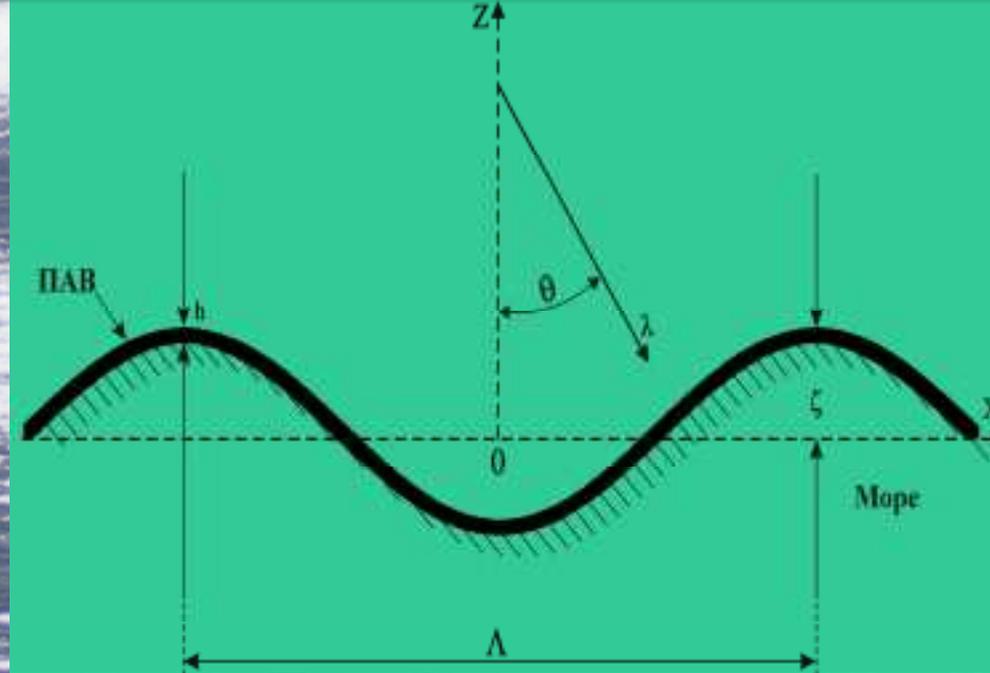




**Центр радиофизического зондирования Земли
им. А.И. Калмыкова НАН и НКА Украины**

**Зондирование нефтяных загрязнений морской
поверхности под малыми углами падения
в сантиметровом диапазоне радиоволн**



В предположении отсутствия влияния пленки ПАВ на электромагнитные характеристики моря и угловую структуру спектра ветрового волнения, выражение для радиолокационного контраста K морской поверхности, покрытой пленкой ПАВ, имеет следующий вид:

$$K = \frac{\sigma_0}{\sigma_S} = \beta^2 \exp \left\{ - \left(\beta^2 - 1 \right) \left(\frac{\gamma_x^2}{2a_0^2} + \frac{\gamma_y^2}{2b_0^2} \right) \right\}$$

$$a_0^2 = \overline{\gamma_x^2}, \quad b_0^2 = \overline{\gamma_y^2}$$

$$\beta^2 = \frac{\int_0^{k_m} k S_0^\theta(k, V) dk}{\int_0^{k_m} k S_S^\theta(k, V) dk} = \frac{\int_0^{k_m} k S_0^\theta(k, V) dk}{\int_0^{k_m} k S_0^\theta(k, V) \frac{S_S^\theta(k, V)}{S_0^\theta(k, V)} dk}$$

