

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИХРЕВЫХ СТРУКТУР В ЧЁРНОМ МОРЕ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ И КОНТАКТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ – ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ТЕМА ИССЛЕДОВАНИЙ.

**Проявление и характеристики вихревых структур Черного моря  
были исследованы в ранних работах:**

- A. I. Ginzburg, A. G. Kostyanoi, N. P. Nezlin, et al., “Anticyclonic eddies above northwestern continental slope of the Black Sea and their role in the transfer of chlorophyll\_enriched self waters to abyssal basin,” *Issled. Zemli Kosmosa*, No. 3, 71–81 (2000).
- Kubryakov, A.A., Stanichny, S.V., 2015b. Mesoscale eddies in the Black Sea from satellite altimetry data. *Oceanology* 55 (1), 56–67.
- Shapiro, G.I., Stanichny, S.V., Stanychna, R.R., 2010. Anatomy of shelf–deep sea exchanges by a mesoscale eddy in the north west Black Sea as derived from remotely sensed data. *Remote Sens. Environ.* 114 (4), 867–875.
- H.I.Sur, Ilyin, Y.P., 1997. Evolution of satellite derived mesoscale thermal patterns in the Black Sea. *Prog. Oceanogr.* 39 (2), 109–151.
- Zatsepin, A.G., Ginzburg, A.I., Kostianoy, A.G., Kremenetskiy, V.V., Krivosheya, V.G., Stanichny, S.V., Poulain, P.M., 2003. Observations of Black Sea mesoscale eddies and associated horizontal mixing. *J. Geophys. Res. Oceans* (C8), 108.

