

Электрические токи разных пространственных масштабов в активной области: структура, динамика, СВЯЗЬ СО ВСПЫШКАМИ

Ю.А. Фурсяк, В.И. Абраменко, А.С. Куценко

Крымская астрофизическая обсерватория РАН,  
п. Научный, Республика Крым, Россия

# Вычисление вертикальных электрических токов в атмосфере Солнца

~~$$\mathbf{j} = \frac{1}{\mu_0} (\nabla \times \mathbf{B})$$

$$I_z = \frac{1}{\mu_0} \left( \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{\partial B_x}{\partial y} \right)$$~~

$$(I_z)_{i,j} = \frac{1}{\mu_0} \oint_L B_{\perp} dl$$

Абраменко В.И., Гопасюк С.И., Изв. Крымск. астрофиз. обс., **76**, 1987

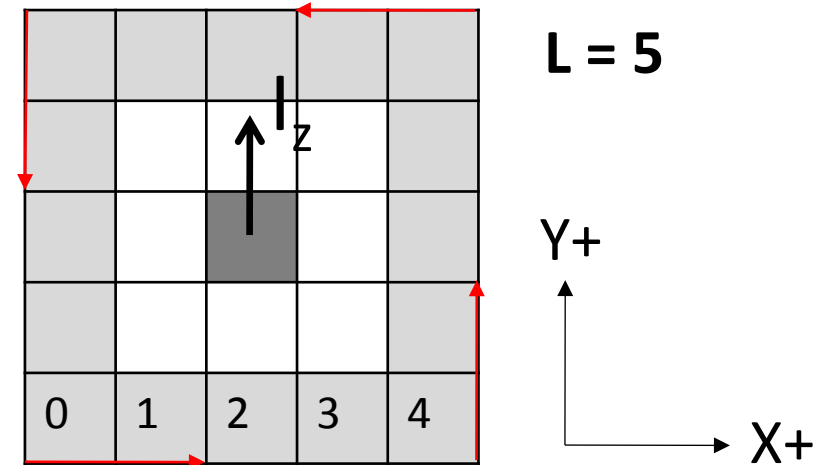
Абраменко В.И., Гопасюк С.И., Огирь М.Б., Изв. Крымск. астрофиз. обс., **78**, 1988

Abramenko V.I., Gorasyuk S.I., Ogir' M.B., Solar Phys., **134**, 1991

$$\int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{3} [f(x_0) + 4f(x_1) + 2f(x_2) + 4f(x_3) + f(x_4)]$$

$$(I_z)_{i,j} = \frac{1}{\mu_0} \oint_L B_{\perp} dl = \frac{h}{3\mu_0} [s_1 + s_2 - s_3 - s_4]$$

