

Анализ условий формирования собственного излучения взволнованной морской поверхности в эксперименте «Кацивели-25»

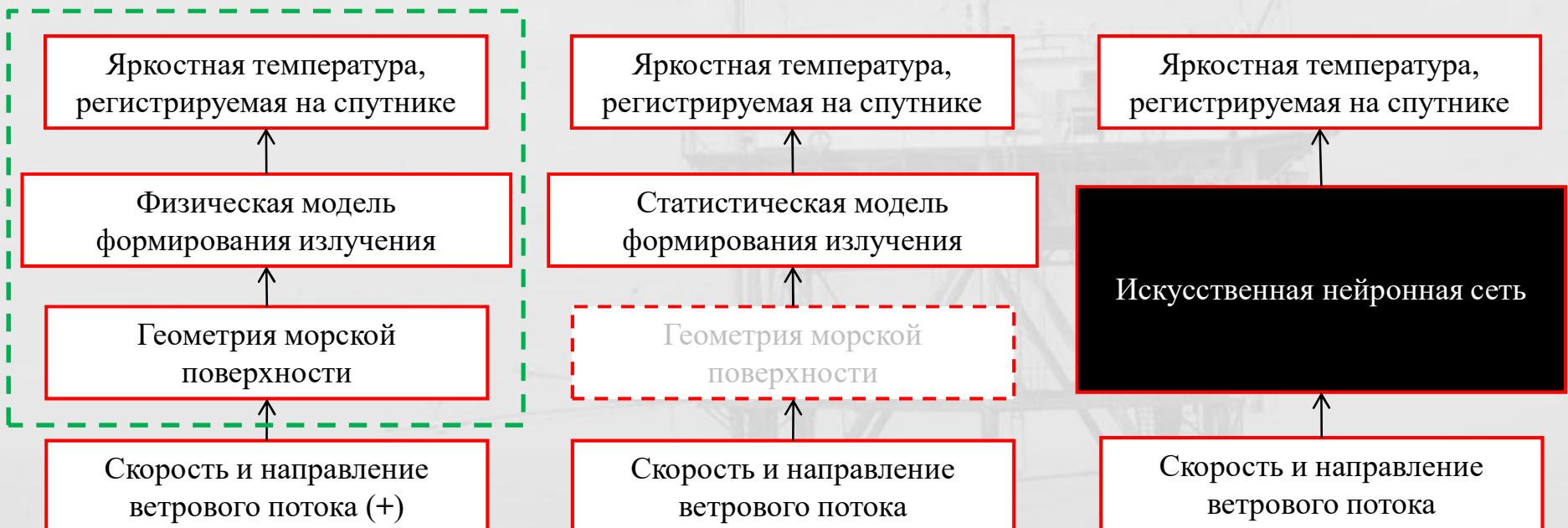
Садовский И.Н. (1,2), Кузьмин А.В. (1,2), Сазонов Д.С. (1)

(1) Институт космических исследований РАН, Москва

(2) МИРЭА – Российский технологический университет, Москва

E-mail: Ilya_Nik_Sad@mail.ru

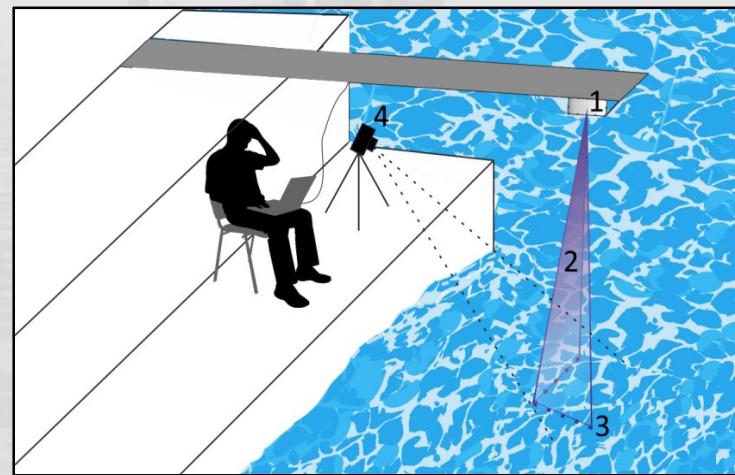
Варианты решения прямой задачи формирования и переноса излучения в системе «морская поверхность-атмосфера»:



Трохимовский Ю.Г. Модель радиотеплового излучения взволнованной морской поверхности // Исследование Земли из космоса. 1997. № 1. С. 39–49.

Meissner Th., Wentz F.J. The emissivity of the ocean surface between 6 and 90 GHz over a large range of wind speeds and Earth incident angles // IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing. 2012. Vol. 50. N. 8. P. 3004–3026.