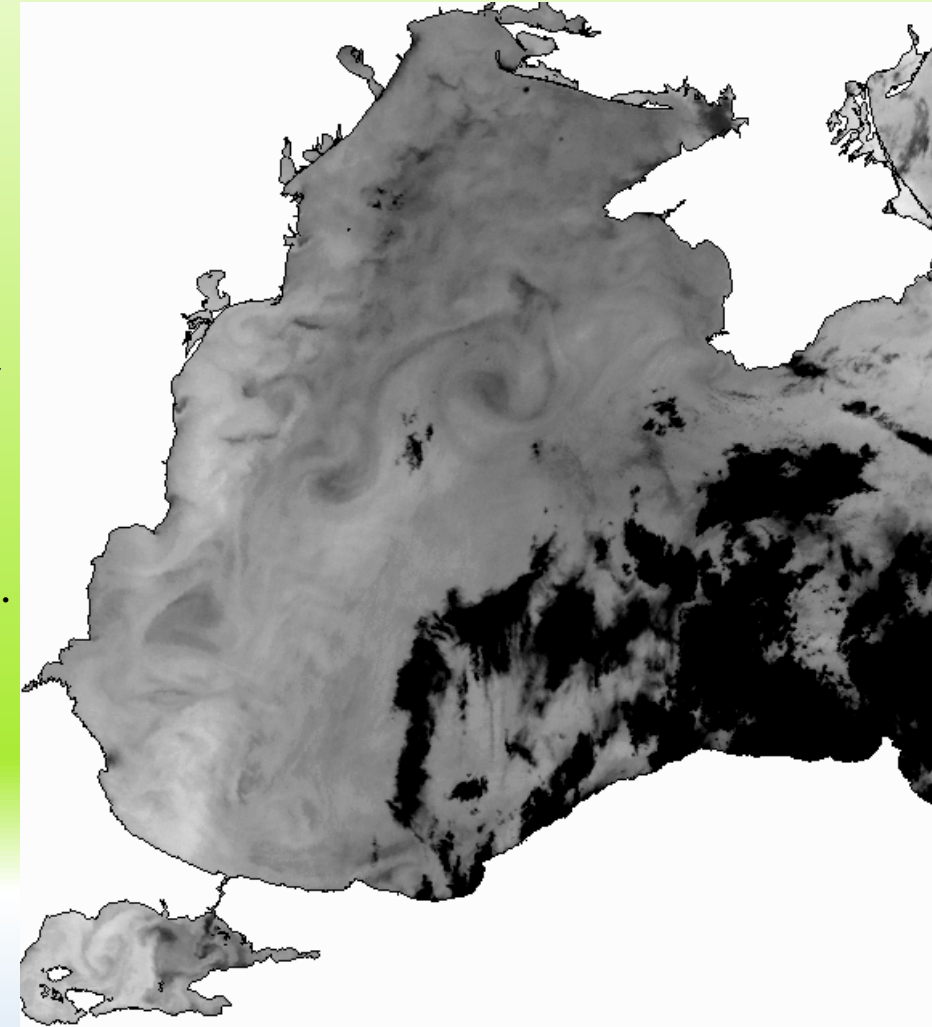
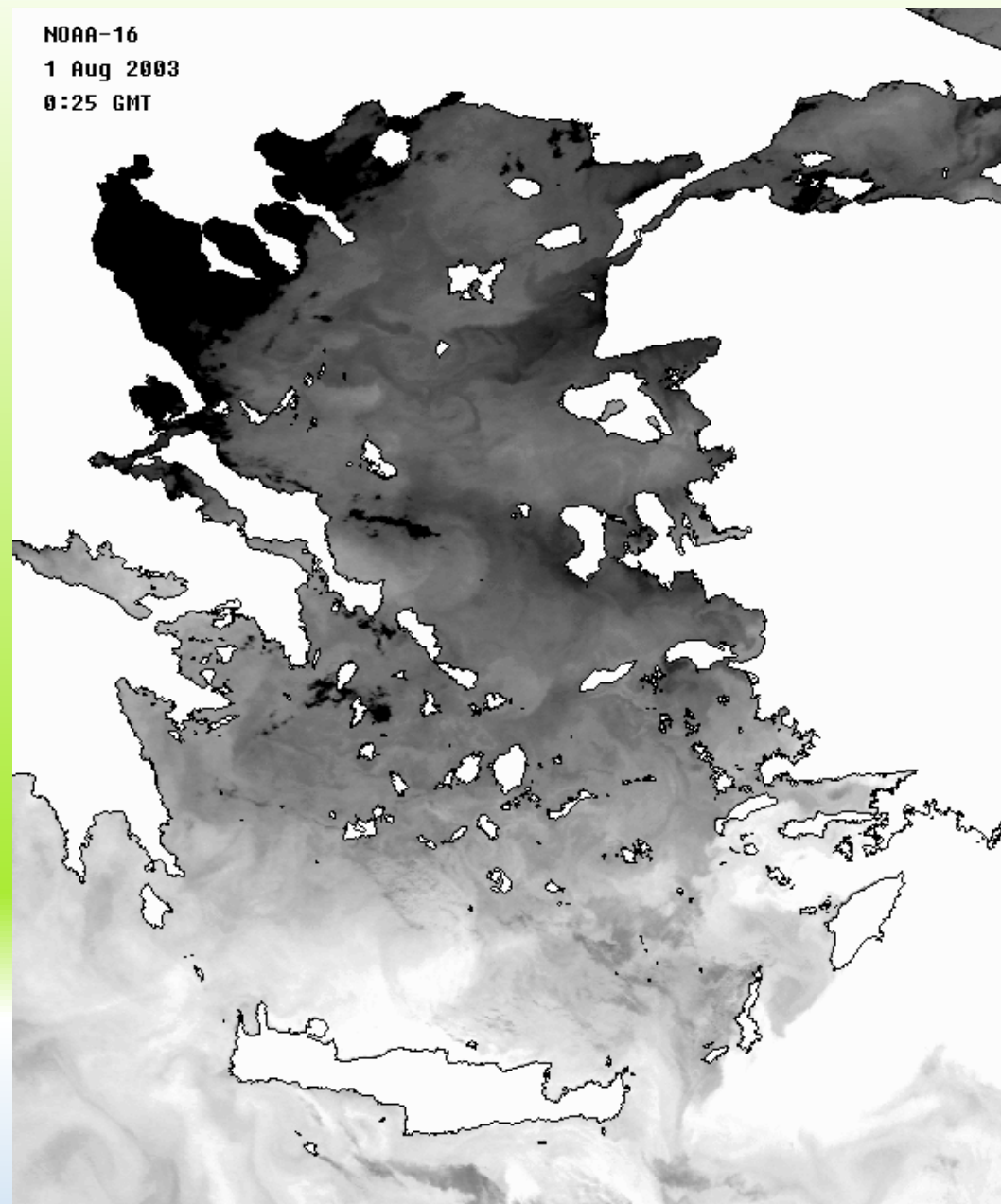