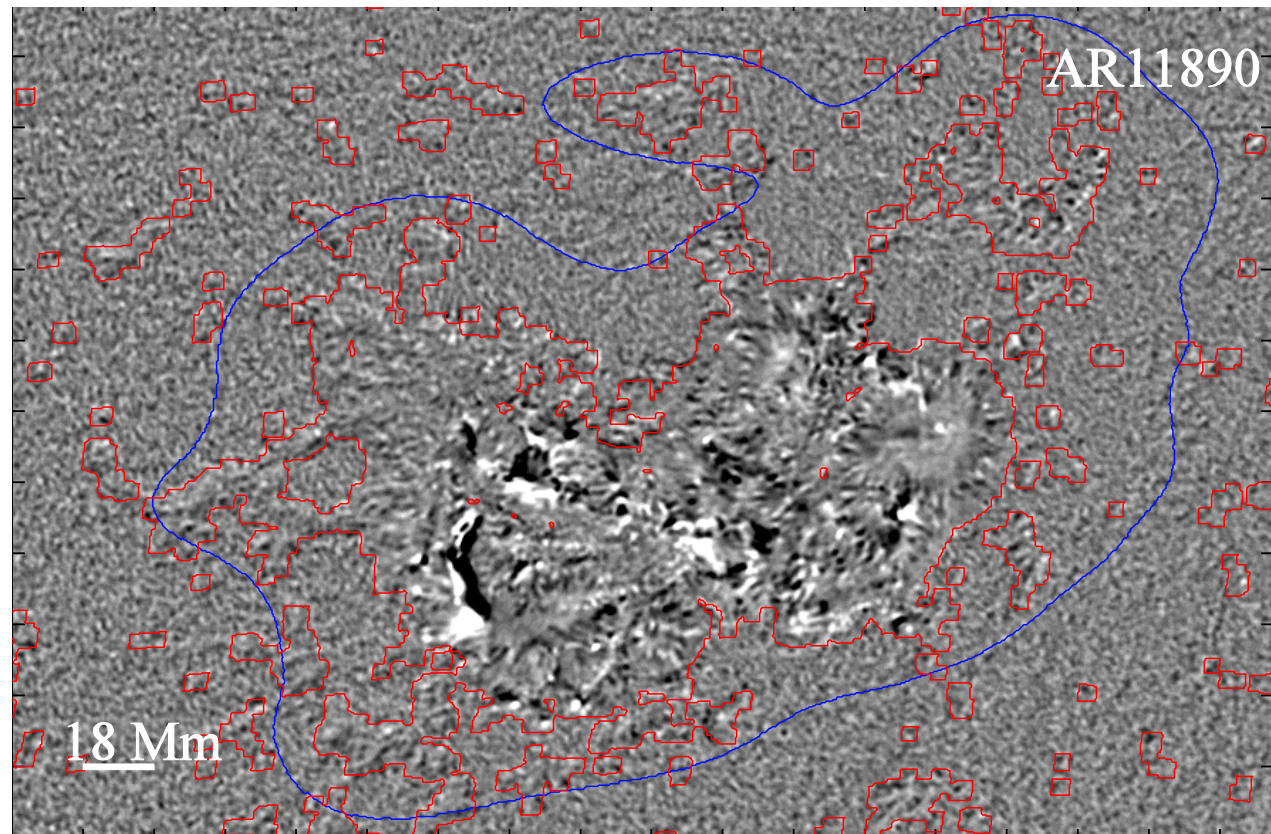
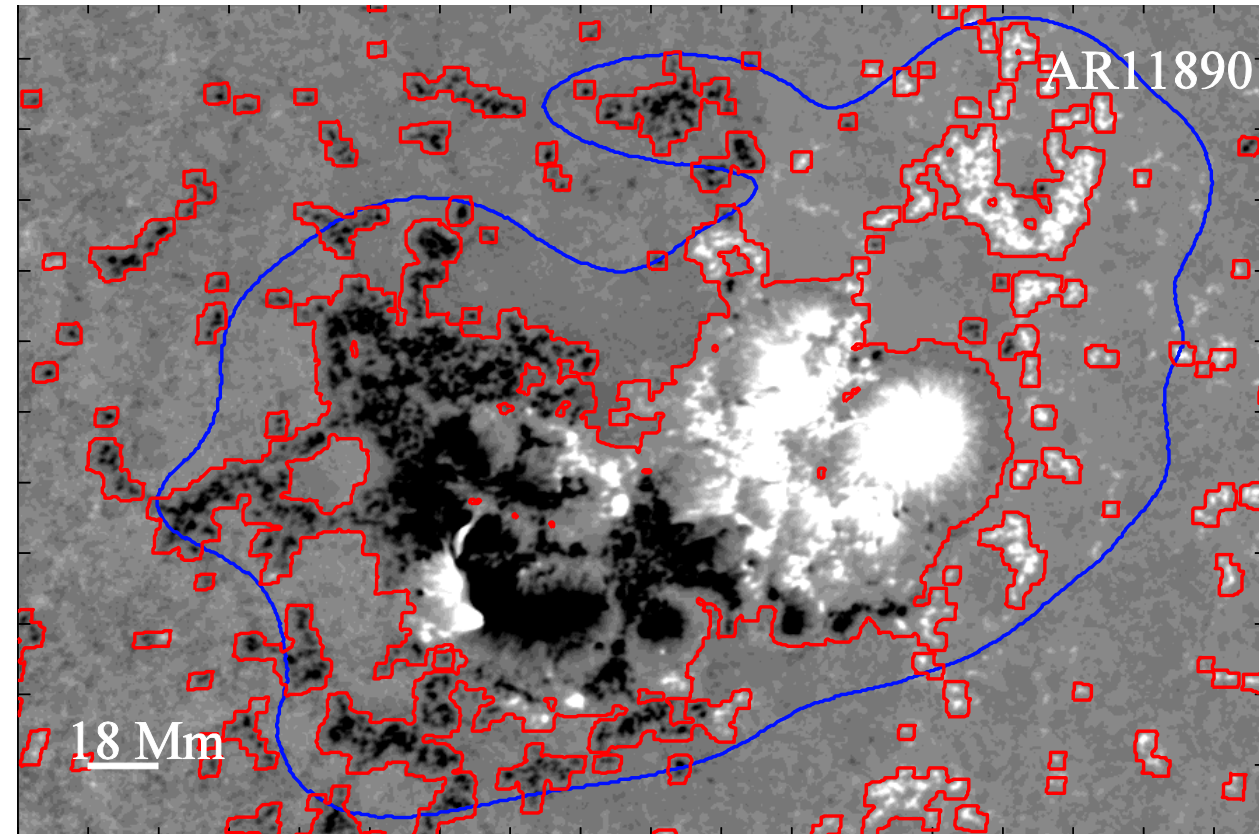
Fursyak Yu.A., Geomagnetism and Aeronomy., **58**, No. 8, 2018