Натурный комплексный эксперимент «Кацивели-25»



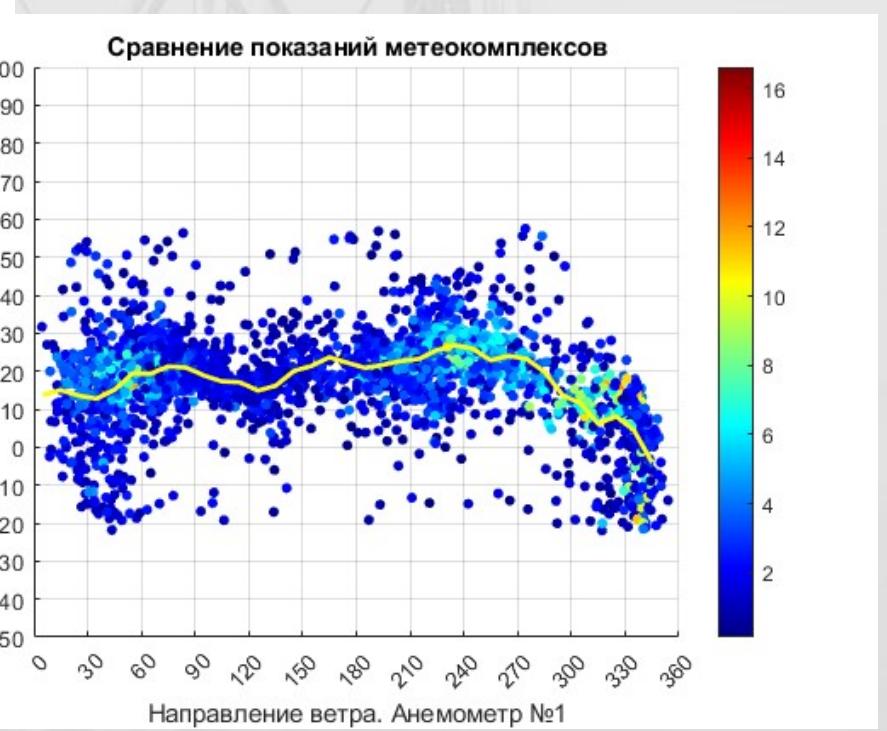
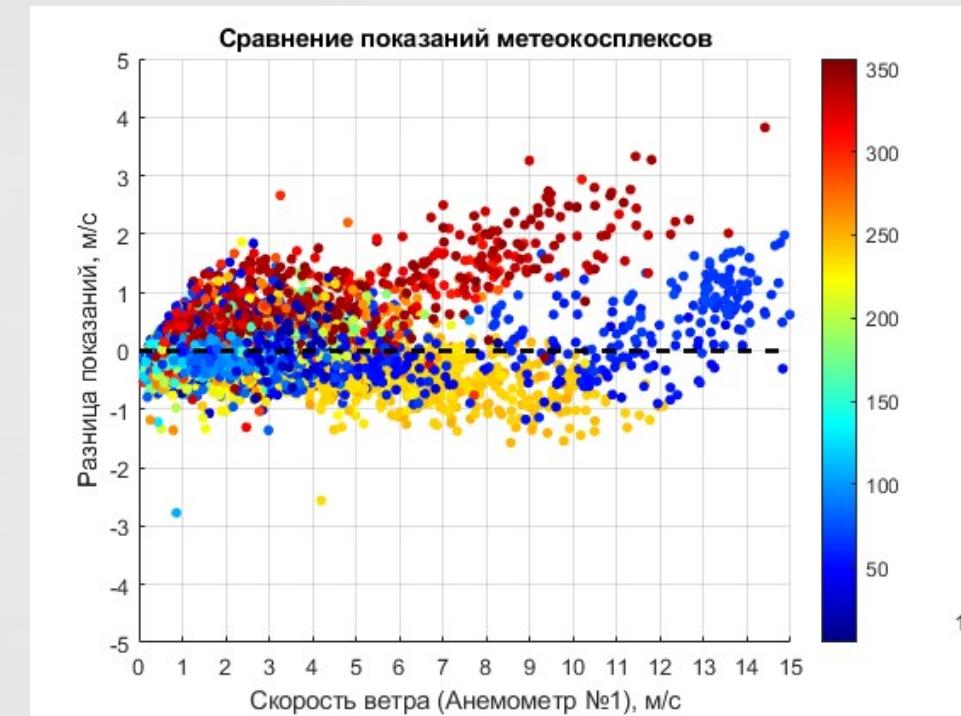
Особенность эксперимента «Каивели-25»

Использование лазерного волнографа, разработанного коллективом сотрудников Российского технологического университета МИРЭА, для определения трехмерной геометрии границы раздела морская поверхность – атмосфера

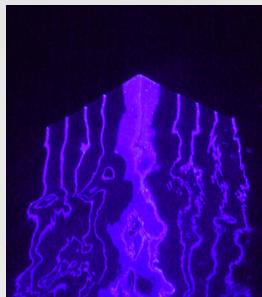
Цель представляемой работы:

Выделение особенностей формирования ветрового волнения в точке реализации эксперимента, которые имеют потенциальную возможность влияния на формирование радиотеплового излучения взволнованной морской поверхности.