$$S_{0,S}^\theta(k, V) = k^2 S_{0,S}^h(k, V)$$

$$\left(\lambda / (2\pi R) \right)^{1/3} = 0.1$$

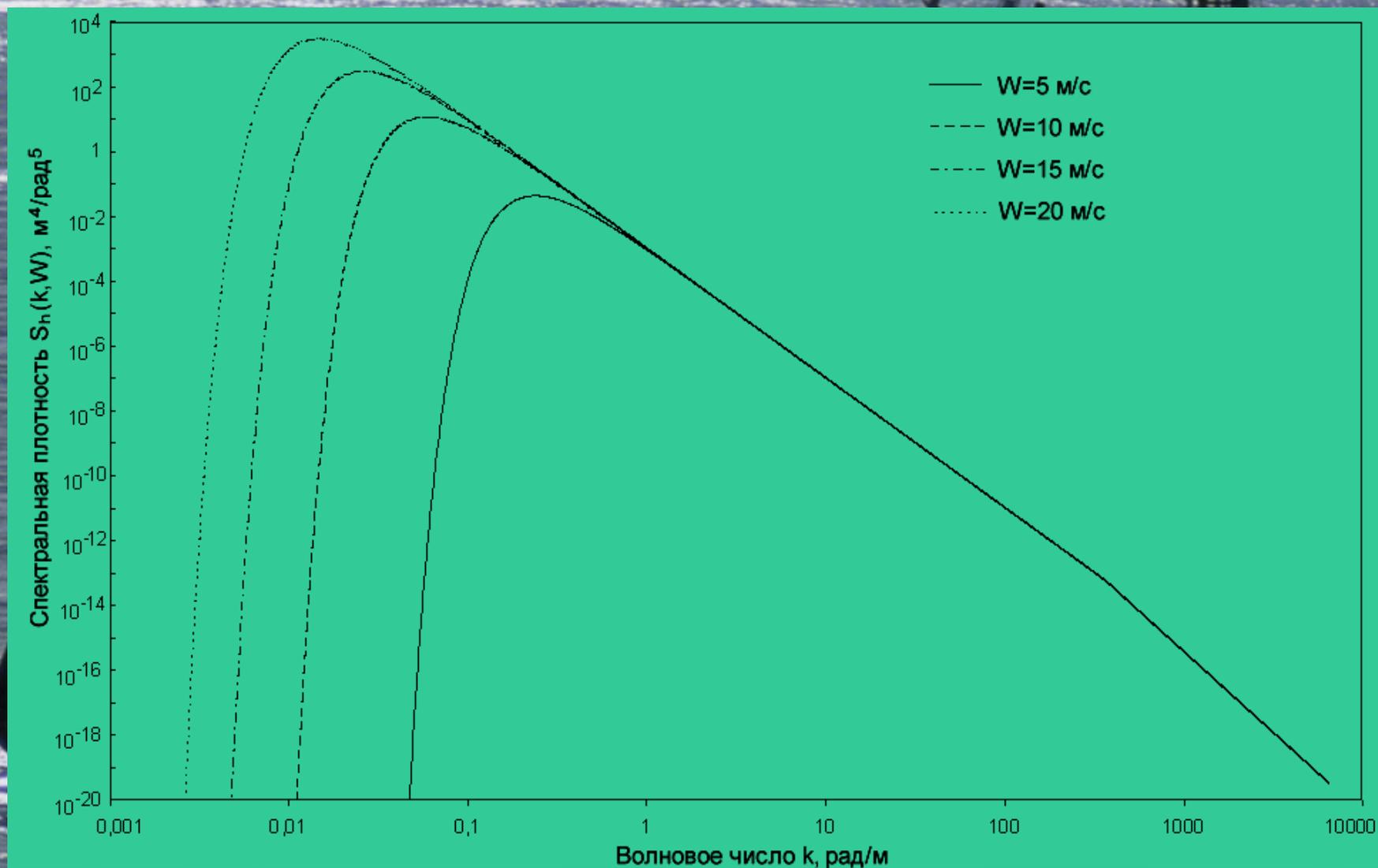
$$1/R^2 = \int_0^{k_m} k^3 S_0^\theta(k, V) dk$$

$$\sigma_\Sigma^2 = 2 \cdot \pi \int_0^{k_m} S_0^\theta(k, V) k dk = a_{\Sigma xx}^2 + b_{\Sigma yy}^2$$



$$S_h(k, V) = \begin{cases} \frac{a_0}{2\pi} k^{-4} \exp[-0.74 g^2 k^{-2} V^{-4}], & 0 < k < 365 \\ \frac{a_0}{2\pi} k^{-5} \cdot 365 \cdot \exp[-0.74 g^2 365^{-2} V^{-4}], & 365 < k < 6550 \end{cases}$$

$$S_0^h(k, V) = \frac{a_0}{2\pi} k^{-4} \exp[-0.74 g^2 k^{-2} V^{-4}] \quad a_0 = 6.5 \cdot 10^{-3}$$





$$S_S^h(k, V) = S_0^h(k, V) \frac{\omega_0(k)^2 \cdot \gamma_0(k)^2}{\omega_+(k)^2 \cdot \gamma(k)^2}$$

$$\omega_0(k) = \left[gk + \alpha k^3 / \rho \right]^{1/2} \quad \text{частота поверхностных волн в жидкости под пленкой ПАВ нулевой толщины}$$