# АО NOAA 11890 07 ноября 2013 года в 00:00 UT

$B_z$

$j_z$



-500 Гс

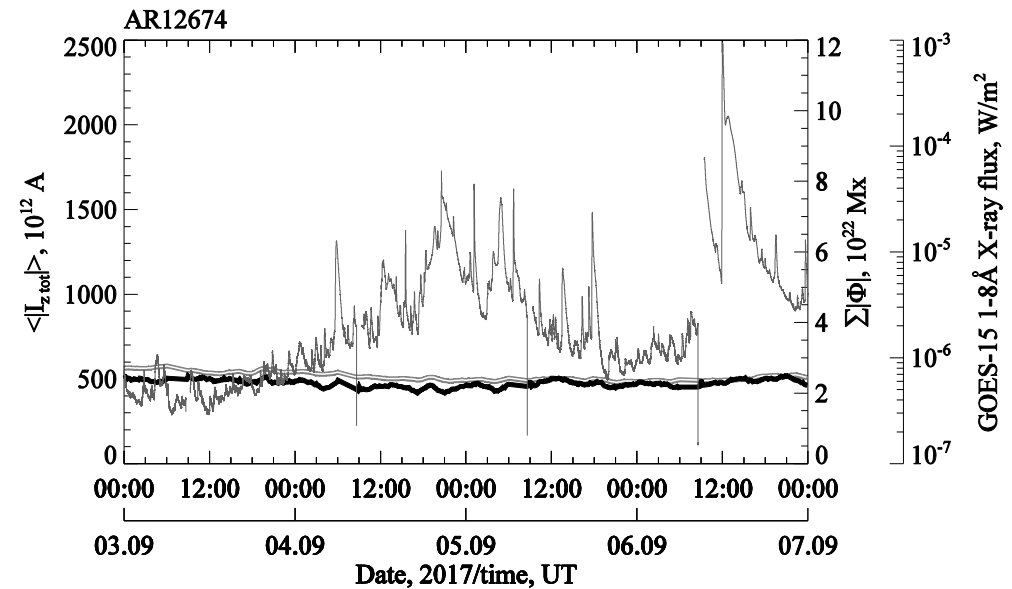
