

Глобальная карта дисперсии уклонов морской поверхности по данным двухчастотного дождевого радиолокатора



М.А. Панфилова¹, А.П. Шиков², В.Ю. Караев¹

(1 - ИПФ РАН, 2 – ННГУ им. Лобачевского, Нижний Новгород)

maria.p@ipfran.ru

Введение

Дождевой радиолокатор на борту спутника миссии по измерению осадков Global Precipitation Measurement (GPM), который был запущен в 2014 году, работает в режиме сканирования при малых углах падения. Радиолокатор работает на двух частотах, в Ku- и Ka-диапазонах. В рамках приближения Кирхгофа по алгоритму, изложенному в [1], по данным дождевого радиолокатора определяется дисперсия уклонов и сечение обратного рассеяния при нулевом угле падения.

Цель работы - применение алгоритма к полному треку спутника. Для этого необходимо создать маску для суши, областей с осадками, областей океана, покрытых льдом. Информация об осадках содержится в данных самого спутника. Алгоритм детектирования льда был разработан по угловой зависимости УЭПР.

Данные дождевого локатора

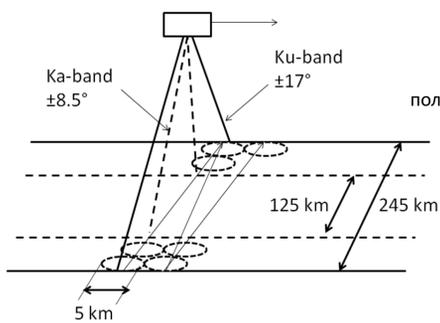


Схема сканирования дождевого локатора

$$\sigma_0(\theta) = \frac{|R_{eff}(0)|^2 \exp[-\tan^2\theta/2\sigma_{xx}^2]}{\sqrt{2\cos^4\theta} \sqrt{2\sigma_{xx}^2\sigma_{yy}^2}} \quad \sigma_0(0) = \frac{|R_{eff}(0)|^2}{\sqrt{2\sigma_{xx}^2\sigma_{yy}^2}}$$

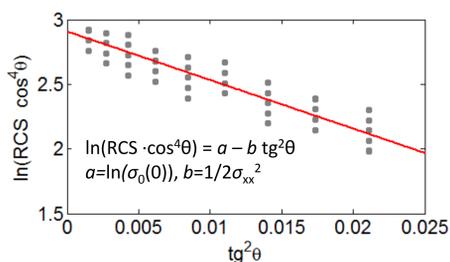
полная дисперсия наклонов $\sigma_{tot Ku}^2 = 0.46855/\sigma_{0Ku}(0) \pm 0.0045$

σ_{xx}^2 - дисперсия уклонов вдоль направления сканирования

σ_{yy}^2 - дисперсия уклонов поперек направления сканирования

θ - угол падения

$R_{eff}(0)$ - эффективный коэффициент отражения



Определение сечения рассеяния при нулевом угле падения и дисперсии уклонов крупномасштабного волнения. Пример данных для одного окна

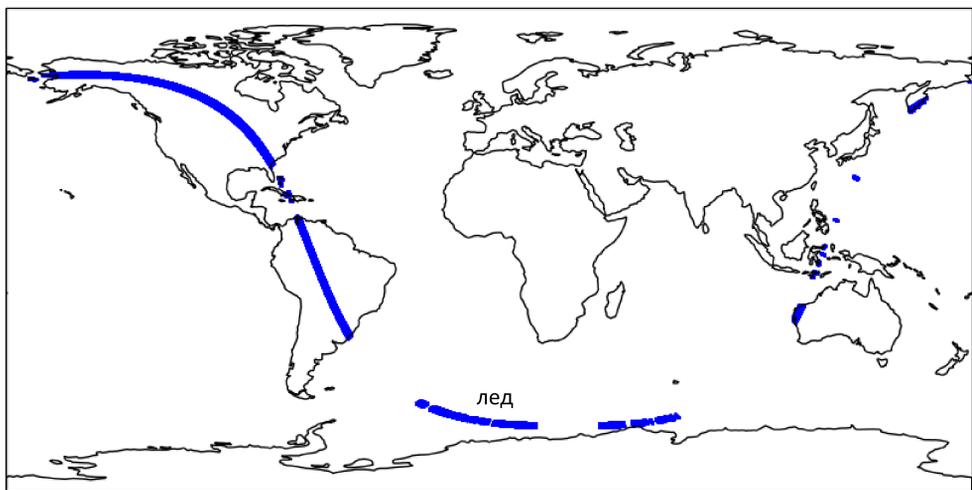
Обработка в окне:

- удаление выбросов
- коэффициент корреляции $|R| > 0.7$,
- $\theta > 2^\circ$

• Как минимум 4 различных угла падения в каждом окне;

Как минимум 4 значения сечения рассеяния при каждом угле падения

Маска: области, где не ведутся вычисления



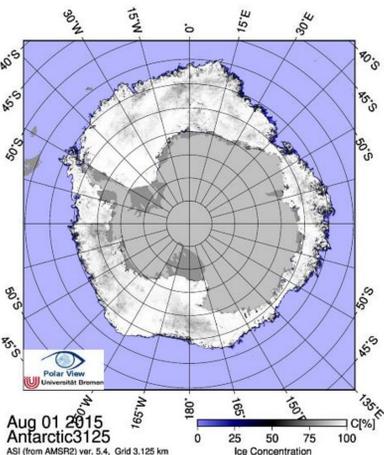
Алгоритм для детектирования льда по данным дождевого локатора предложен в [2].