$$\omega_+(k) = \left[gk + (\alpha + \alpha_1) k^3 / \rho \right]^{1/2} \quad \text{частота поверхностных волн с учетом взаимодействия с пленкой ПАВ конечной толщины}$$

$$\gamma_0 = 2\nu k^2 \quad \text{коэффициент затухания поверхностной волны в воде}$$

$$\gamma = -\gamma_L - \frac{kh\omega_+}{2} (S_1 + S_2 - S_3), \quad p = (c_0 / \alpha_1) (d\alpha_1 / dc)$$

$$\gamma_L = \gamma_0 \left[\frac{1 - \frac{\gamma_g}{\omega_+} \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} + \frac{\gamma_s^2}{\omega_+^2} \left(\frac{\omega_+}{\gamma_0} \right) + \frac{1}{2} \frac{\gamma_s^2}{\omega_+^2} \left(\frac{\omega_+}{\gamma_0} \right)^{3/2}}{1 - 2 \frac{\gamma_s}{\omega_+} \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} + \frac{\gamma_s^2}{\omega_+^2} \left(\frac{\omega_+}{\gamma_0} \right)} \right]$$

$$\begin{aligned} \gamma_s &= p \omega_{c1}^2 / \omega_0 \\ \omega_{c1} &= \sqrt{\alpha_1 k^3 / \rho} \\ \alpha_1 &= 60 \text{ дин / см} \\ \alpha &= 13 \text{ дин / см} \\ \nu_g &= 10^{-2} \text{ см}^2 / \text{с} \\ \nu_H &= 0.3 \text{ см}^2 / \text{с} \end{aligned}$$



$$S_1 = \frac{\gamma_g}{\omega_+} \left(1 - \frac{\gamma_g}{\omega_+} \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \right) \frac{\frac{\rho_1}{\rho} \left[\sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \left(\frac{\omega_1^2}{\omega_+^2} - 2 \frac{\gamma_s}{\omega_+} \right) - 2 \frac{\omega_1^2}{\omega_+^2} \frac{\gamma_g}{\gamma_{01}} \left(1 - \sqrt{\frac{\gamma_0}{\omega_+}} \right) \right] - \sqrt{\frac{\gamma_0}{\omega_+}}}{\left(1 - 2 \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \frac{\gamma_g}{\omega_+} + 2 \frac{\omega_+}{\gamma_0} \left(\frac{\gamma_g}{\omega_+} \right)^2 \right)} - \frac{\rho_1}{\rho} \frac{\gamma_{01}}{\omega_+}$$

$$S_2 = \left(\frac{\gamma_g}{\omega_+} \right)^2 \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \frac{\left[1 - \sqrt{\frac{\gamma_0}{\omega_+}} + 2 \frac{\gamma_s}{\omega_+} \frac{\omega_1^2}{\omega_+^2} \sqrt{\frac{\gamma_0}{\omega_+}} - \frac{\rho_1}{\rho} \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \frac{\omega_1^2}{\omega_+^2} - 2 \frac{\gamma_s}{\omega_+} \right]}{\left(1 - 2 \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \frac{\gamma_g}{\omega_+} + 2 \frac{\omega_+}{\gamma_0} \left(\frac{\gamma_g}{\omega_+} \right)^2 \right)}$$

