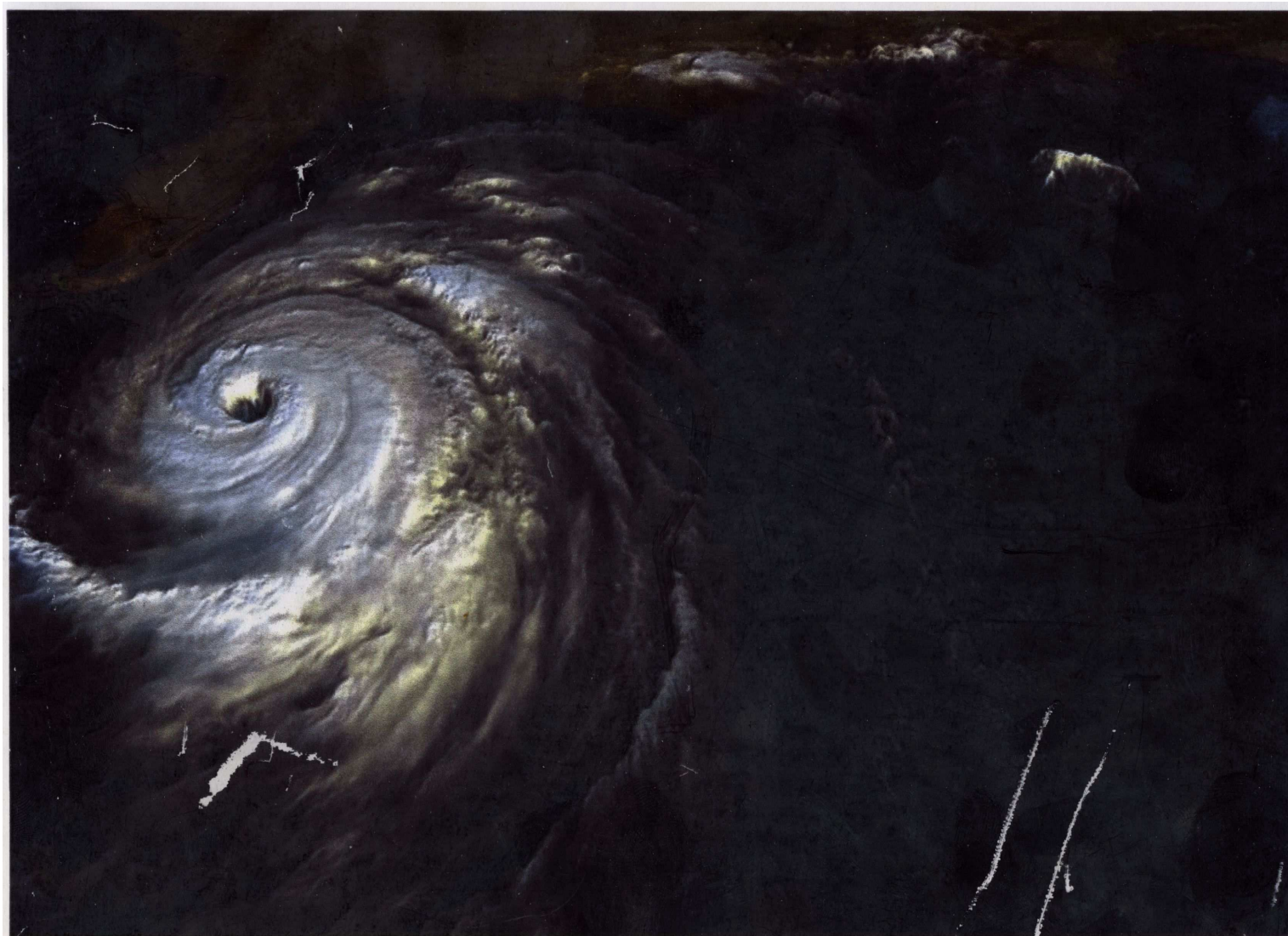




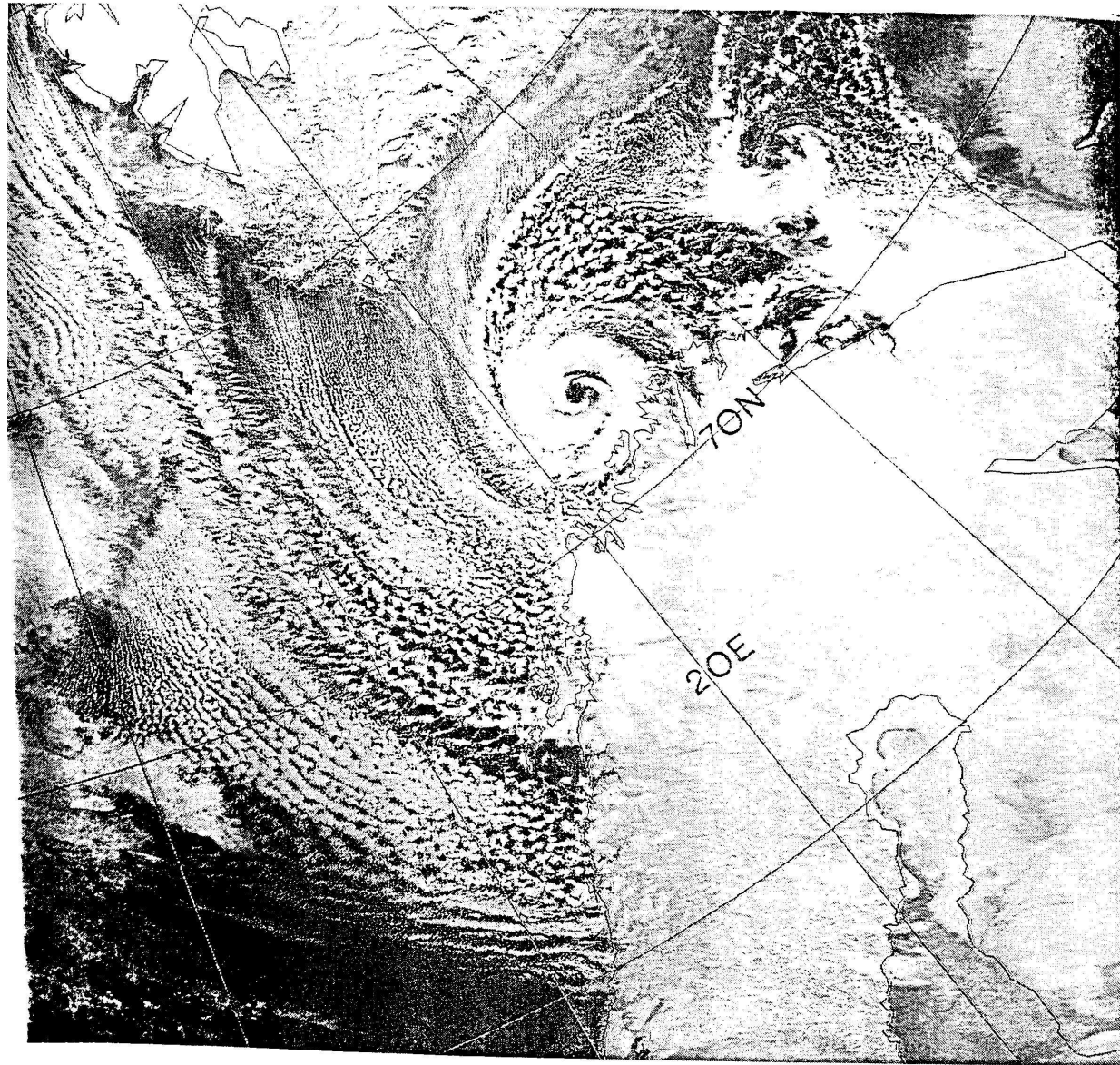
УРАГАНЫ НАД ОКЕАНОМ И В ОКЕАНЕ

Г.С. Голицын
Институт физики атмосферы
им. А.М. Обухова РАН

В.П. Маслов 1980: квазилинейные системы уравнений с частными производными имеют три алгебры сингулярных решений со свойствами “структурной сомоподобности” и устойчивого роста. Это ударные волны, узкие солитоны и точечные особенности типа “квадратного корня” – уединённые вихри. Таким решениям отвечают природные явления: ураганы и торнадо в атмосфере.