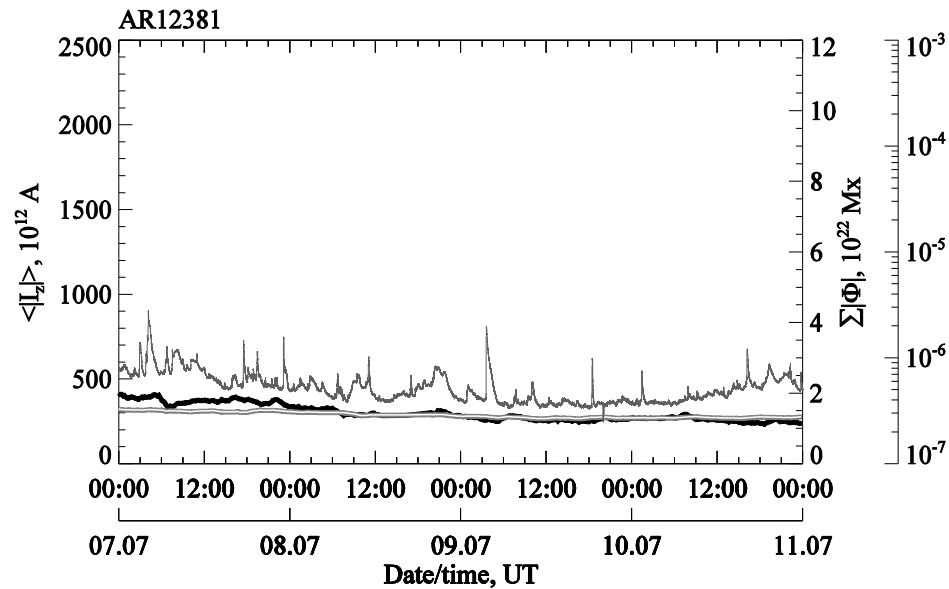
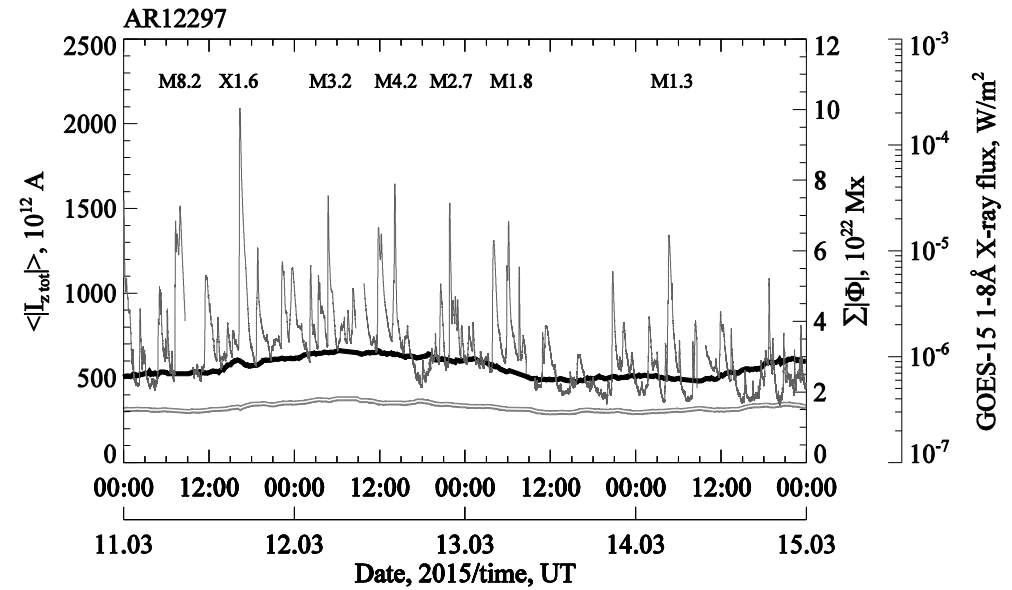
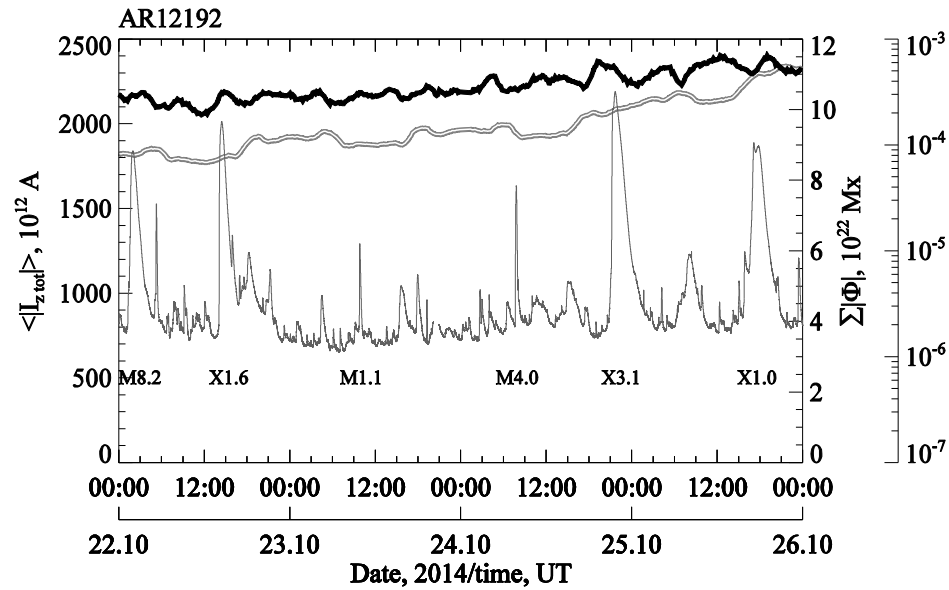
500 Гс