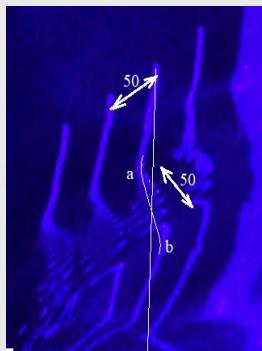
Условия проведения измерений скорости и направления ветра



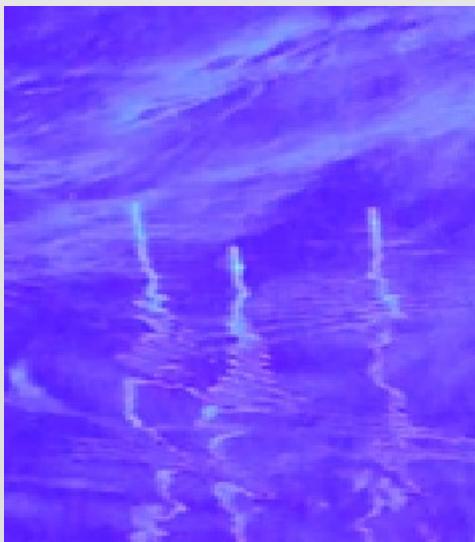
Режимы работы струнного волнографа



Измерение мгновенного профиля волнения в двух ортогональных направлениях.

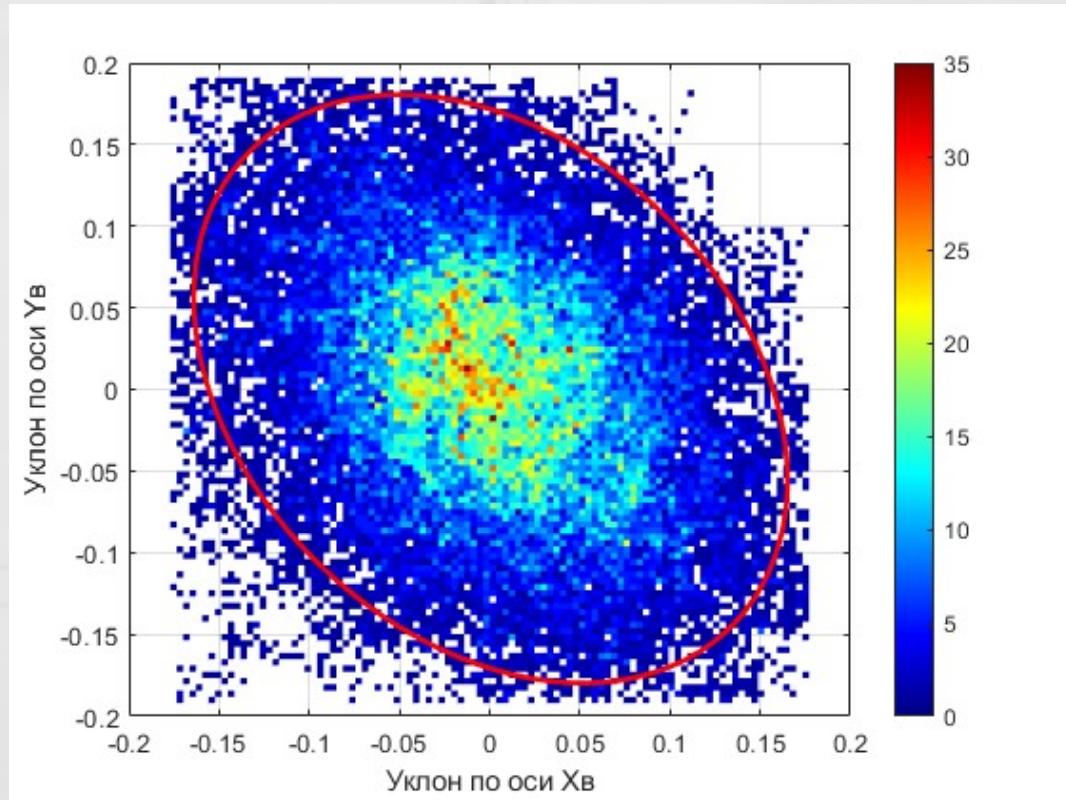
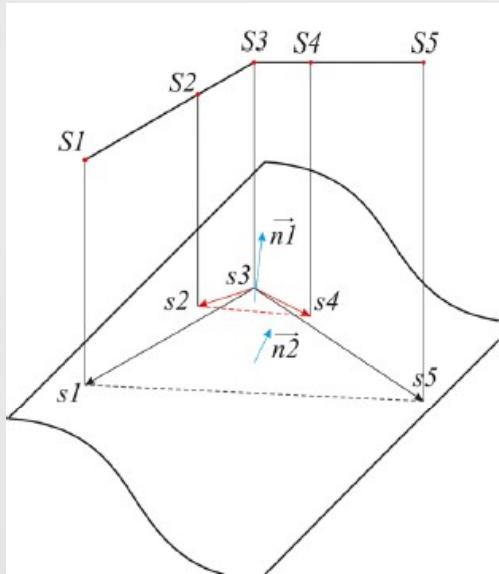


Измерение характеристик капиллярных волн методом «лазерной юбки».



Трехточечный режим измерений уклонов длинноволновых (по сравнению с длиной волны регистрируемого излучения) компонент волнения.

Измерение параметров распределения уклонов длинных волн



Определяемые параметры распределения: направление главной оси эллипса получаемого распределения; значения дисперсии уклонов ветровых волн для двух ортогональных направлений («по» и «поперек» волнения); коэффициенты асимметрии распределения уклонов и коэффициенты эксцесса для этих направлений.

