

других природных сред, т. к. данные зондирования существенным образом определяются областью формирования поля. К тому же с этой областью связаны пределы применимости лучевого представления поля.

Следуя работе [4], будем характеризовать область формирования поля степенью локализации луча γ_τ , которая вводится выражением

$$\gamma_\tau = |v_\tau|^2 / v^2. \quad (1)$$

Здесь v — величина поля в точке наблюдения $P(x, 0, z)$,

$$v = \frac{k}{2\pi i} \iint_{-\infty}^{\infty} v_0(x', y', z') (x - x') \exp(ikR) / R^2 dy' dz', \quad (2)$$

где $v_0 = \frac{A \exp(ik(r + (z' + z_0))) \cos \delta}{r^{1/2} (r - (z' + z_0) \lg \delta)^{3/2}}$ — величина поля боковой волны в плоскости x' , $(0, 0, z_0)$ — координаты источника O , $r = \sqrt{x'^2 + y'^2}$, $R = \sqrt{(x - x')^2 + y'^2 + (z - z_0)^2}$, а v_τ — величина поля, прошедшего через окно с коэффициентом прозрачности $T(y', z')$:

$$v_\tau = \frac{k}{2\pi i} \iint_{-\infty}^{\infty} T(y', z') v_0(x', y', z') \frac{x - x'}{R^2} \exp(ikR) dy' dz'. \quad (3)$$

Пусть Q_τ представляет собой область, в которой коэффициент прозрачности γ_τ заметно отличен от нуля. Тогда величина γ_τ характеризует вклад области Q_τ в результирующее поле и ее можно использовать в качестве меры локализации луча [4]. Варьируя коэффициент прозрачности T , можно судить об области формирования поля в точке наблюдения. В качестве практического критерия локализации луча в области Q_τ можно принять равенство

$$\gamma_\tau = \frac{1}{2}. \quad (4)$$

Для локализации области формирования боковой волны мы воспользуемся гауссовым окном, коэффициент прозрачности которого имеет вид [5]

$$T = \exp[-y'^2/A_y^2 - z'^2/A_z^2]. \quad (5)$$

После подстановки выражений (2), (3) в (1) и последующего интегрирования можно получить:

$$\gamma_\tau = \frac{\pi^2 a^4}{1 + \pi^2 a^4}, \quad (6)$$

где $\gamma_\tau = A_y/a_{fy} = A_z/a_{fz}$, a_{fy} и a_{fz} — френелевские масштабы, для которых имеем выражения:

$$a_{1y} = \left(\frac{\lambda_1(x-x')x'}{x \cdot \sin^2 \delta} \right)^{1/2},$$

$$a_{1z} = \left(\frac{\lambda_1(x-x')}{\sin^2 \delta} \right)^{1/2},$$
(7)

где λ_1 —длина волны в первой среде.

На рис. 2 приведена зависимость γ_T от α . Значение степени локализации $\gamma_T = \frac{1}{2}$ достигается при $\alpha_{1/2} = \pi^{-1/2} = 0,56$, тогда как при $\alpha = 1$ степень локализации γ_T составляет 0,9.

Таким образом, область формирования поля боковой волны на участках \overline{OA} , \overline{BP} определяется френелевскими масштабами (7) (рис. 3).

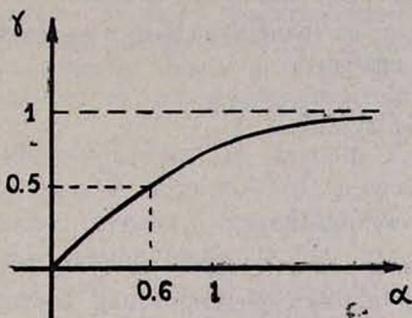


Рис. 2. Зависимость степени локализации луча от размера гауссовского окна.

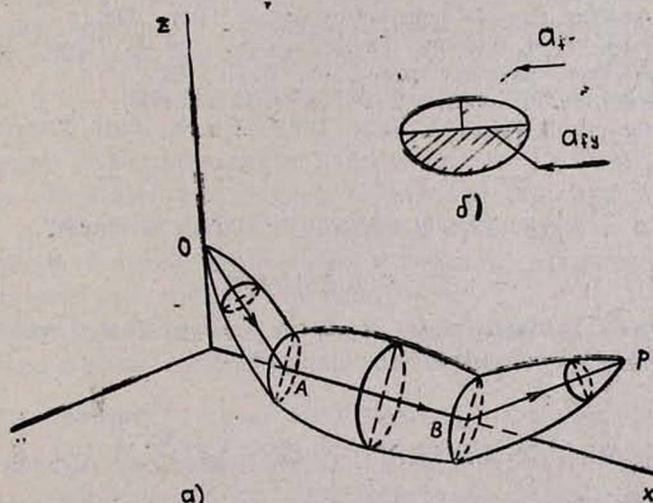


Рис. 3. Френелевский объем, определяющий область формирования боковой волны.

Аналогично вышерассмотренному, можно показать, что область формирования поля на участке \overline{AB} определяется выражениями

$$a_{fz} = \left(\frac{\lambda_2(x' - z_0 \operatorname{tg} \delta)(x - x' - z \operatorname{tg} \delta)}{x - (z_0 + z) \operatorname{tg} \delta} \right)^{1/2},$$

$$a_{fy} = \left(\frac{\lambda_2(x - x')x'}{x} \right)^{1/2}.$$
(8)

Существенно, что область формирования поля боковой волны на участке \overline{AB} целиком лежит во второй среде. Это утверждение следует из того, что кирхгофовский интеграл (2), взятый по области $z > 0$, не имеет стационарной точки $z_{st} = 0$. Исходя из френелевских соображений, можно оценить область формирования поля на участке \overline{AB} в первой среде $z > 0$. Построив виртуальный $\overline{OAA'KBV'P}$ и опорный \overline{OABP} луч и исходя из равенства $|\psi_{\text{virt}} - \psi_{\text{basic}}| = \pi$, для френелевских масштабов можно получить

$$a_{fy} = \left(\frac{\lambda_1(x - x')x'}{x \cdot \sin \delta} \right)^{1/2},$$

$$a_{fz} = \lambda_1 \cdot \operatorname{tg} \delta / 4.$$
(9)

где ψ_{virt} и ψ_{basic} — фазы соответственно виртуальной и опорной волн.

Таким образом, область формирования боковой волны на участках \overline{OA} , \overline{BP} определяется масштабами (7), а на участке \overline{AB} масштабами (9), (8) соответственно в первой и во второй средах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Бреховских. Волны в слоистых средах. М., Наука, 1961.
2. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. Гидродинамика. т. 6, М., Наука, 1986.
3. Л. М. Бреховских. Акустика океана. М., Наука, 1989.
4. А. А. Asatryan, Yu. A. Kravtsov. Wave Motion, 10, 45 (1988).
5. Н. L. Bertony, L. B. Felsen, A. Hessel, IEEE on trans., Ap-19, 226 (1971).

ԿՈՂՄՆԱՅԻՆ ԱԼԻՔԻ ՉԵՎԱՎՈՐՄԱՆ ՏԻՐՈՒՅԹԸ

Ա. Ա. ԱՍԱՏՐՅԱՆ

Քննարկված է կողմնային ալիքի ձևավորման տիրույթը: Ցույց է տրված, որ այդ տիրույթը համընկնում է ճառագայթի ֆրենելյան շափերի հետ:

REGION OF FORMING OF LATTERAL WAVE

A. A. ASATRYAN

The region of forming of latteral wave is considered. It is shown that this region is determined by the Fresnel scales.