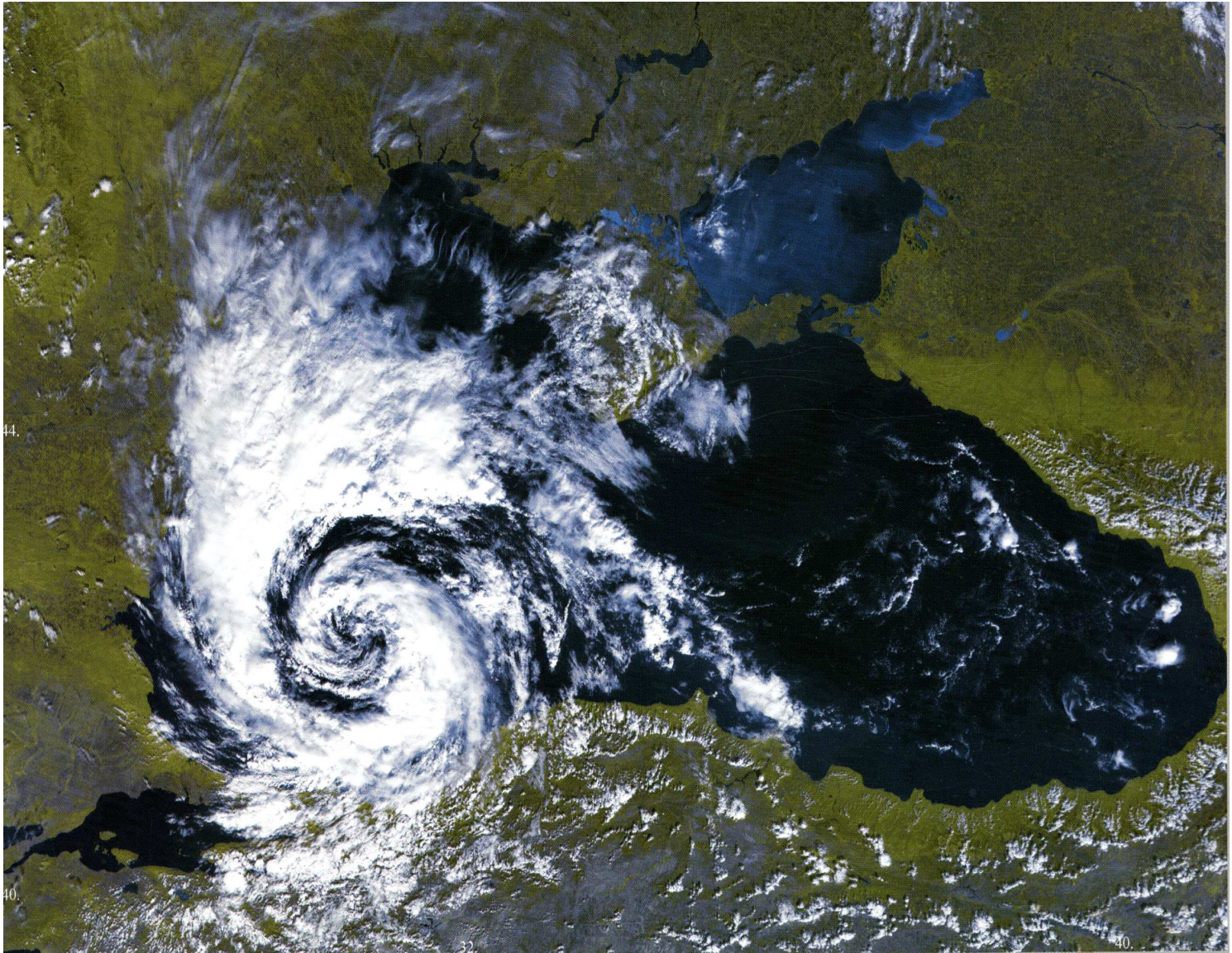
14.09.1999 12.53 UT
Floyd

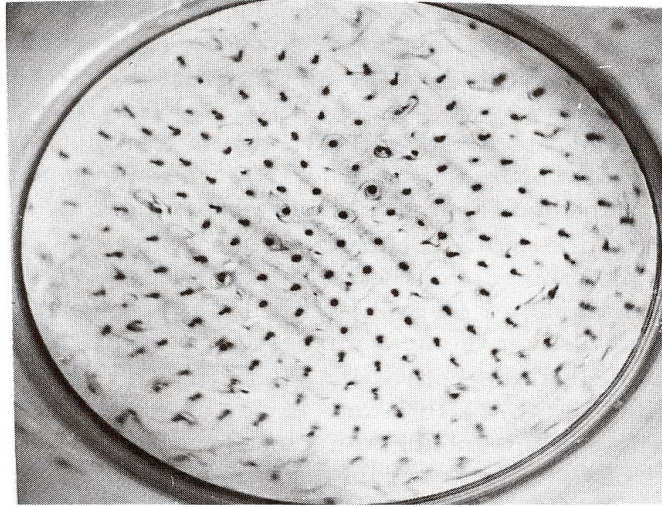


3. NOAA-9 satellite image (infrared, Channel 4) 0831 UTC 27 February 1987 showing the polar low just before fall. Photograph courtesy of Department of Electrical Engineering and Electronics, University of Dundee.

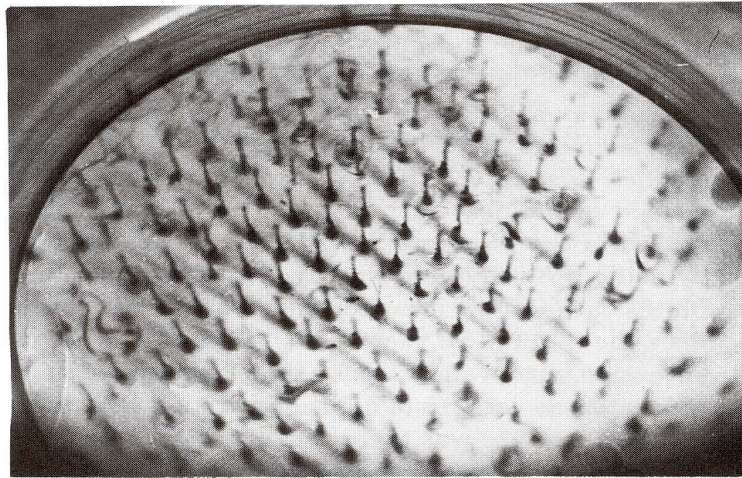
J. E. Hordeng & E. A. Kasmussen

Tellus 44A (1992) 2





(a)



(b)

Figure 15. Convective vortex grid: (a) plane view, (b) inclined view; $Ra_f = 7.1 \cdot 10^7$, $Ta = 5.9 \cdot 10^8$. (After Boubnov & Golitsyn, 1986, courtesy of Cambridge University Press).



Figure 17: An example of irregular convective vortex pattern; $Ra_f = 2.0 \cdot 10^8$, $Ta = 7.1 \cdot 10^7$. (After Boubnov & Golitsyn, 1986, courtesy of Cambridge University Press).