Учет вклада длинных волн в излучение морской поверхности:

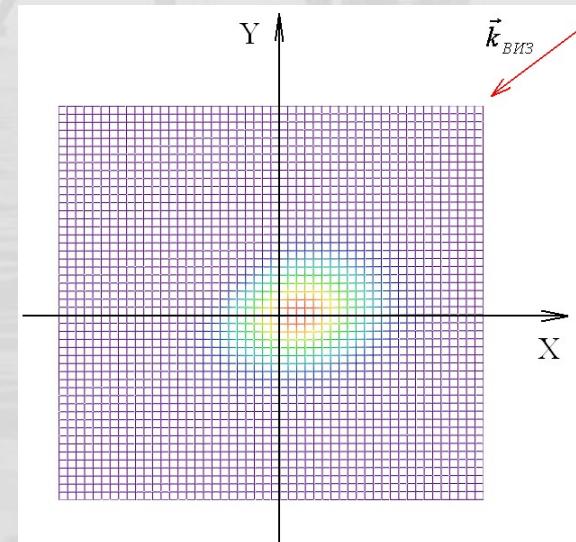
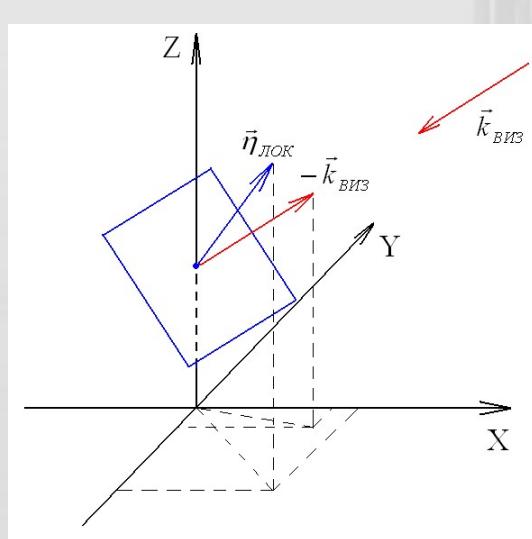
$$\Delta T_{\mathcal{R}_{DL}}(\theta) = \iint P_\theta(\eta_X, \eta_Y) \cdot \left(T_B \left(1 - |R|^2 \right) + |R|^2 \cdot T_P(\theta, \theta_{PL}) \right) d\eta_X d\eta_Y - T_{\mathcal{R}_{PL}}(\theta)$$

$$P(\eta_X, \eta_Y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left(-\frac{\eta_X^2}{2\sigma_x^2} - \frac{\eta_Y^2}{2\sigma_y^2} \right)$$

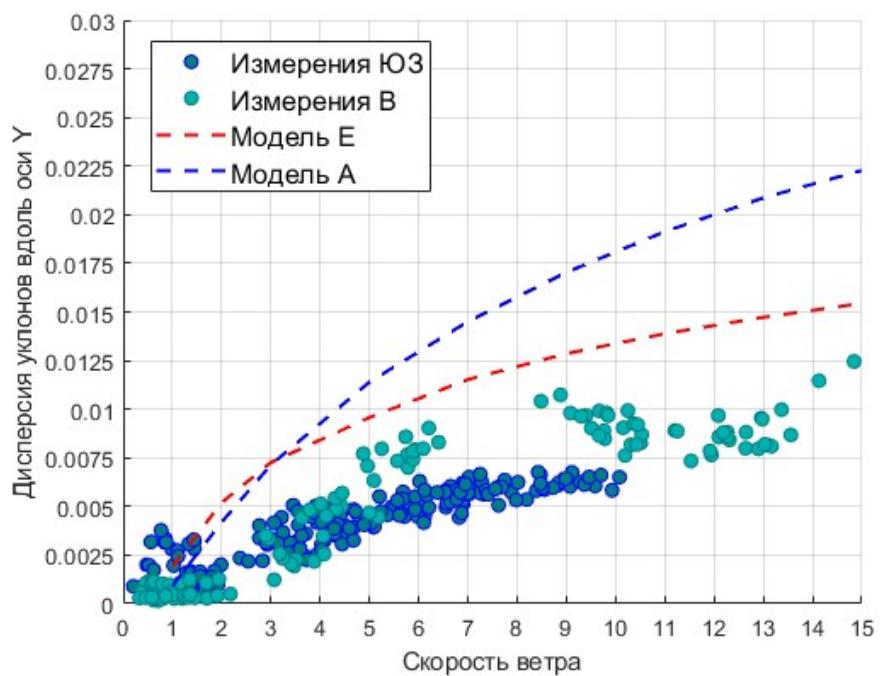
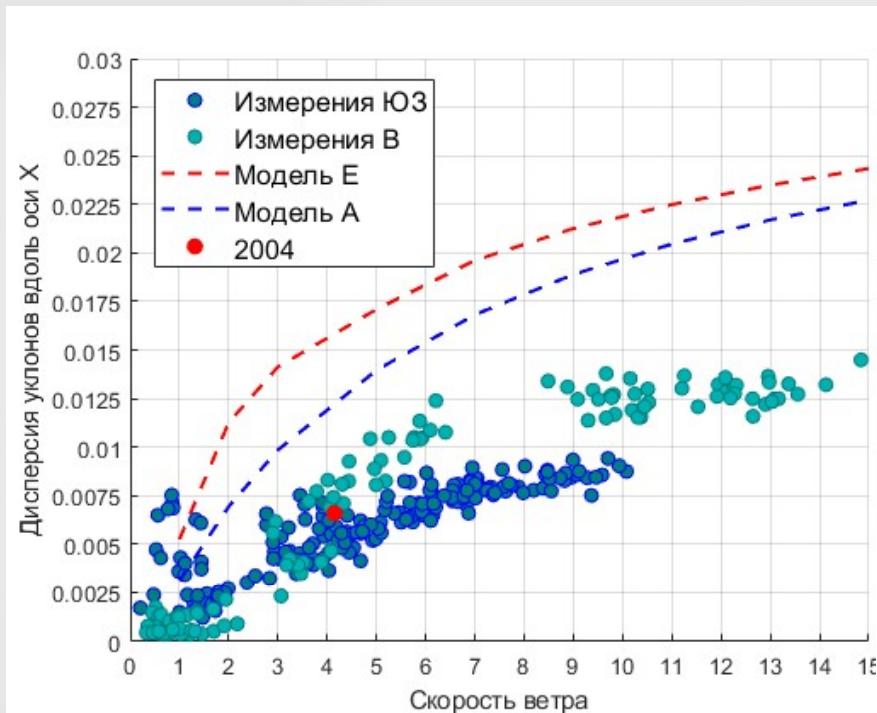
$$\sigma_{\eta_X}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} K_X^2 S(K_X, K_Y) dK_X dK_Y = \int_0^{\infty} \int_{-\pi}^{\pi} K^2 \cos^2(\varphi) S(K, \varphi) K dK d\varphi$$