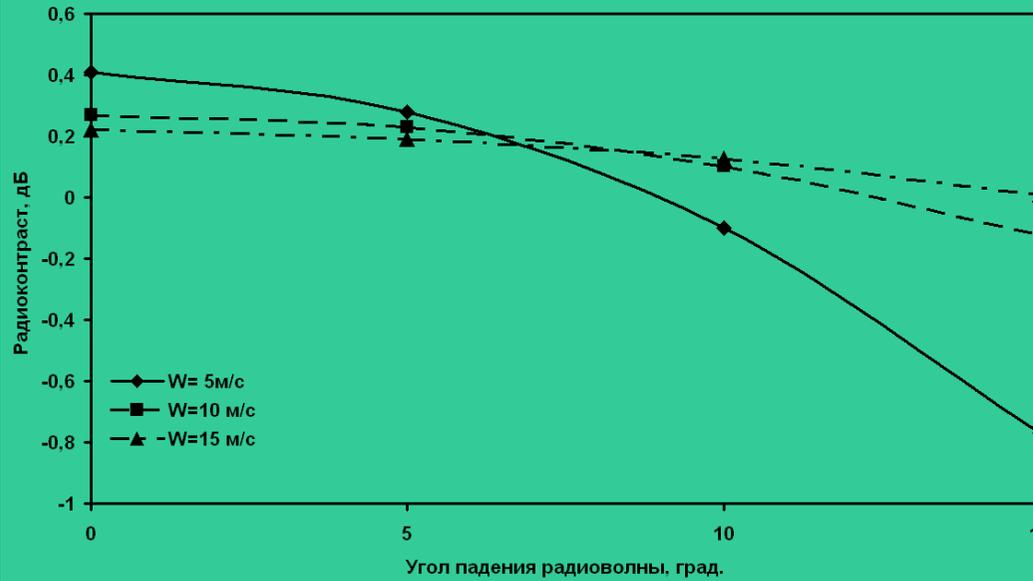
$$\gamma_g = (\rho_1 / \rho) \gamma_s$$

$$S_3 = \sqrt{\frac{v_1}{v_2}} \left(\frac{\gamma_g}{\omega_+} \right)^2 \frac{\left(1 - 2 \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \frac{\gamma_g}{\omega_+} \right) \left[-1 + 2 \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \frac{\gamma_g}{\omega_+} + 2 \sqrt{\frac{\gamma_0}{\omega_+}} \right]}{\left(1 - 2 \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \frac{\gamma_g}{\omega_+} \right)^2 + 4 \frac{\omega_+}{\gamma_0} \left(\frac{\gamma_g}{\omega_+} \right)^2 \left(1 - \sqrt{\frac{\omega_+}{\gamma_0}} \frac{\gamma_g}{\omega_+} \right)}$$