0 16 32
km



STS047-74-47

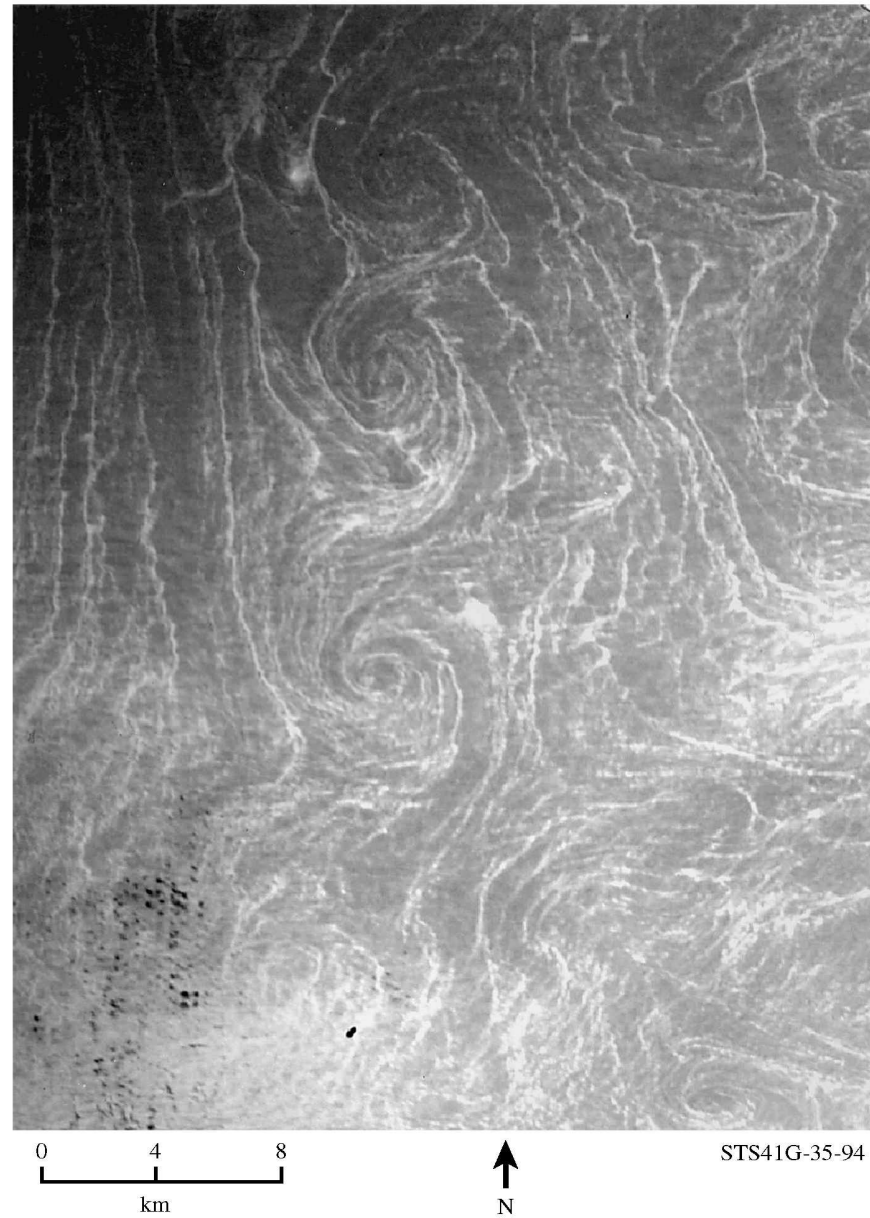


Figure 2. Four interconnected, fully developed spirals in the Mediterranean off Egypt. These are characteristic of horizontal shear aligned along the centres of the spirals. The preconditioning wind field and location of the image is shown in Figure 16. STS41G-35-94 32.0° N, 26.0° E. 7 October 1984.