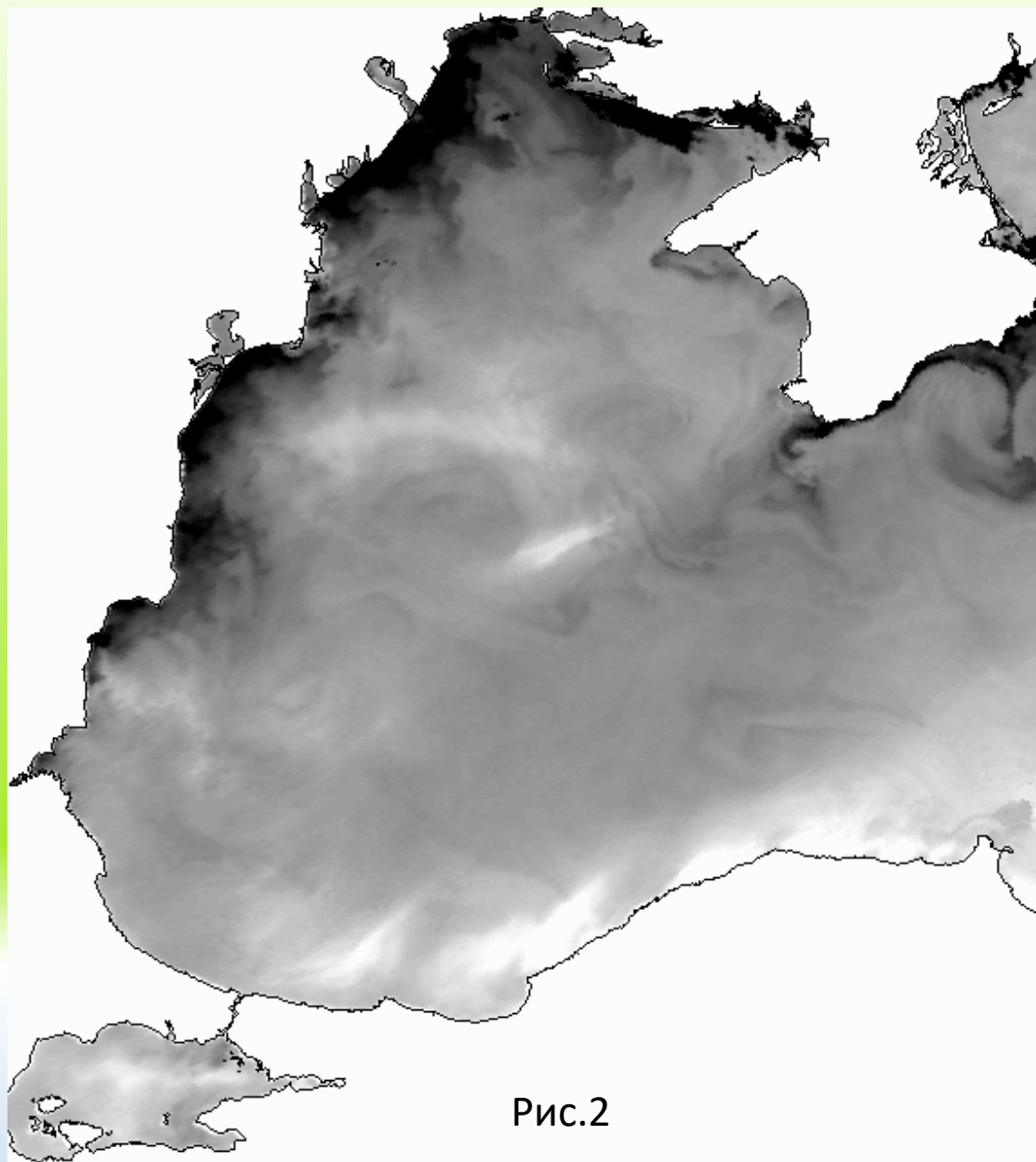