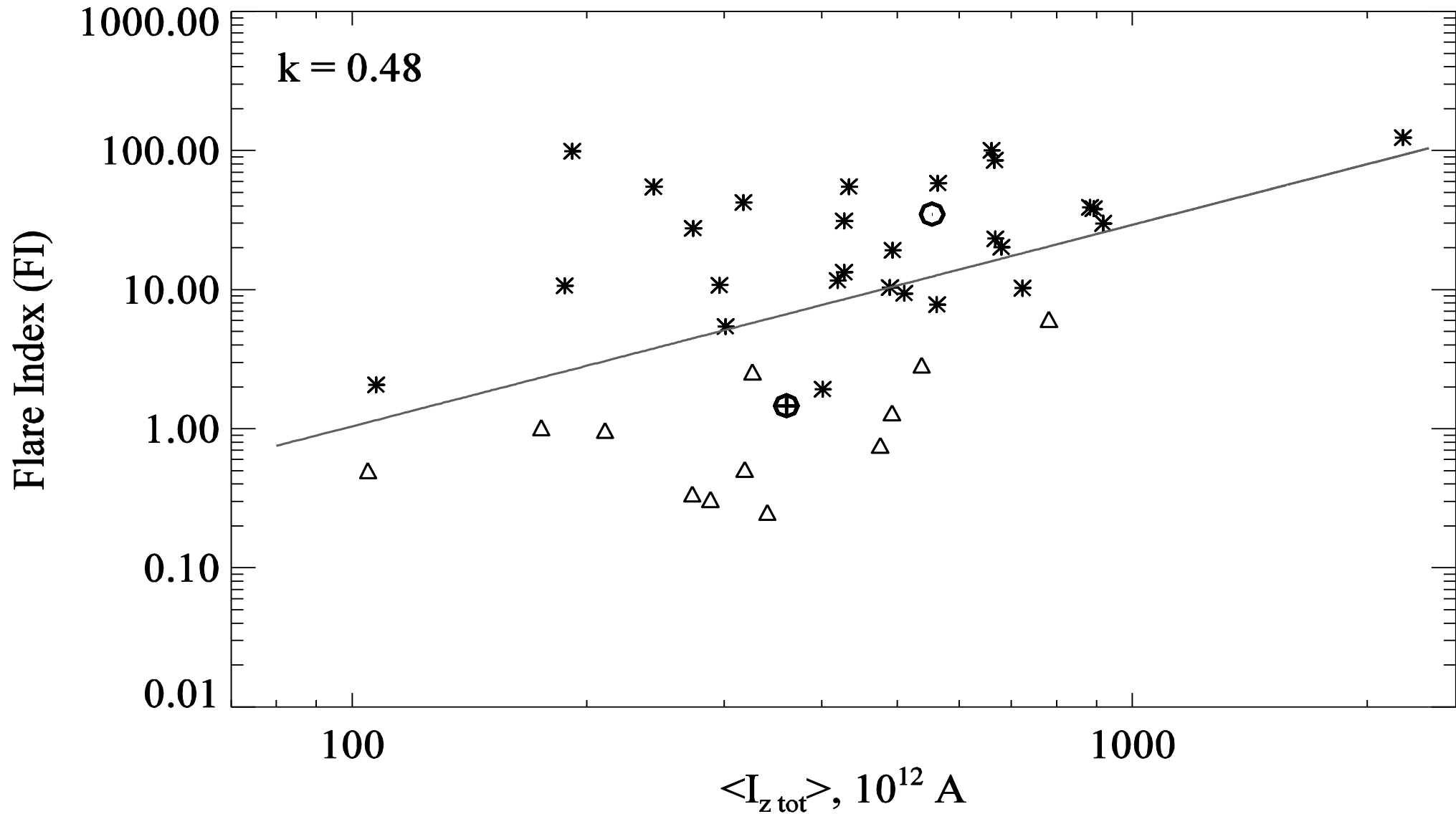
-0.01 A м<sup>-2</sup>

0.01 A м<sup>-2</sup>

$$\rho_{jz} = \frac{\sum |j_z^+| - \sum |j_z^-|}{\sum |j_z^+| + \sum |j_z^-|} \cdot 100\% < 1\%$$