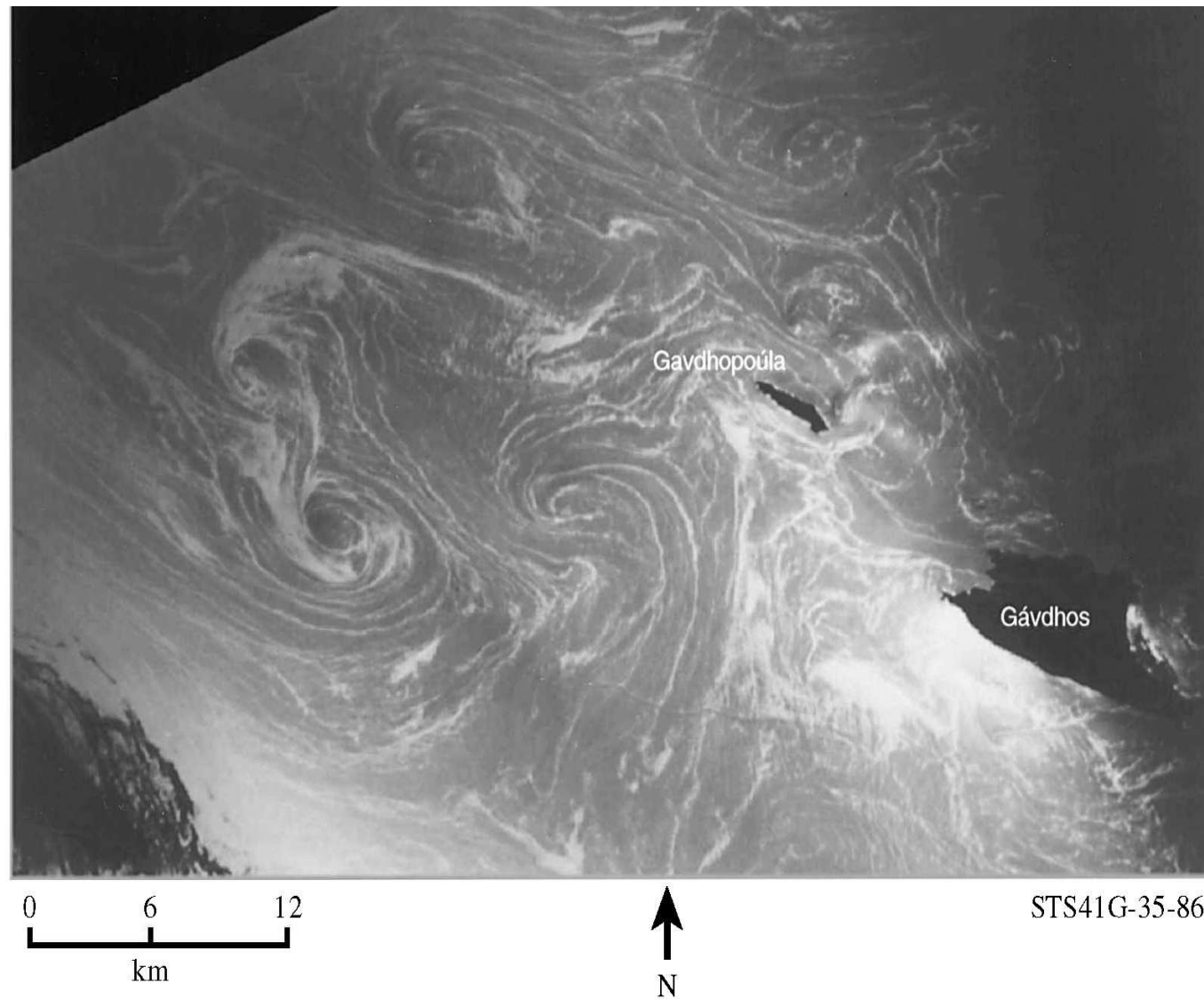


Figure 3. A pair of interconnected spirals in the Mediterranean Sea south of Crete. This vortex pair has a clearly visible stagnation point between the two spirals, the cores of which are aligned with the preconditioning wind field shown in figure 16. STS41G-35-86 34.5° N, 24.0° E. 7 October 1984.