Рис.1

# Последовательные изображения



# Динамические характеристики вихревых структур

В 2004 году был проведен дрейферный эксперимент. Шесть дрейфтеров были запущены в ранее обнаруженный по спутниковым данным вихрь.

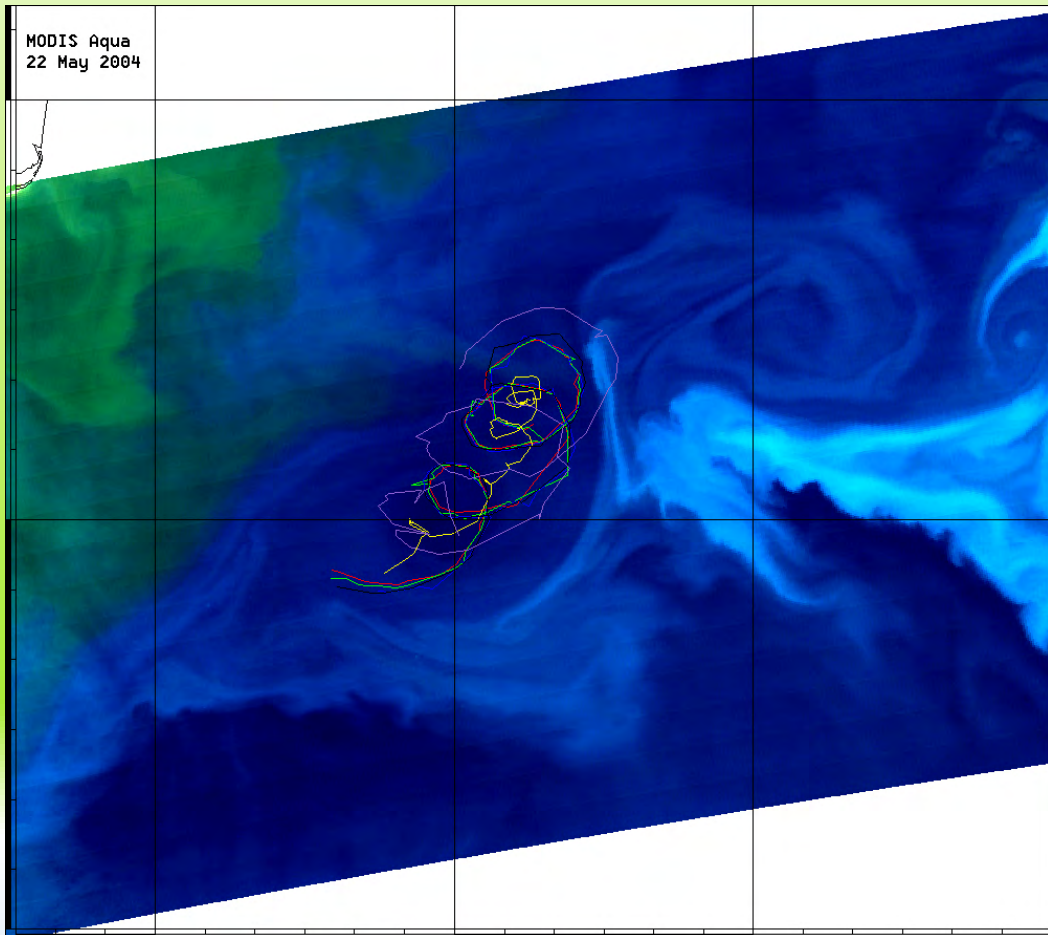


Рис.4

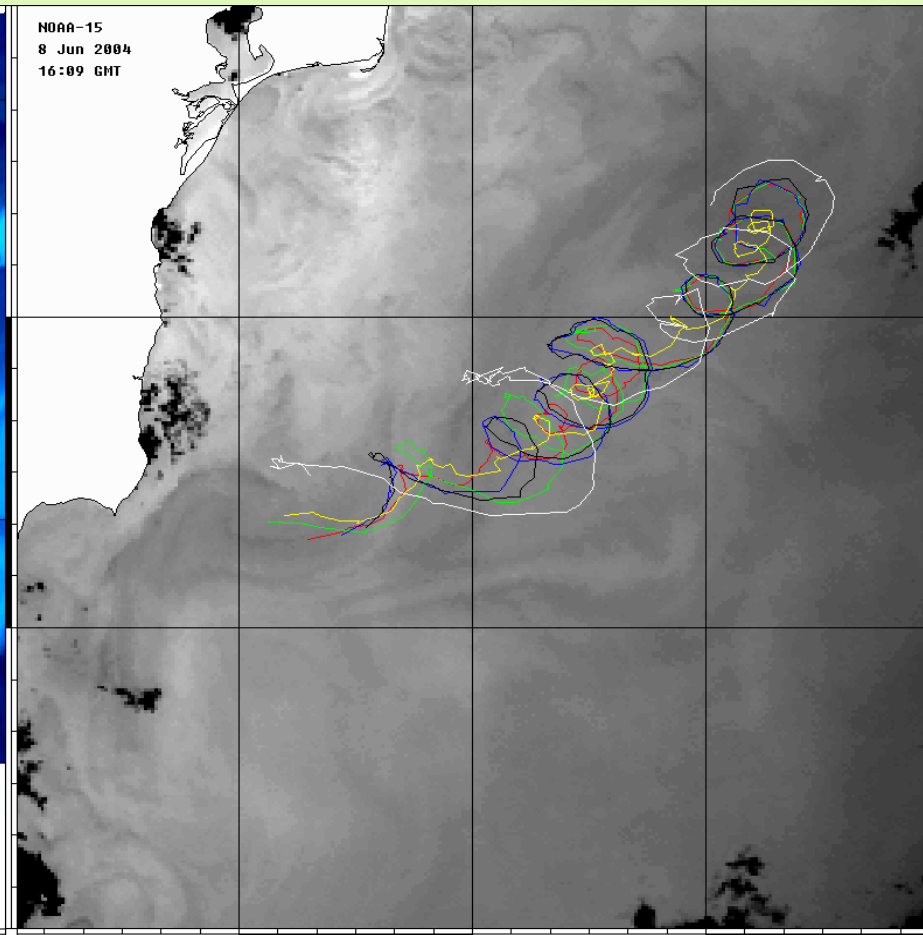


