

ВИННИКОВА М. Ю., МУХАМЕДЧАНОВ В. Р., ТОЧИЛКИН С. А.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫНОСНОГО КОНТРОЛЯ СИГНАЛОВ ИЗЛУЧЕНИЯ ГЛИССАДНОГО РАДИОМАЯКА

Предложена математическая модель глissадного радиомаяка выносного контроля, обеспечивающего измерение угла наклона и положения границ вертикального сектора глissады планирования.

Традиционно контрольное оборудование глissадного радиомаяка включает в себя три вида контроля — встроенный, апертурный и выносной [1]. Однако при воздействии внешних дестабилизирующих факторов контрольное оборудование существующих глissадных радиомаяков не обеспечивает единства измерений сигналов наведения в эфире. Например, при изменении снежного покрова земной поверхности, обеспечивающей формирование глissад планирования.

В общем случае отраженная земной поверхностью волна является результатом суммирования волн, отраженной границей раздела сред воздух—земная поверхность, и волна, прошедших границу раздела сред воздух—земная поверхность и отраженных нижележащей границей раздела сред один, два и т. д. раз [2].

Для излучателей со слабой направленностью в вертикальной плоскости, а такие используются в составе передающей антенной системы глissадного радиомаяка справедливы соотношения:

$$\begin{aligned} \dot{E}_{отр.i} &= \dot{E}_{отр.ид.i} - \Delta \dot{E}_{отр.i}, \quad \dot{E}_{отр.ид.i} = \sum_{m=1}^M E_{мпр.i} \cdot e^{-j \varphi_{м отр.ид.i}}, \quad (1) \\ \Delta \dot{E}_{мотр.i} &= \sum_{m=1}^M E_{мпр.i} \times \\ &\times \left\{ 1 + W_{m0i} \cdot e^{-j \Delta \varphi_{m0i}} + \sum_{n=1}^N W_{mni} \cdot e^{-j \left[\frac{2\pi}{\lambda} (r_{mni} - r_{m0i}) + \Delta \varphi_{mni} \right]} \right\} e^{-j \varphi_{m0 отр.ид.i}}, \end{aligned}$$

$$\varphi_{\text{отр. ид. } i} = \frac{2\pi}{\lambda} r_{\text{мо } i} + \varphi_{\text{мо}} + \pi,$$

где $\dot{E}_{\text{отр. } i}$ — комплексная амплитуда волны, отраженной земной поверхностью, для i -й точки наблюдения; $\dot{E}_{\text{отр. ид. } i}$ — комплексная амплитуда волны, отраженной идеально отражающей границей раздела сред воздух—земная поверхность, для i -й точки наблюдения; $\Delta \dot{E}_{\text{отр. } i}$ — комплексная амплитуда приращения отраженной волны в i -й точке наблюдения при не идеально отражающей границе раздела сред воздух—земная поверхность; $E_{m \text{ пр. } i}$ — амплитуда прямой волны m -го излучателя для i -й точки наблюдения; $\varphi_{\text{отр. ид. } i}$ — фаза волны, отраженной идеальной отражающей границей раздела сред воздух—земная поверхность, m -го излучателя для i -й точки наблюдения; $m = 1, 2, \dots, M$ — порядковый номер излучателя передающей антенной системы глассадного радиомаяка; $W_{\text{мо } i}$, $\Delta \varphi_{\text{мо } i}$ — модуль и аргумент коэффициента отражения Френеля [2] границы раздела сред воздух—земная поверхность m -го излучателя для i -й точки наблюдения; $W_{\text{мно } i}$, $\Delta \varphi_{\text{мно } i}$ — модуль и аргумент коэффициента отражения слоистой структурной земной поверхности волн m -го излучателя, прошедших границу раздела сред воздух—земная поверхность и отразившихся один, два и т. д. раз от нижележащей границы раздела сред для i -й точки наблюдения; $n = 1, 2, \dots, N$ — порядковый номер волны, прошедшей границу раздела сред воздух—земная поверхность и отразившихся один, два и т. д. раз от нижележащей границы раздела сред слоистой структуры для i -й точки наблюдения; λ — длина волны электромагнитного поля излучения глассадного радиомаяка; $r_{\text{мно } i}$ — расстояние распространения поля излучения от m -го излучателя до i -й точки наблюдения для волн, прошедших границу раздела сред воздух—земная поверхность и отразившихся n раз от нижележащей границы раздела сред слоистой структуры; $r_{\text{мо } i}$ — расстояние распространения поля излучения от m -го излучателя до i -й точки наблюдения для волны, отразившейся от границы раздела сред воздух—земная поверхность; $\varphi_{\text{мо}}$ — начальная фаза поля излучения m -го излучателя.

Комплексная величина $\dot{E}_{\text{отр. } i}$ характеризует интегральный коэффициент отражения структуры земной поверхности. Модуль и аргумент этой величины зависят как от толщины и диэлектрической проницаемости слоев структуры земной поверхности, так и от угла скольжения падающих волн на земную поверхность [2].

Относительно горизонтальной плоскости, проходящей через точку установки передающей антенной системы глассадного радиомаяка, угол любой точки наблюдения, в которой должен обеспечиваться непрерывный контроль сигналов наведения, не превышает 4° и при традиционном размещении оборудования инструментальной системы посадки [1] углы

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Макаров К. В.* и др. Радионавигационные системы аэропортов .— М. : Транспорт, 1978.— 336 с.
2. Справочник по теоретическим основам радиоэлектроники / Под ред. Б. Х. Кривичкого, В. Н. Дулина. В 2-х томах. Том. 1.— М. : Энергия, 1977.— 504 с.
3. *Рабинович С. Г.* Погрешности измерений.— Л. : Энергия, 1978.— 262 с.

Челябинский танковый ин-т.

Поступила в редакцию 23.08.2001.