$$\sigma_{\eta_Y}^2 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} K_Y^2 S(K_X, K_Y) dK_X dK_Y = \int_0^{\infty} \int_{-\pi}^{\pi} K^2 \sin^2(\varphi) S(K, \varphi) K dK d\varphi$$

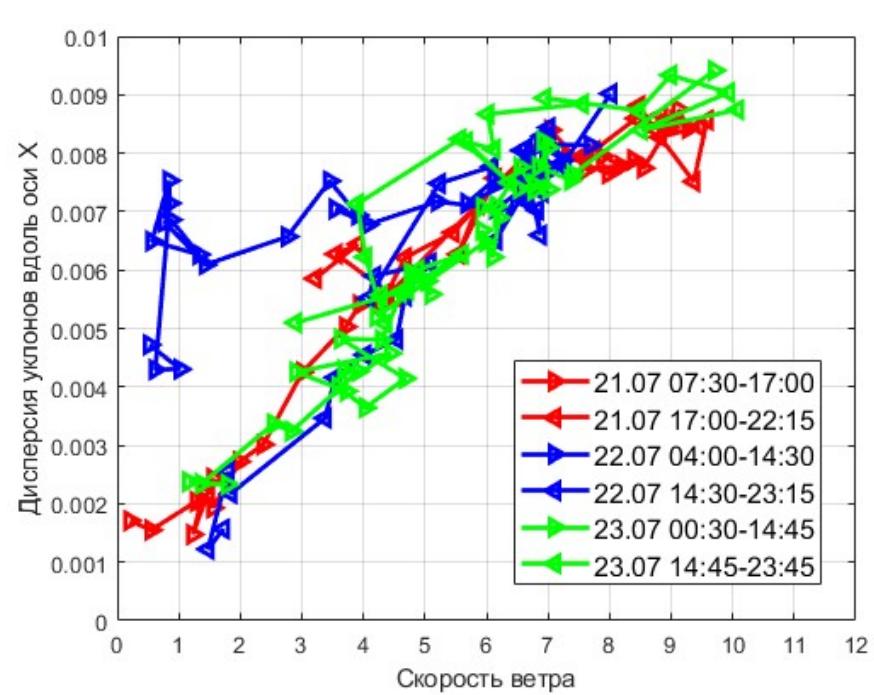
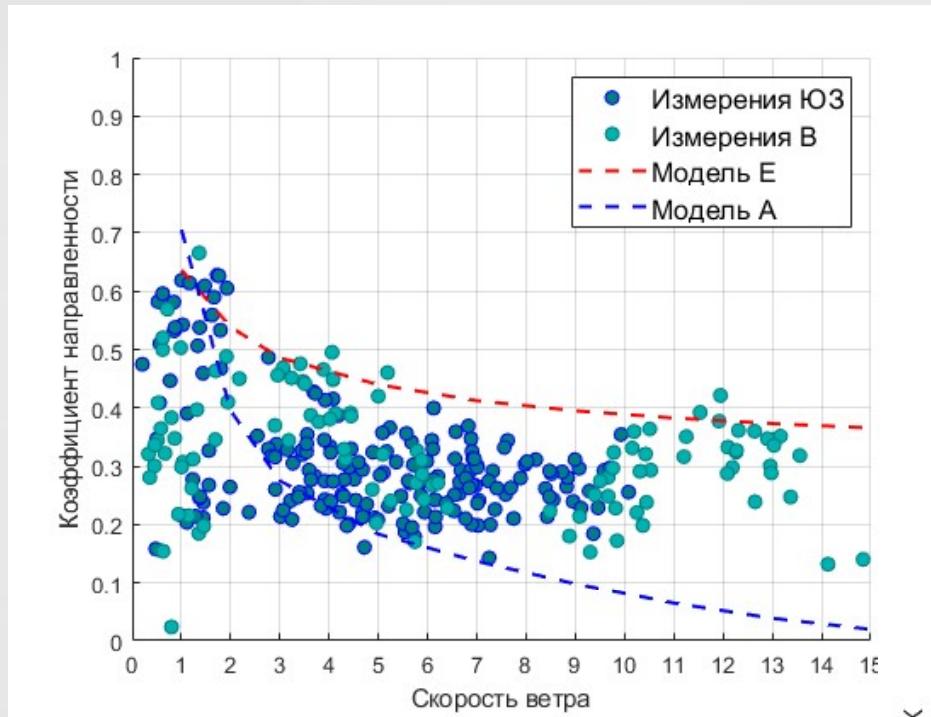
$$P(\eta_X, \eta_Y)_{3D} = P(\eta_X, \eta_Y) \times [1 + \tan(\theta_k) \times \tan(\theta_\eta) \times \cos(\varphi_\eta - \varphi_k)]$$