Рис.5

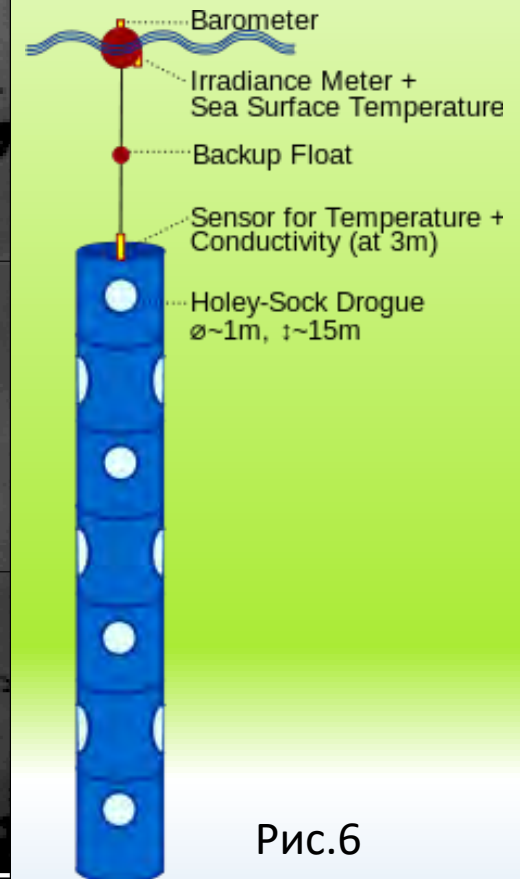


Рис.6

# Интерполяция на равномерные интервалы – 1 час

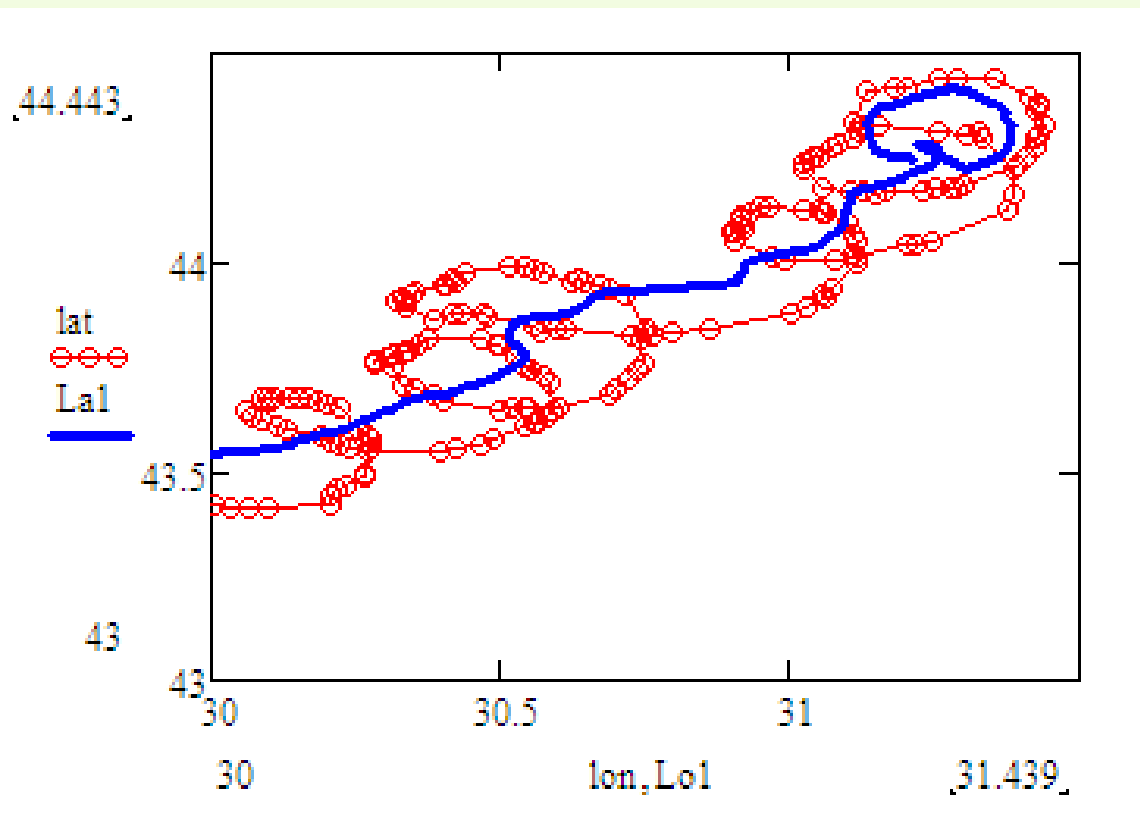


Рис.7

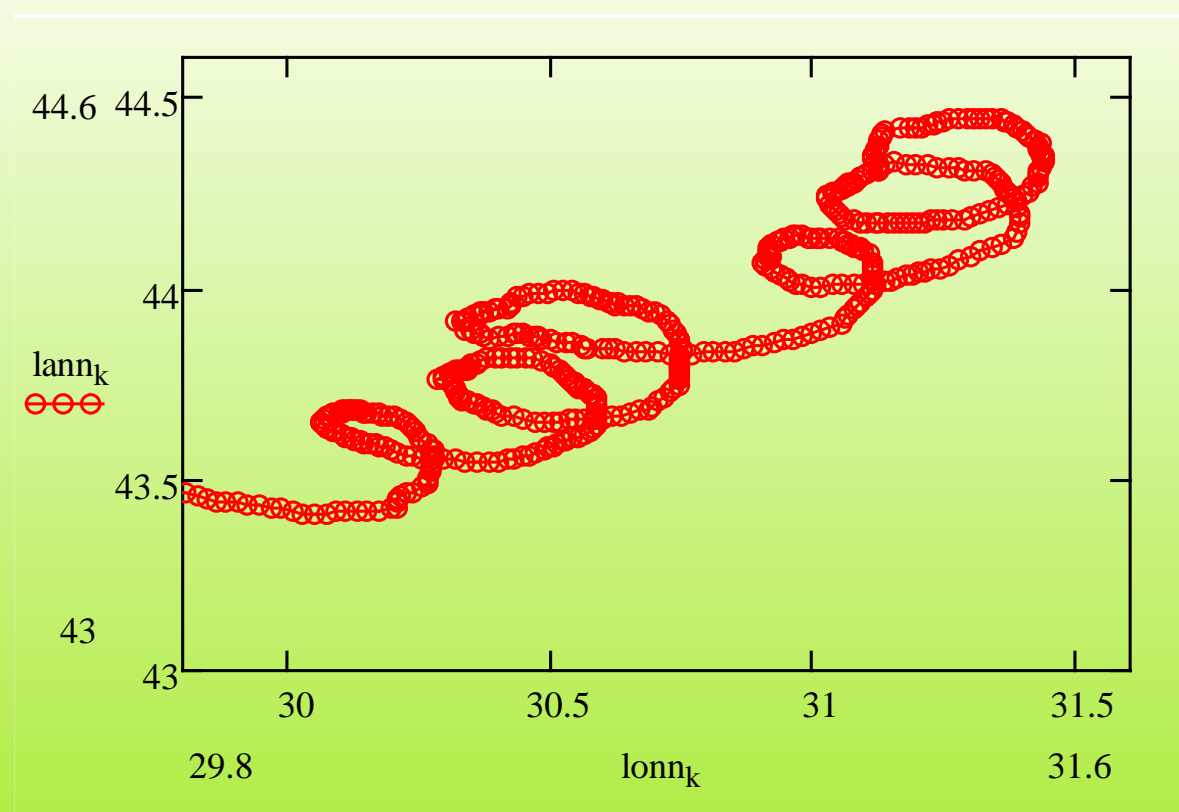


Рис.8



# Разделение дрейфовой и вращательных компонент

Предполагаем:

$$X(t) = a * \sin \frac{2\pi}{T} t + x(t),$$

$$Y(t) = b * \cos \frac{2\pi}{T} t + y(t);$$

**Период  $T$**  определяем как максимум в спектре для каждой компоненты или вручную, с графика.

Далее, осредняем по полученному периоду и получаем:

$$x(t) \text{ и } y(t), \quad a * \sin \frac{2\pi}{T} t \text{ и } b * \cos \frac{2\pi}{T} t$$

## Периоды вращения дрейфтеров:

D8 – 4-4.1 days – первые два оборота

D7- 3.3 –3.7 days

D6- 2.6-3.2 days

D5- 3.4 –4 days

D4 –3.2 –3.8 days

D3- 3.1 – 3.7 days

## Траектории движения центра вихря

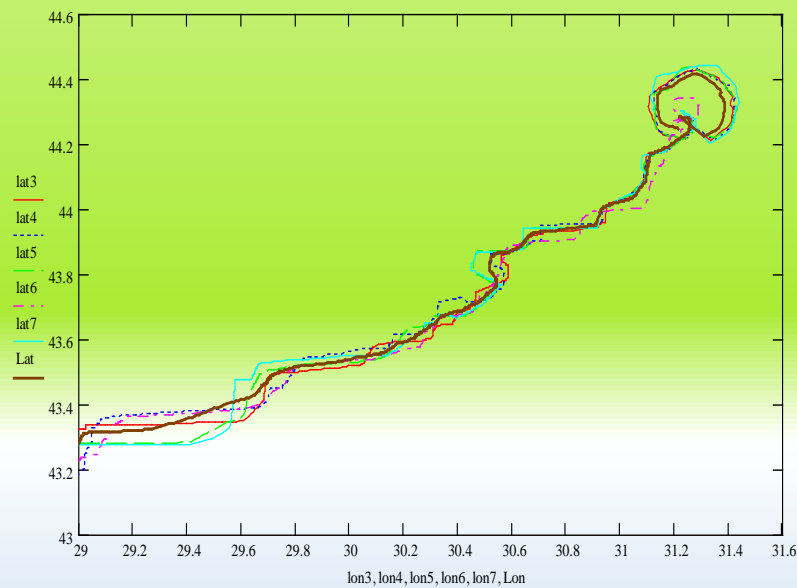
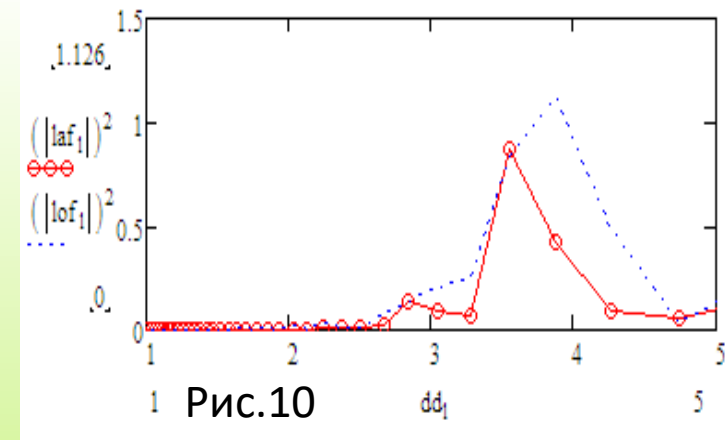


Рис.9



1 Рис.10

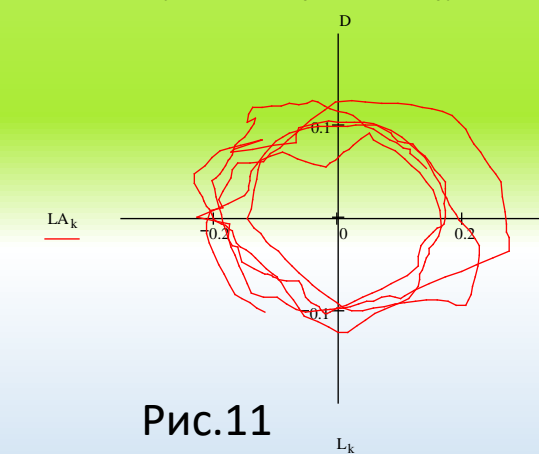
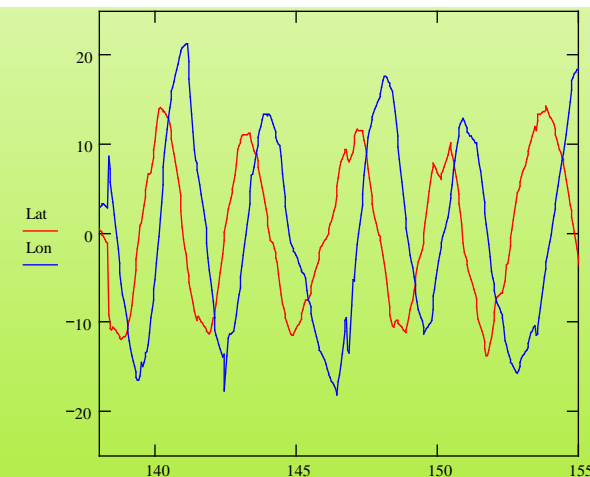