$$I_{z\ tot} = \sum |(I_z)_{i,j}|_{bitmap+conf\_disambig}$$





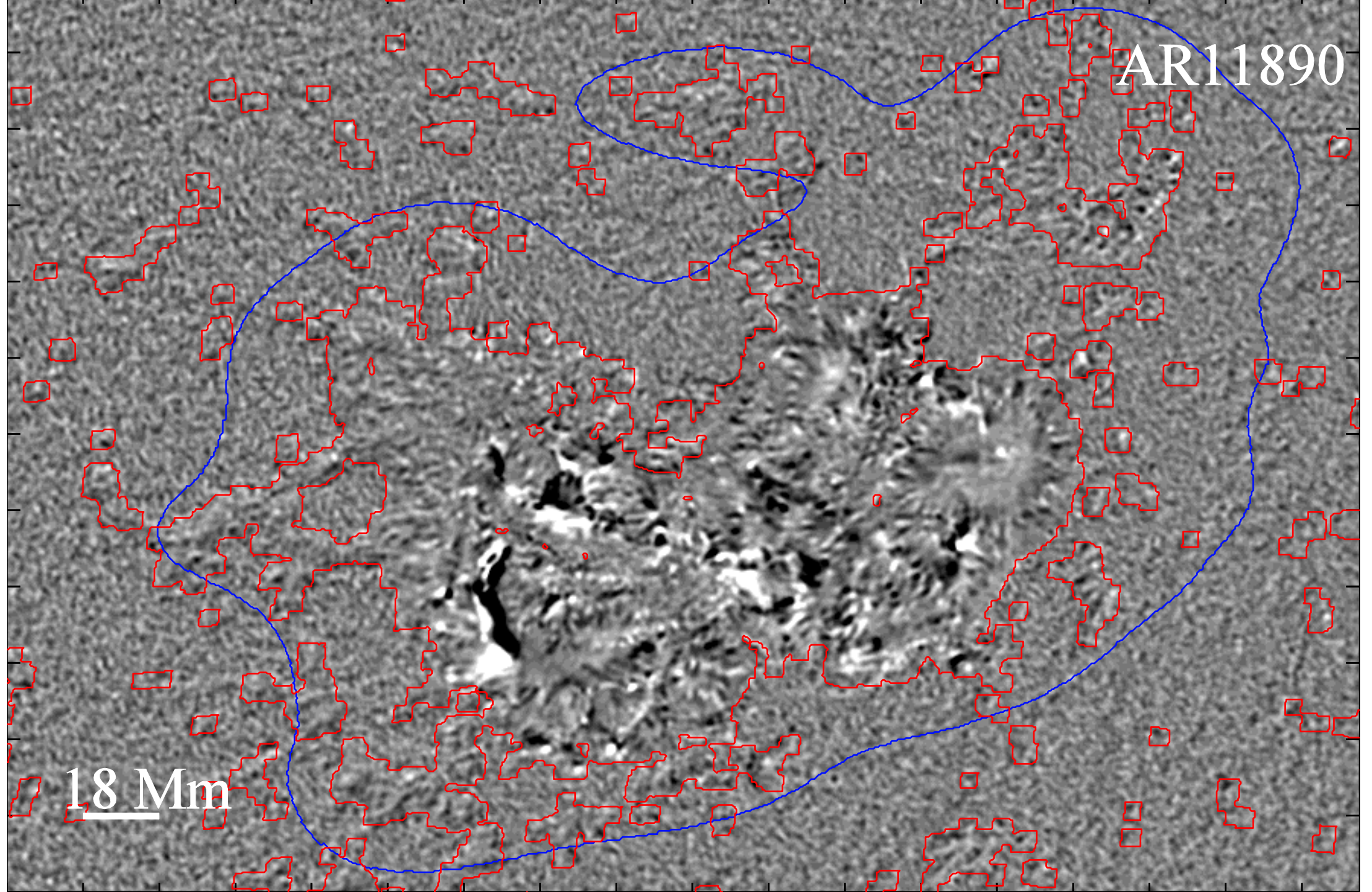
$$FI = (1.0S^C + 10S^M + 100S^X)/\tau$$