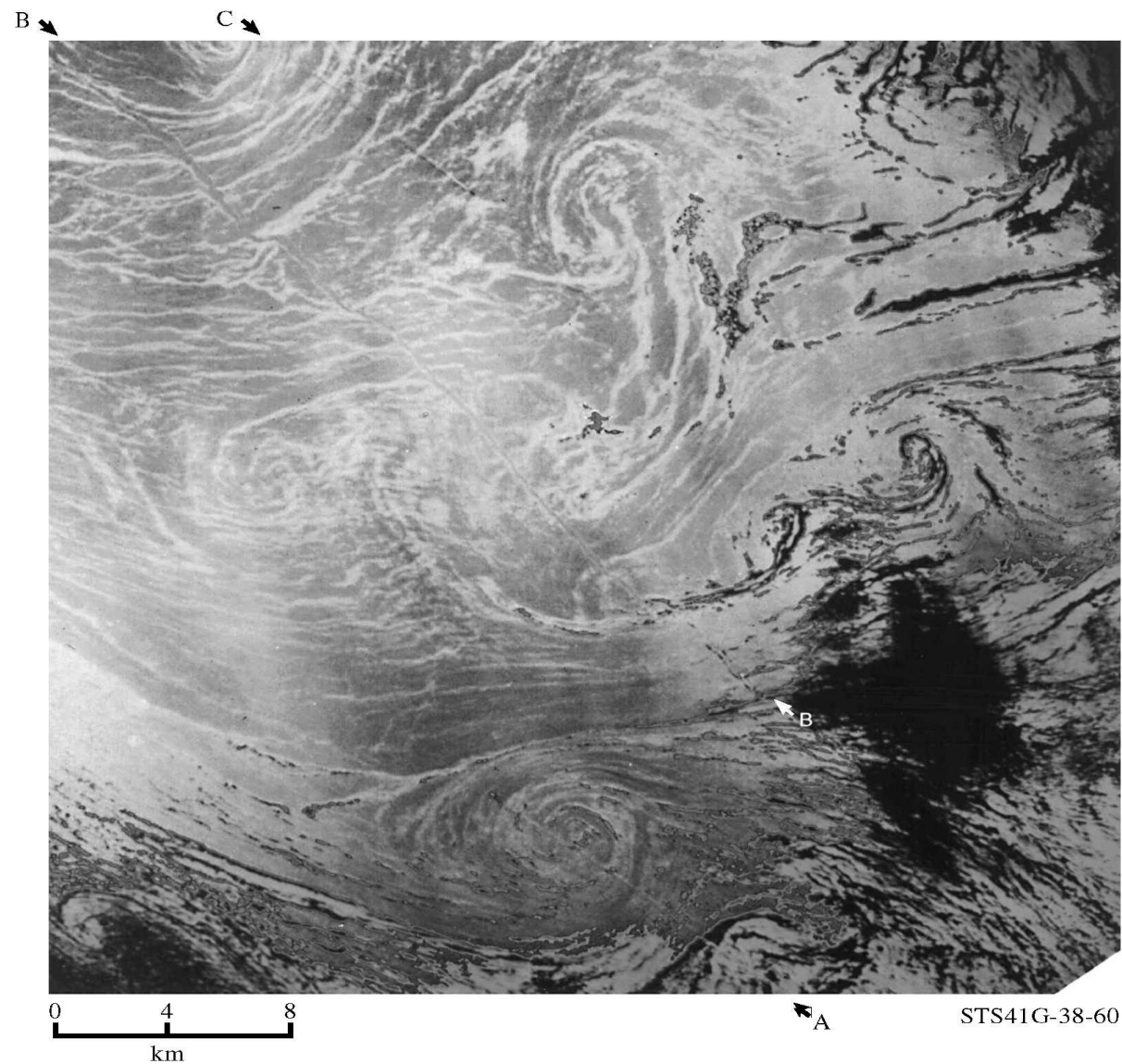


Figure 7. Ship tracks in the Ionian Sea. Tracks A and C are young with the ships visible. Track A shows minor distortion during passage through the developing core, the centre of which is *ca.* 3 km aft of the ship. Ship track B is old and shows significant offsets at cyclonic sharp fronts coincident with streaks. The rendition of the streaks changes from light in the inner sunglitter to the upper left, to dark in the outer sunglitter in the lower and right hand portion of the image. STS41G-38-60.

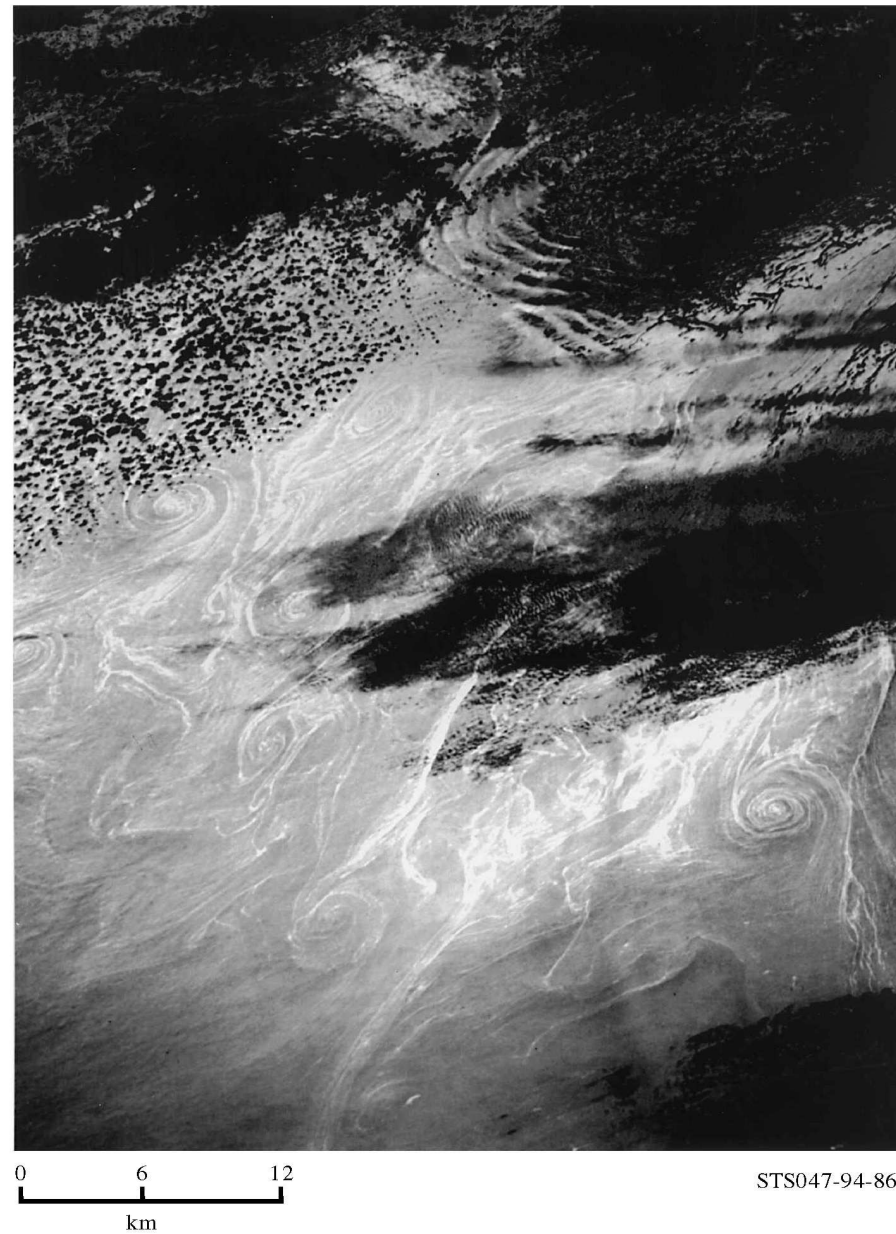


Figure 8. Radiating internal solitary waves in the upper part of the image are clearly distinguishable from the interconnected spirals in the Sea of Japan. Splotches are cumulus clouds and their shadows. STS47-94-86, 39.7° N, 128.6° E. 16 September 1982.