Рис.11

**Красная линия** – траектория движения вихря  
**Синие окружности** – положение центра вихря  
по спутниковым данным

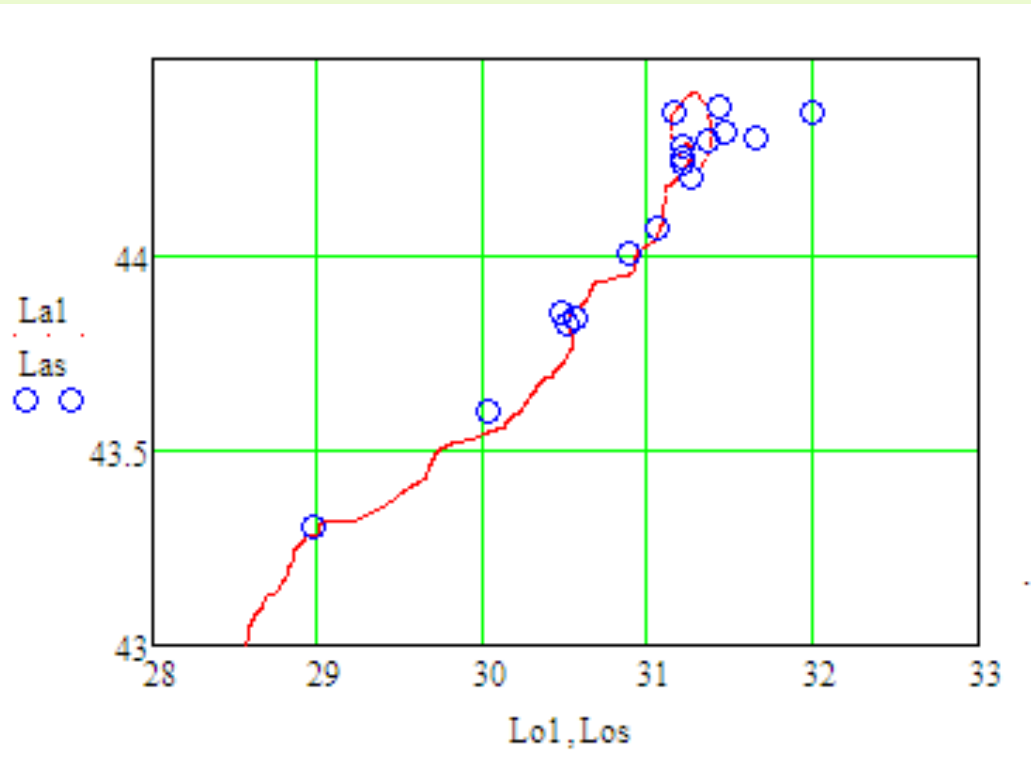


Рис.12

Скорость вращательного движения дрейфтера неравномерна и имеет двойную частоту изменчивости по сравнению с частотой вращения. Такая изменчивость характерна для эллиптического движения с постоянной угловой скоростью.

