид динамической погрешности	$2 \times 10^{-3} м$
Остаточная погрешность, связанная с ионосферной задержкой	0,5 м
Остаточная погрешность, связанная с тропосферной задержкой	0,1 м

ЛИТЕРАТУРА

1. Кинкулькин И.Е., Рубцов В.Д., Фабрик М.А. Фазовый метод определения координат. - М.: Советское радио, 1979.
2. Краснюк Н.П., Коблов В.Л., Красюк В.Н. Влияние тропосферы и подстилающей поверхности на работу РЛС. - М.: Радио и связь, 1988.

INFLUENCE OF DYNAMICAL ERRORS DURING COORDINATE'S MEASURING, IONOSPHERE AND TROPOSPHERE DELAY FOR NAVIGATION DEFINITION OF AIRSHIPS BY HELP OF SRNS

Zatuchny D.A.

The article analyses the influence of dynamical errors, ionospheric and tropospheric errors on navigational definition of aircraft. The quantity of these errors for the Tumen region is cited. Comparative analysis of these errors is given.

Keywords: dynamical error, ionosphere delay, troposphere delay.

Сведения об авторе

Затучный Дмитрий Александрович, 1970 г.р., окончил МГПУ им. В.И. Ленина (1992), кандидат технических наук, доцент кафедры технической эксплуатации радиоэлектронного оборудования воздушного транспорта МГТУ ГА, автор 52 научных работ, область научных интересов – навигация, организация воздушного движения.