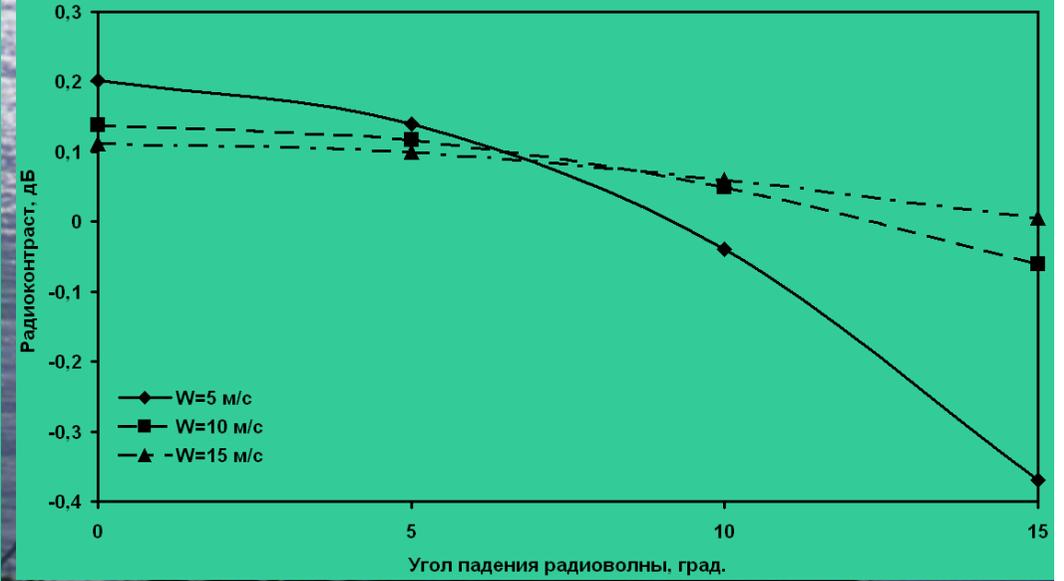
$$\gamma_{01} = 2v_1 k^2$$



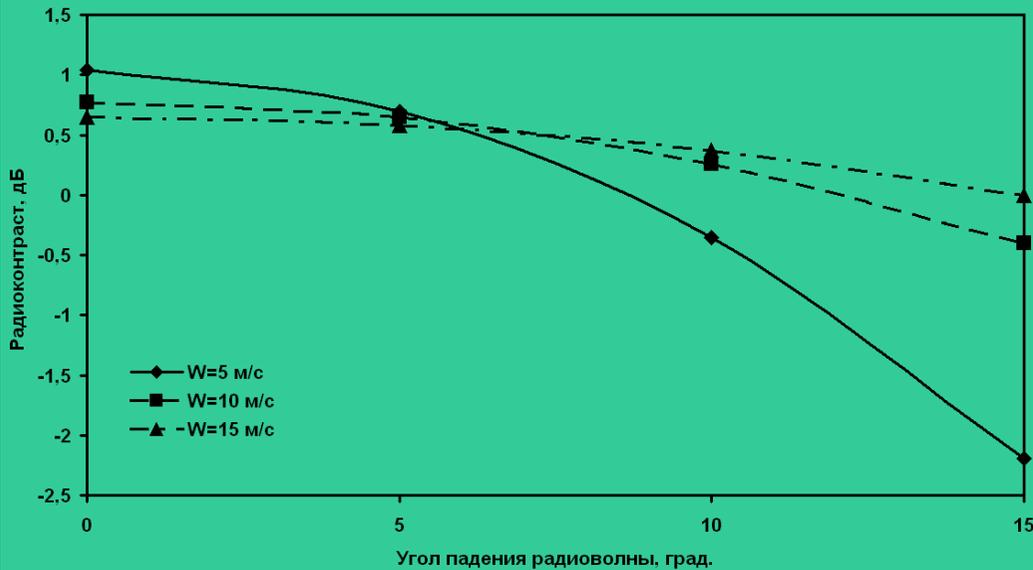
Зависимость радиолокационного контраста морской поверхности от угла падения радиоволны длиной 3 см при толщине нефтяной пленки $h=0.001$ см и активности $p=0.3$ для скоростей ветра $W=5-15$ м/с



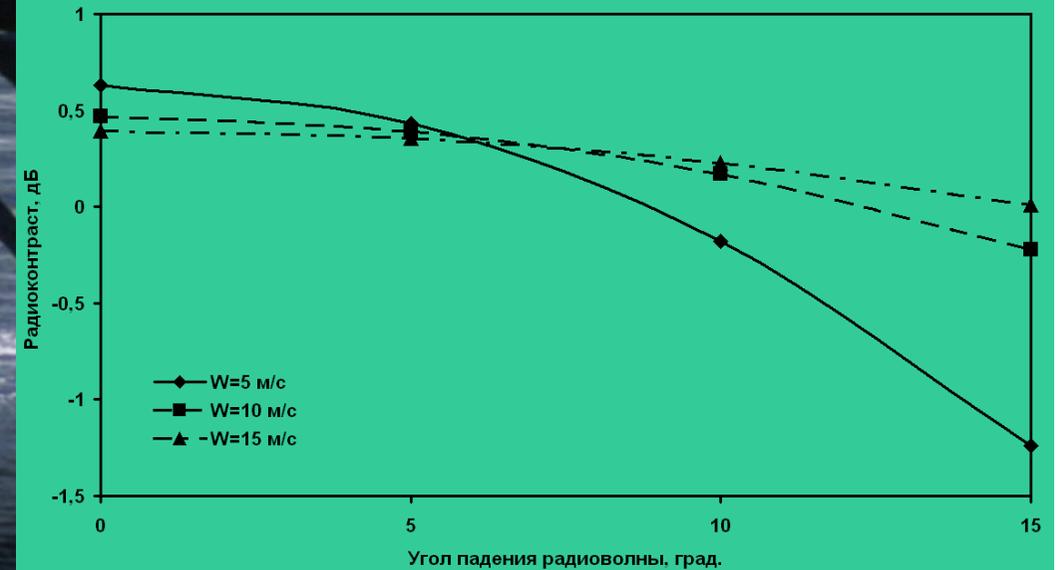
Зависимость радиолокационного контраста морской поверхности от угла падения радиоволны длиной 5.66 см при толщине нефтяной пленки $h=0.001$ см и активности $p=0.3$ для скоростей ветра $W=5-15$ м/с



Зависимость радиолокационного контраста морской поверхности от угла падения радиоволны длиной 3 см при толщине нефтяной пленки $h=0.005$ см и активности $p=0.3$ для скоростей ветра $W=5-15$ м/с