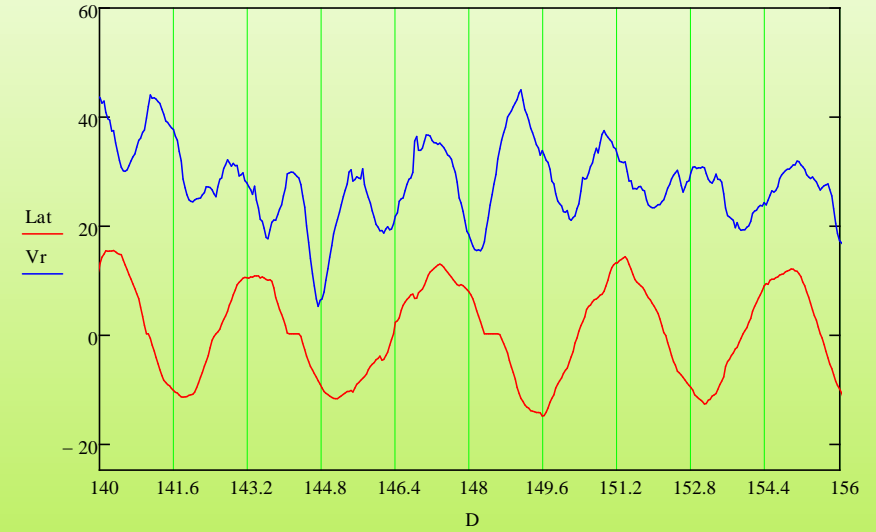


Рис.13

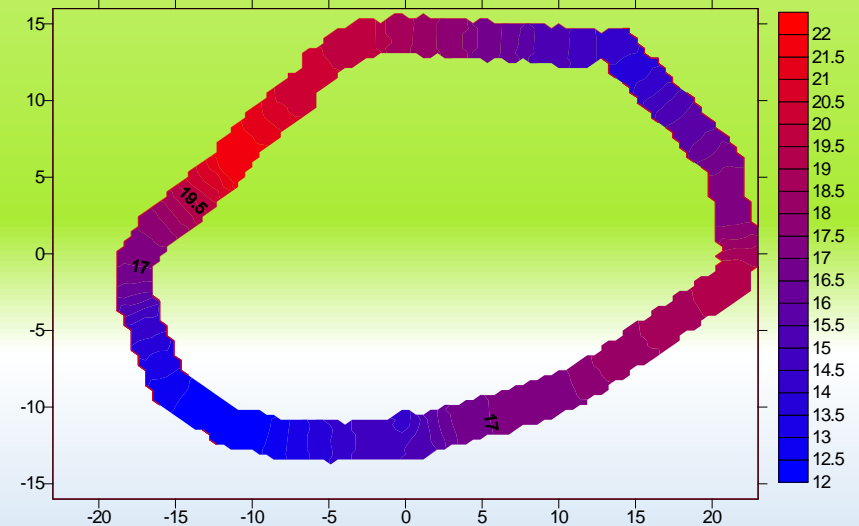


Рис.14

# Скорость движения центра вихря и компоненты скорости ветра

Видно влияние ветра на изменение скорости вихря в интервале 141-144 дни:

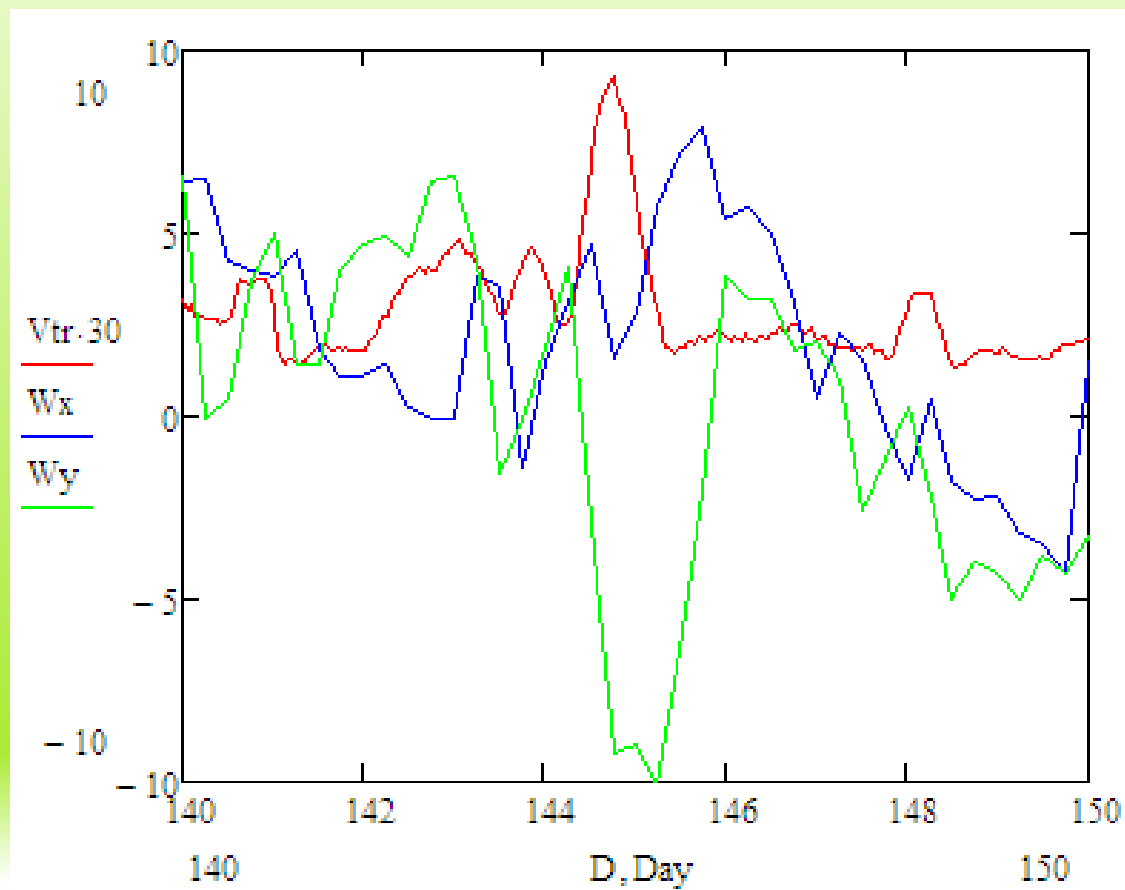


Рис.15

## Дальнейшие работы:

- подбор других ситуаций с дрейфтерами в вихрях
- совместный анализ с альтиметрией и ветром.
- анализ проявления в оптике, температуре, уровне



Спасибо за внимание!