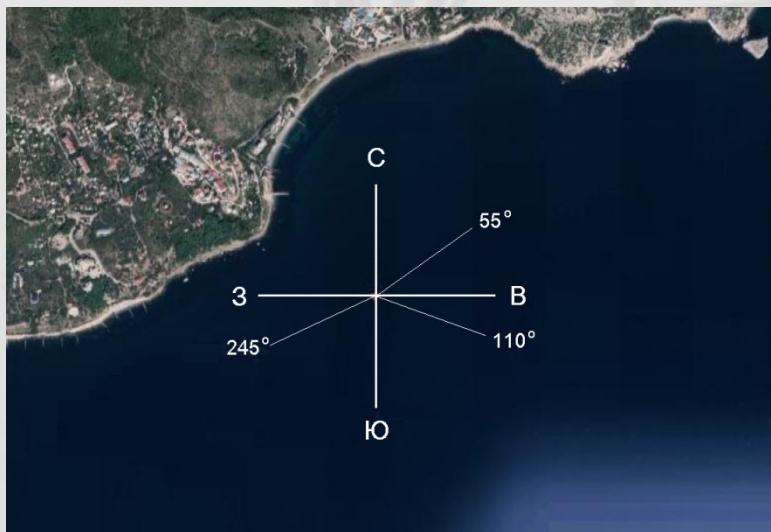
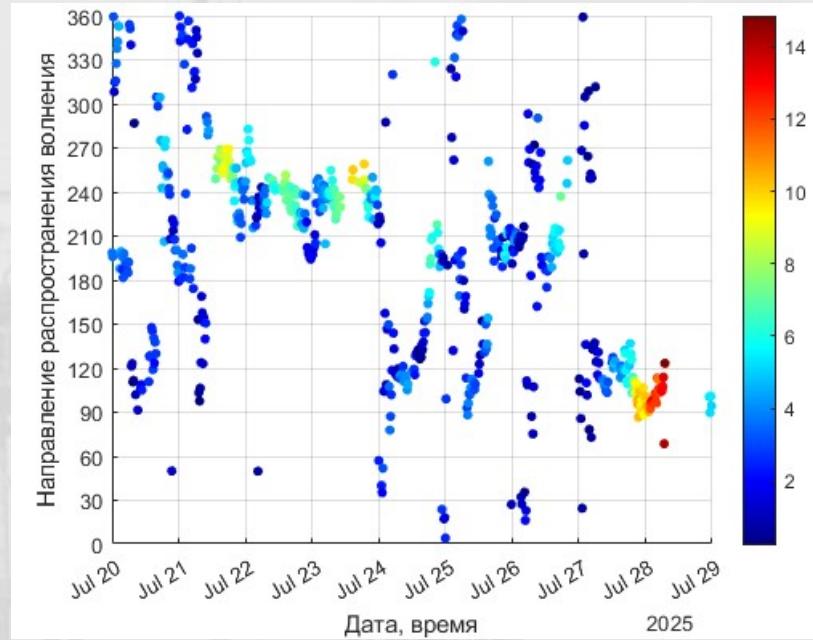
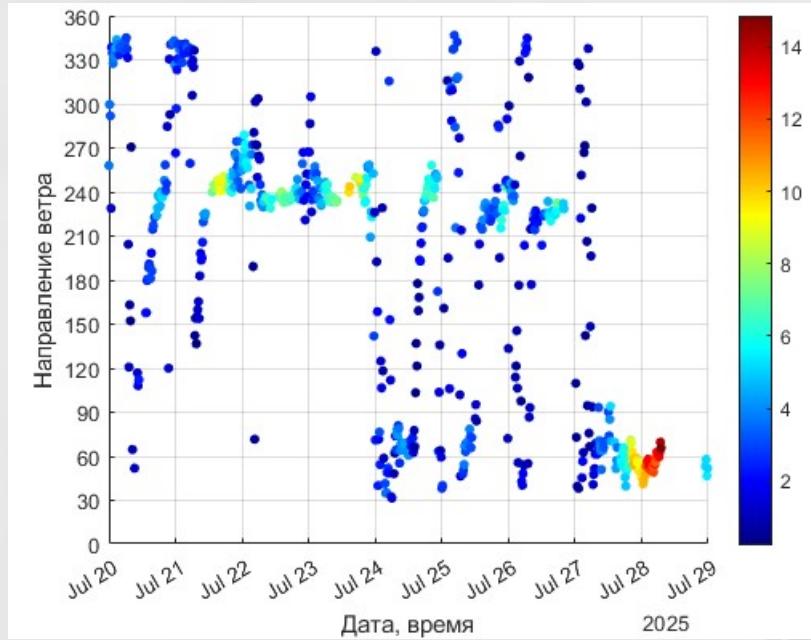
Дисперсия уклонов крупных волн