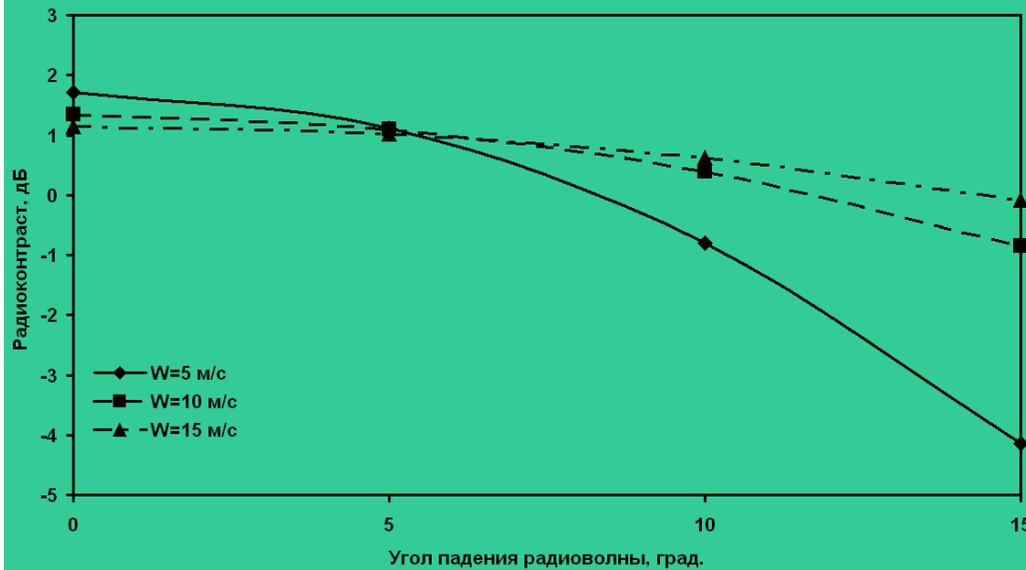


Зависимость радиолокационного контраста морской поверхности от угла падения радиоволны длиной 5.66 см при толщине нефтяной пленки $h=0.005$ см и активности $p=0.3$ для скоростей ветра $W=5-15$ м/с