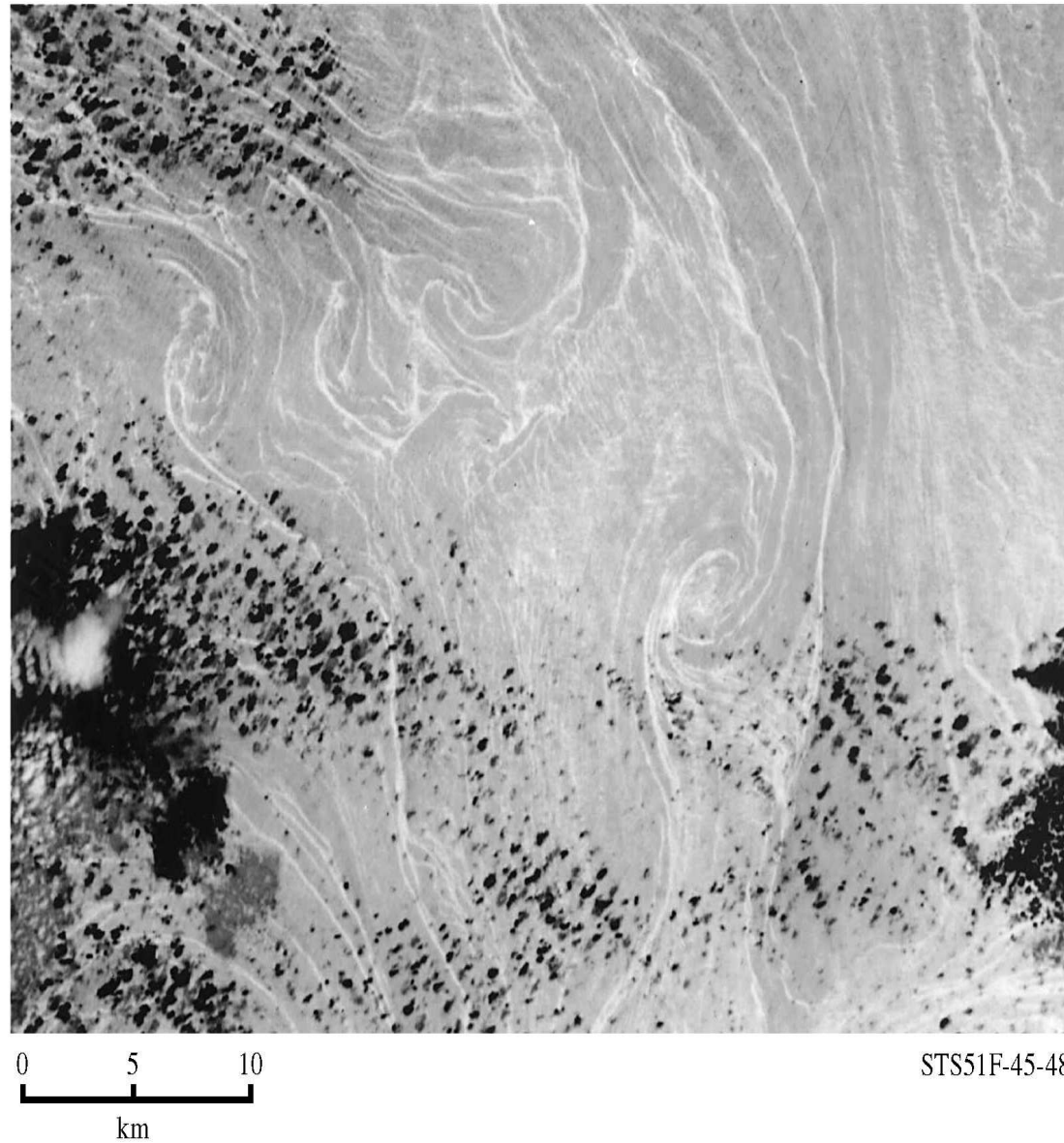


Figure 9. Cyclonic spirals in the Southern Hemisphere near Mozambique. Note clockwise rotation is opposite to that seen in the Northern Hemisphere. Splotches are cumulus clouds and their shadows. STS51F-45-48, 22.3° S, 37.5° E. 3 August 1985.