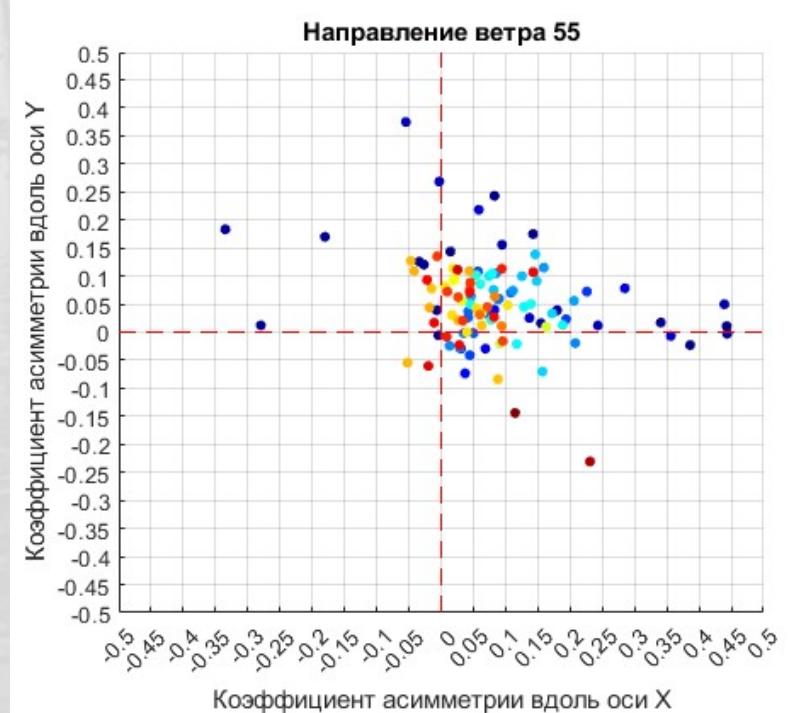
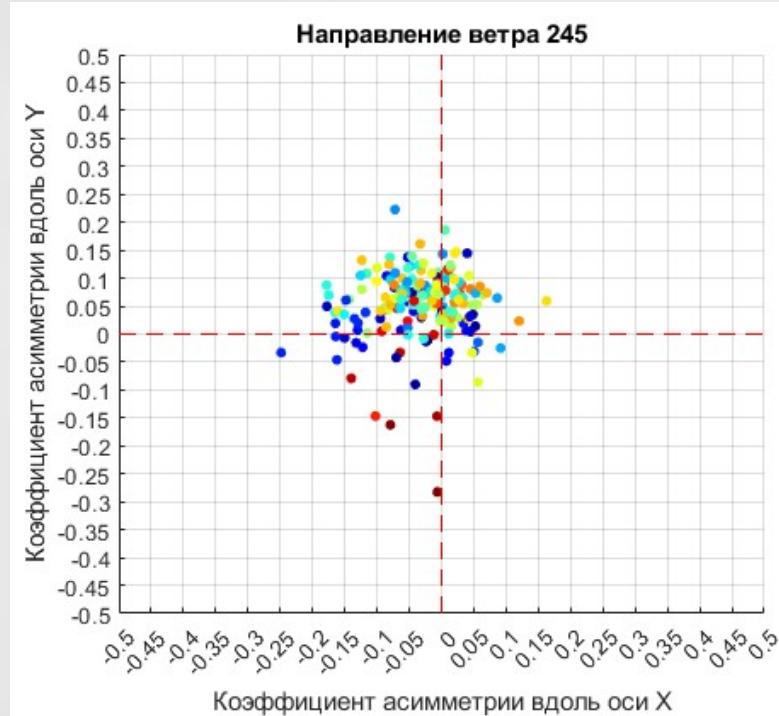
Дисперсия уклонов крупных волн