Abramenko V.I., Astrophys. J., **629**, 2005

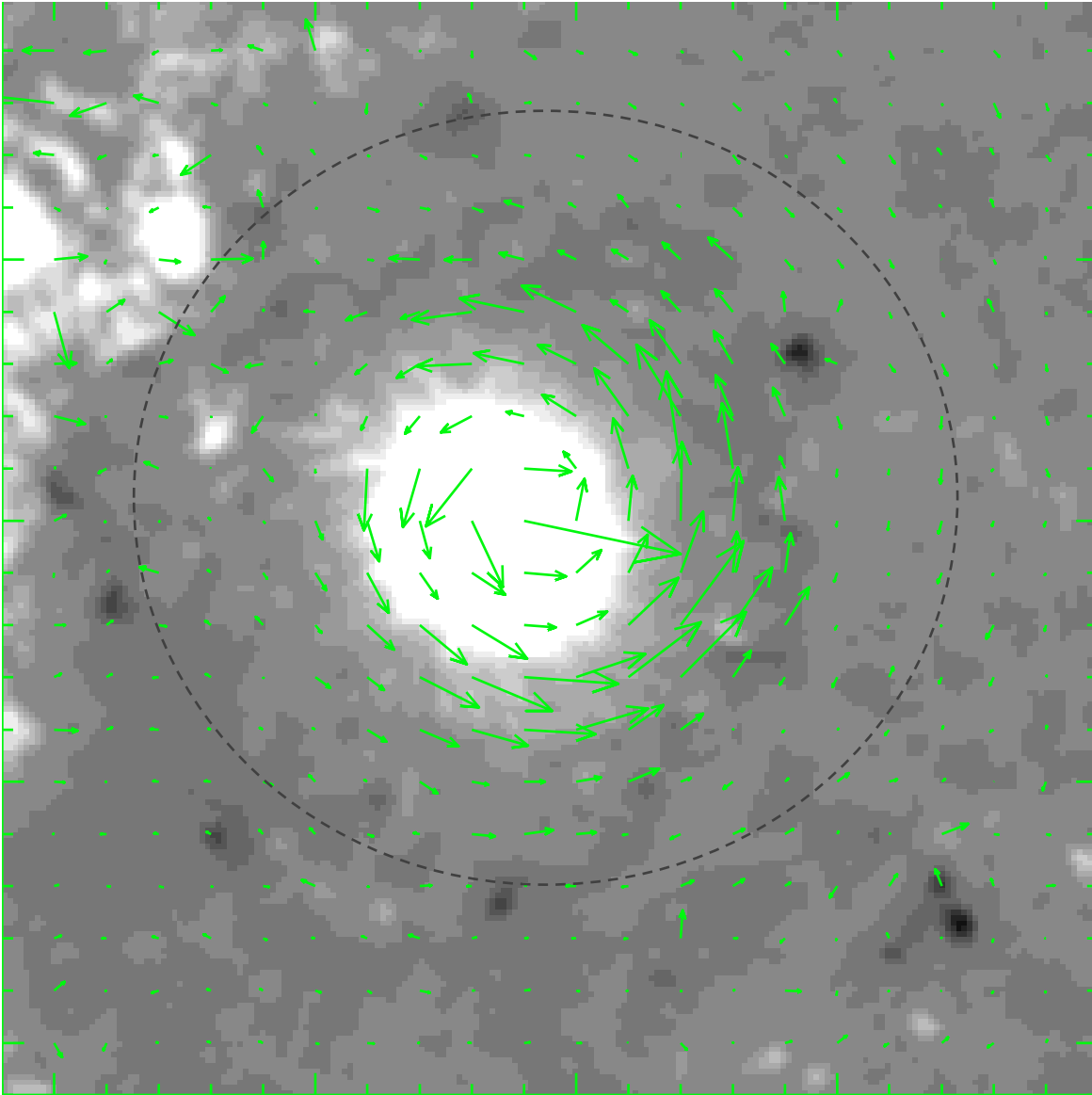
$$I_{z \text{ tot}} = \sum |(I_z)_{i,j}|_{\text{bitmap+conf\_disambig}}$$