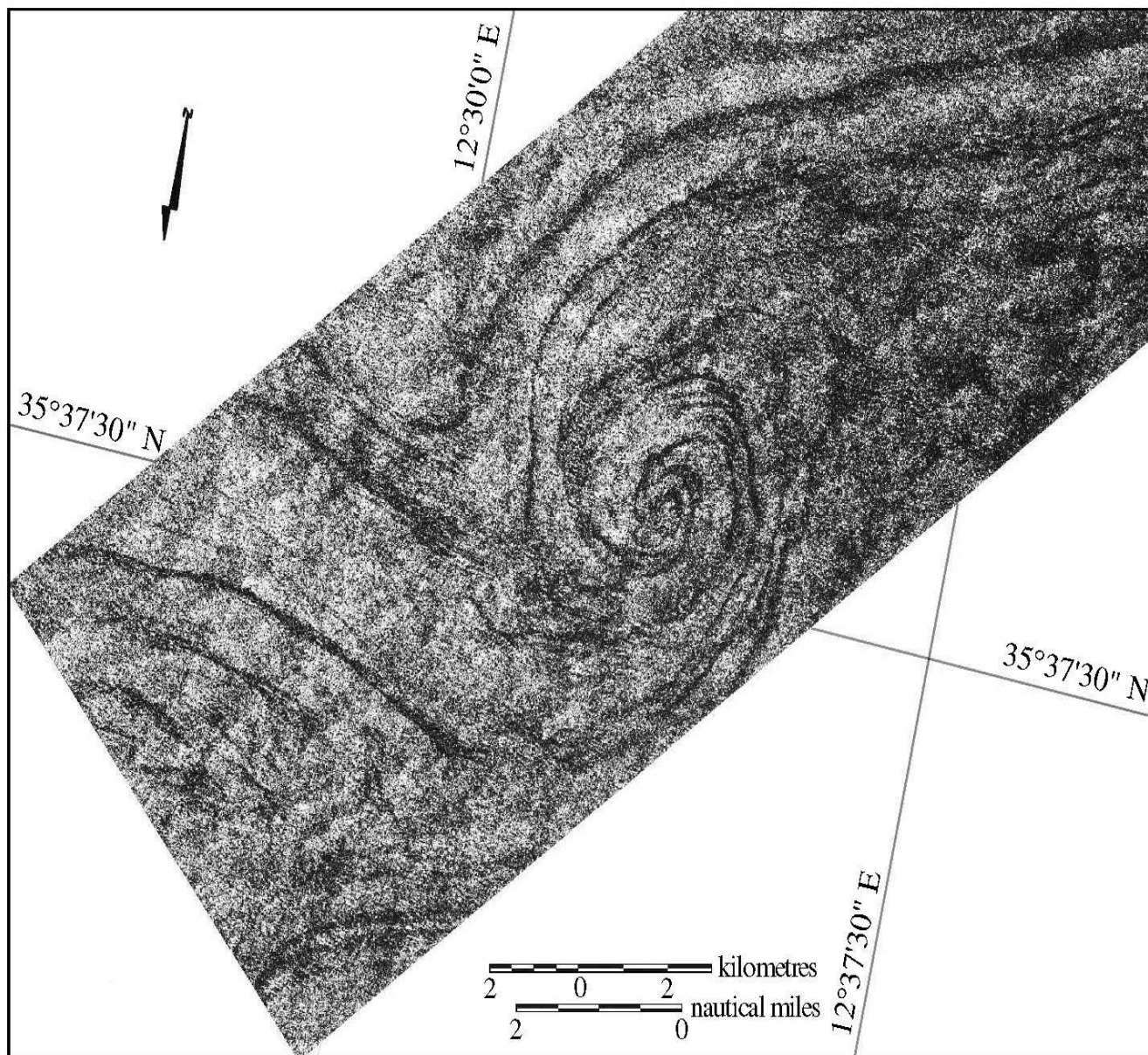


Figure 11. Spiral in the Mediterranean Sea visualized with Shuttle XSAR. The streaks are differentially smooth. STS068-28-03, 35.7° N, 12.6° E. 9 October 1994.

Конвекция

Вращение всей системы определяет направление закрутки вихрей. Концентрация углового момента и теоремы сохранения вихрей. Потоки тепла из океана f от 100 до 2500 Вт/м₃ осенью. Глубокая конвекция в океане: частокол вихрей – столбов со дна вблизи Лабрадора и Гренландии, в Средиземном море. J. Marshall, ~ 1990.

Поток плавучести

$$b = \frac{g}{\rho} \langle \rho' w' \rangle, \text{ размерность мощности на единицу массы}$$

Приближение Буссинеска: $\rho = \rho(T, s)$, но не p !

$$\text{Потоки энтальпии: } q = c_E \rho c_p U \Delta e, \quad c_E \sim 1.3 \cdot 10^{-3}$$

$$l_c = 2\omega \sin \theta - \text{параметр Кориолиса, } [l_c] = T^{-1} \sim 10^{-4} \text{ c}^{-1}$$

Масштаб скорости (Голицын, 1980)

$$U = c (b / l_c)^{1/2}, \quad c \approx 1.7$$

Масштаб площади

$$S = c_s^2 b / l_c^3, \quad c_s \approx 15 \quad \text{MN 1994.}$$

В квазистационарных условиях

$$b = \varepsilon = \frac{\alpha g f}{\rho c_p}$$

В атмосфере $\alpha = 1/T$, закон Шарля, $\rho = 1.2 \text{ кг/м}^{-3}$ и при $f \sim 1 \text{ кВт/м}^2$ $b \approx 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2/\text{с}^3$. Это даёт $U \approx 2(b/l_c) \approx 40 \text{ м/с}$

Диаметр $D \approx 15(b/l_c^3)^{1/2}$ и при $\theta = 20^\circ$ и 70° широты имеем в 4 раза отличие

В воде $\alpha = 2 \cdot 10^{-4} T^{-1}$; $\rho = 10^3$ кг/м³;

$$c_p = 4.2 \cdot 10^3 M^2 c^{-2} K^{-1}$$

$$b \approx 10^{-7} \text{ м}^2 / \text{с}^3 \quad \text{при } f \approx 100 \text{ Вт/м}$$

$$D \approx 10 \text{ км}$$

$$U \sim 10 \text{ см/с}$$

есть и сдвиговые неустойчивости, но они требуют задания геометрических размеров

конвекция – правильные размер, сезонный ход,
то же, что и ураганы, но повернутые в воду вниз.

Вспомним глубокую конвекцию!