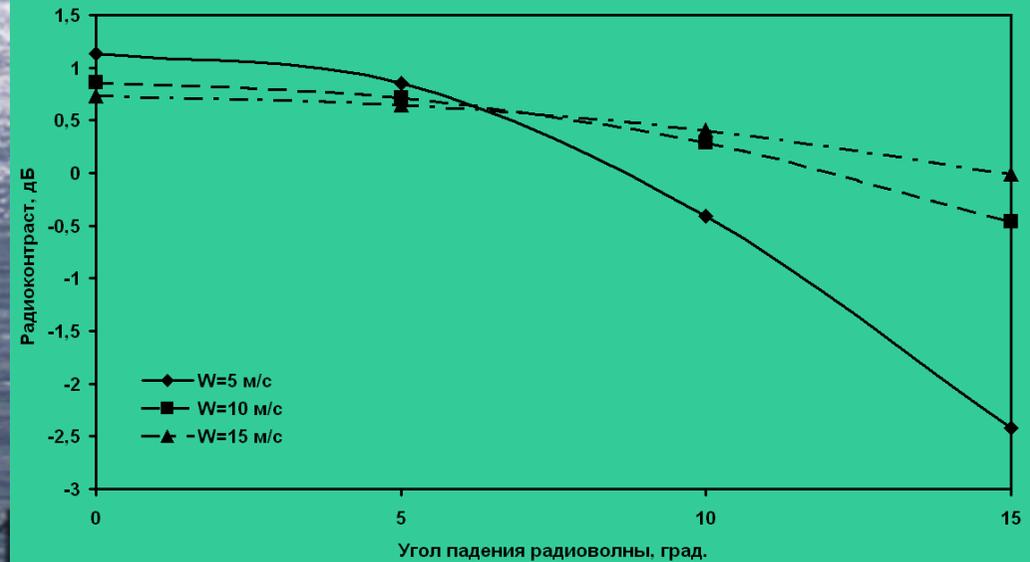




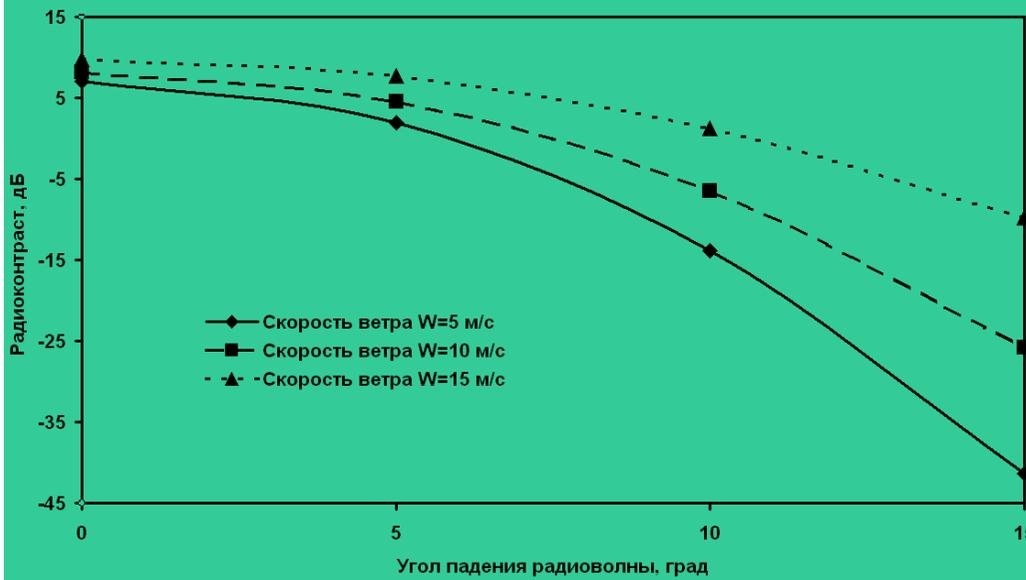
Зависимость радиолокационного контраста морской поверхности от угла падения радиоволны длиной 3 см при толщине нефтяной пленки $h=0.01$ см и активности $p=0.3$ для скоростей ветра $W=5-15$ м/с



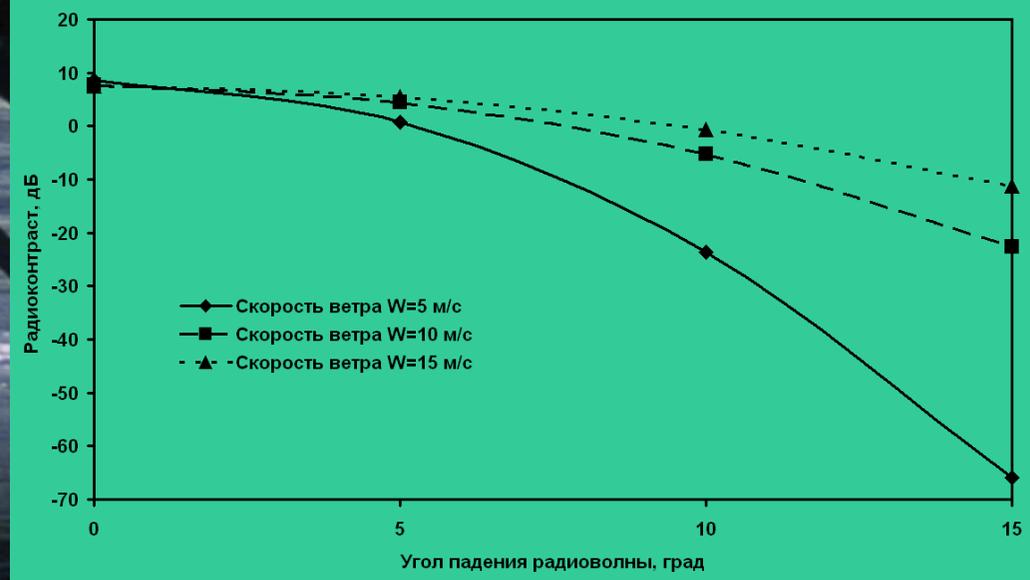
Зависимость радиолокационного контраста морской поверхности от угла падения радиоволны длиной 5.66 см при толщине нефтяной пленки $h=0.01$ см и активности $p=0.3$ для скоростей ветра $W=5-15$ м/с



Зависимость радиолокационного контраста морской поверхности от угла падения радиоволны длиной 3 см при толщине нефтяной пленки $h=0.1$ см и активности $p=0.724$ для скоростей ветра $W=5-15$ м/с