Область покрыта льдом, если $\gamma_2 > 5$, где

$$\gamma_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3$$

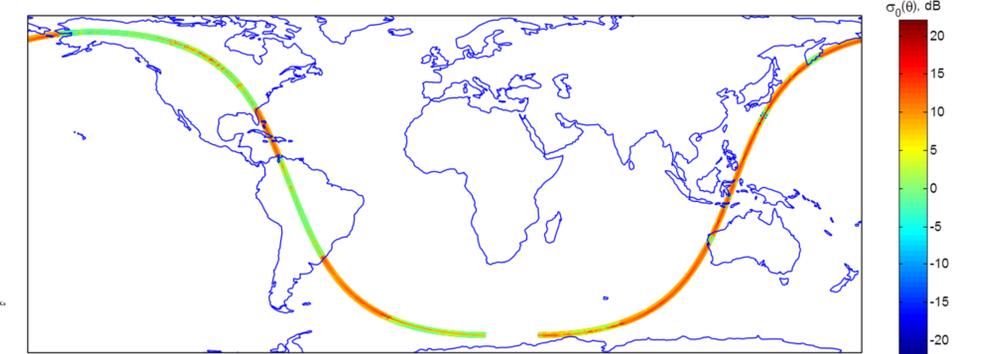
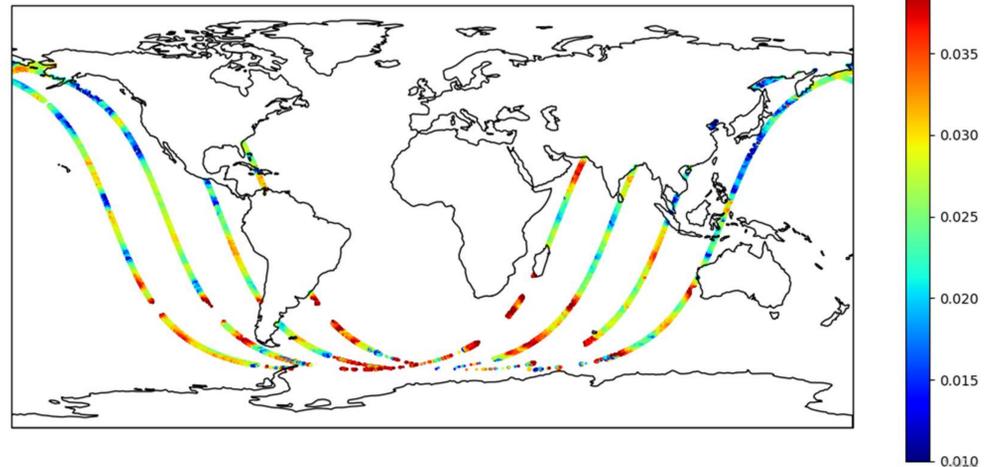
$$\mu_k = \sum_{i=0}^N (\tan \theta_i - \overline{\tan \theta})^k \sigma_i^0 \cos^4 \theta_i \left[\sum_{i=0}^N \sigma_i^0 \cos^4 \theta_i \right]^{-1}$$

Карта сплоченности льда



Распределение дисперсии уклонов

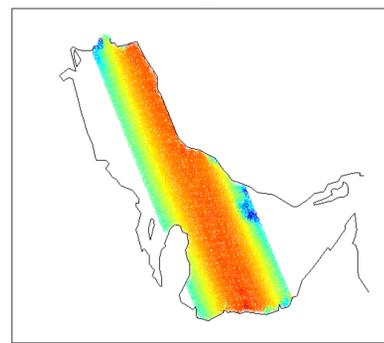
01.08.2015 с 00:00 по 7:00 UTC



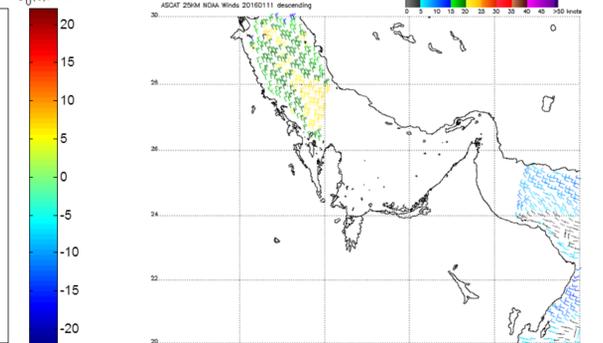
Исходные данные

Развитие волнения в Персидском заливе

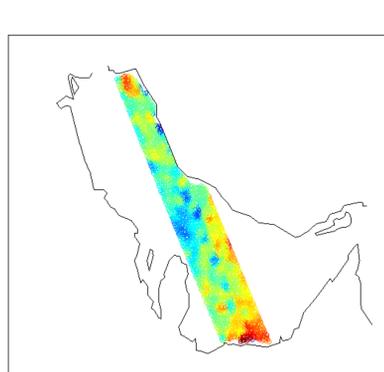
11.01.2016, 16:20 UTC



УЭПР в Ku-диапазоне



Скорость и направление ветра по данным ASCAT



Заключение

Разработан алгоритм для определения дисперсии уклонов в треке дождевого радиолокатора. Данные спутника могут применяться для оперативного мониторинга состояния морской поверхности наряду с данными спутниковой альтиметрии.

Литература:

1. М.А. Панфилова, В.Ю. Караев, Jie Guo, Oil Slick Observation at Low Incidence Angles in Ku-Band, Journal of Geophysical Research, Oceans, March 2018, pp. 1-13.
2. Шиков А.П., Панфилова М.А., Алгоритм картографирования ледяного покрова по данным двухчастотного дождевого радиолокатора на примере Охотского моря, сборник трудов IV конференции молодых ученых КИМО, с. 190.. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00939.