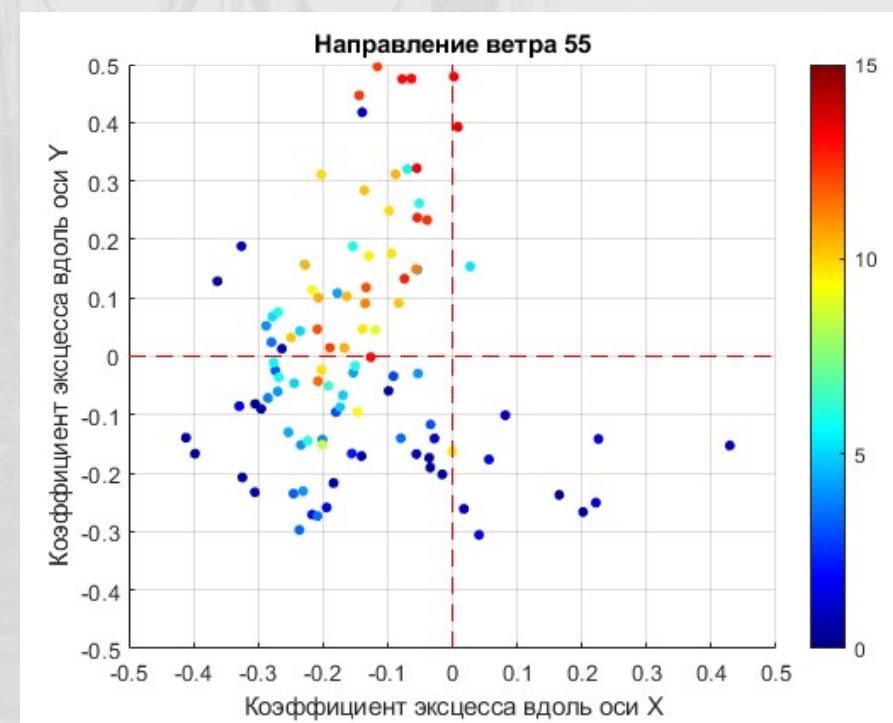
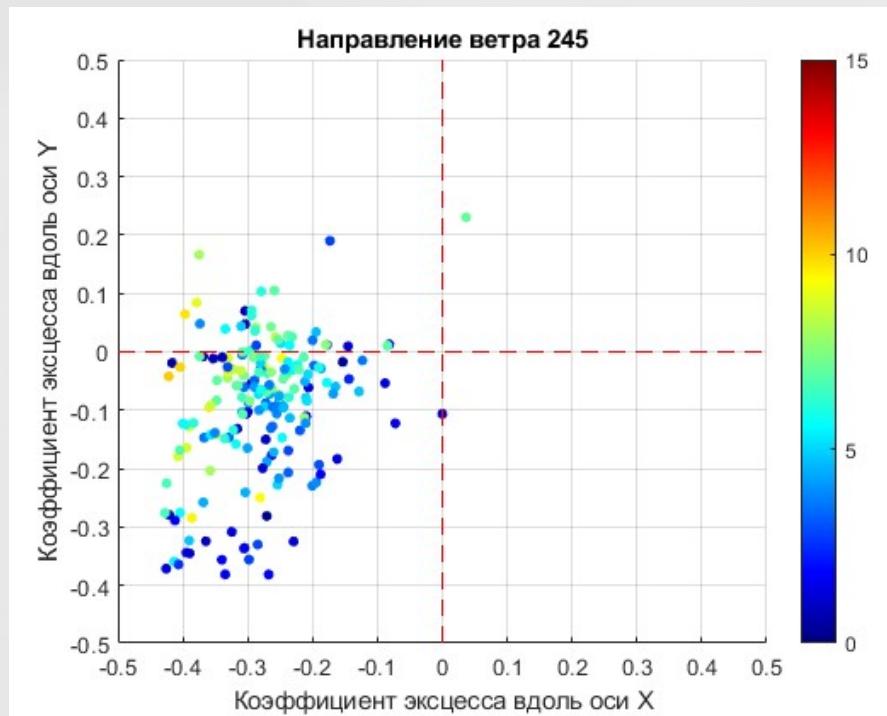
Направление распространения волнения



Коэффициенты асимметрии



Коэффициенты эксцесса



Выводы:

Показано, что степень развития ветрового волнения вблизи гидрофизической платформы не соответствует интенсивности ветрового потока. В частности, значения дисперсии уклонов крупных волн, как вдоль направления их распространения, так и поперек, оказываются практически в два раза ниже имеющихся модельных оценок. Этот результат подтвердил данные единичных измерений, выполненных авторами ранее.

Продемонстрирована зависимость геометрии волнения от ориентации ветрового потока. Сказанное относится как к динамике развития волнения, так и предельным значениям анализируемых параметров.

Для ветров северо-восточного направления был зафиксирован эффект существенного углового расхождения в ориентациях ветрового потока и направления распространения длинноволновых компонент волнения.

Отмечен эффект переориентации волнения при снятии ветрового воздействия.

На примере анализа суточных колебаний ветрового потока было показано, что его интенсивность не является единственным фактором, определяющим структуру волнения. При одинаковых штилевых условиях характеристики волнения могут отличаться в несколько раз.

Полученные результаты анализа и имеющиеся количественные оценки дают обоснование для выполнения электродинамического моделирования отмеченных эффектов, сравнения с данными синхронных радиометрических измерений, с последующим заключением о целесообразности их включения в теоретическую модель формирования и переноса излучения.



Работа выполнена при финансовой поддержке
Российского научного фонда (проект №23-17-00189).

Спасибо за внимание!



Институт Космических Исследований
Space Research Institute