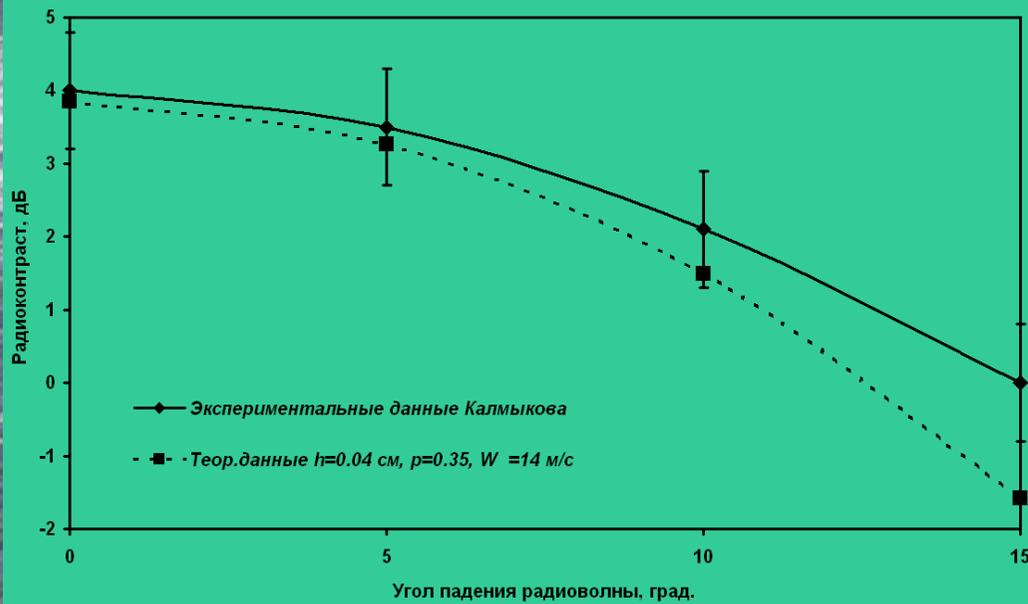


Зависимость радиолокационного контраста морской поверхности от угла падения радиоволны длиной 5.66 см при толщине нефтяной пленки $h=0.1$ см и активности $p=0.724$ для скоростей ветра $W=5-15$ м/с

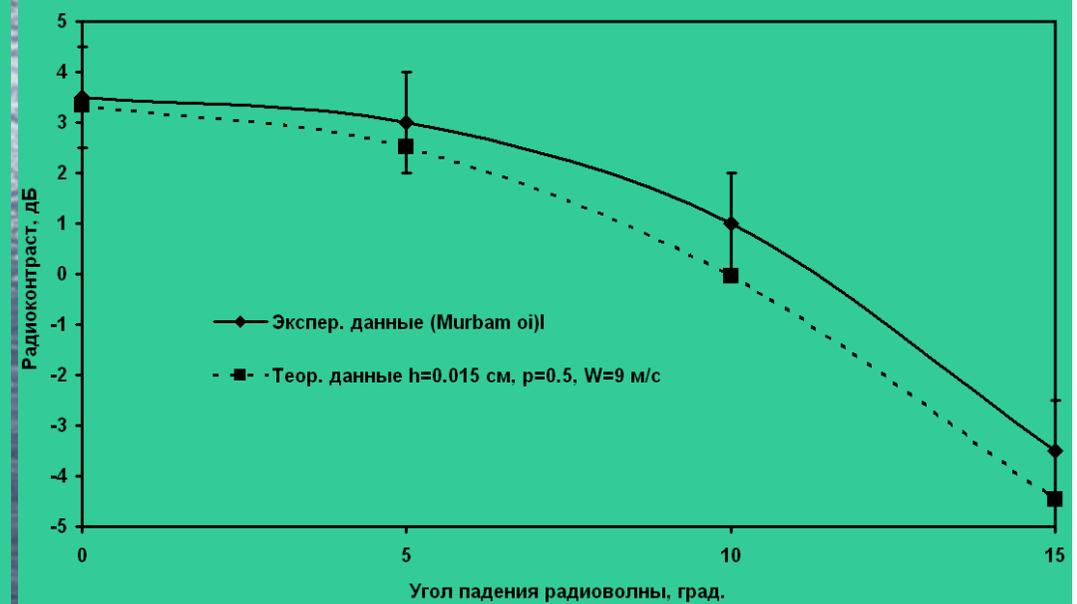




Теоретическая и экспериментальная зависимости радиолокационного контраста морской поверхности, покрытой нефтяной пленкой, от угла падения радиоволны длиной 3 см



Теоретическая и экспериментальная зависимости радиолокационного контраста морской поверхности, покрытой нефтяной пленкой (типа Murban), от угла падения радиоволны длиной 2.16 см



Теоретическая и экспериментальная зависимости радиолокационного контраста морской поверхности, покрытой нефтяной пленкой (типа La Rosa), от угла падения радиоволны длиной 2.16 см