AR11890

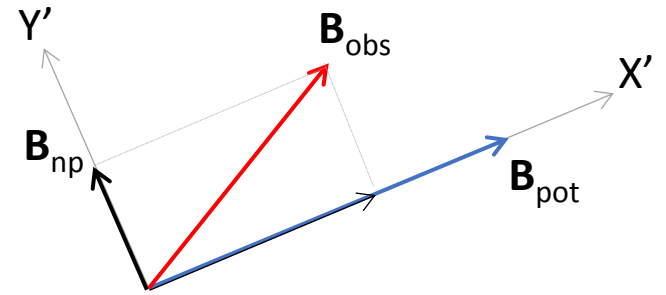
18 Mm



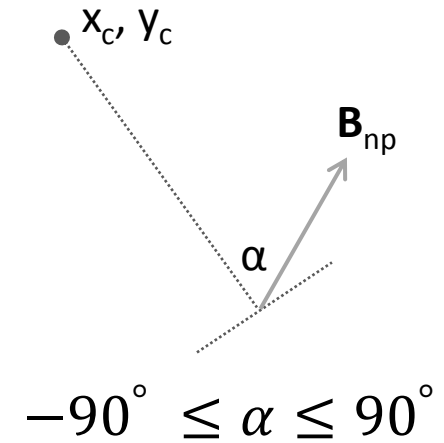
# Непотенциальная компонента магнитного поля АО

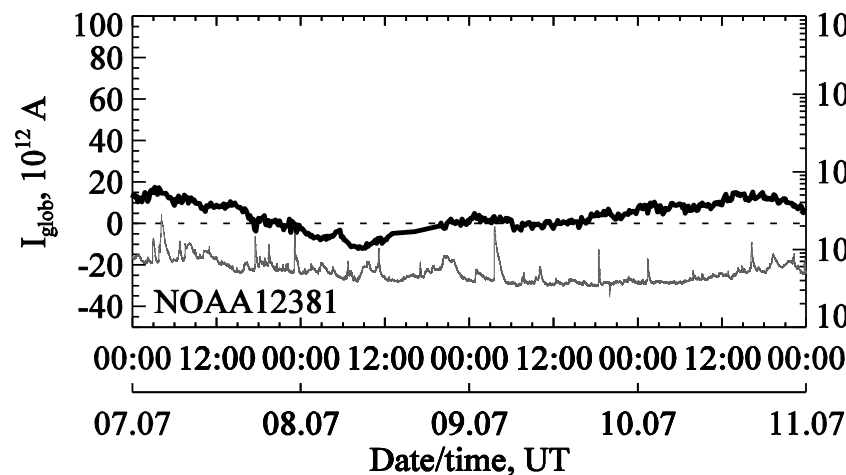
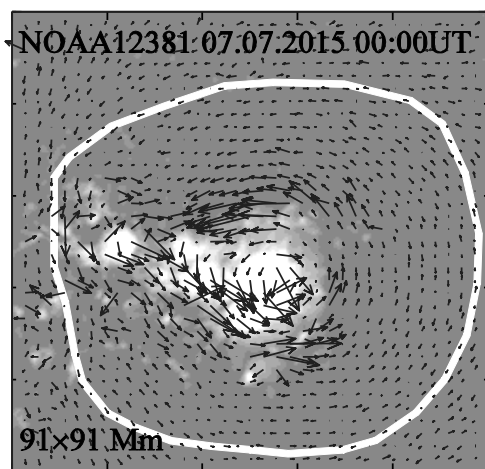


$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r} \sim \frac{1}{r}$$

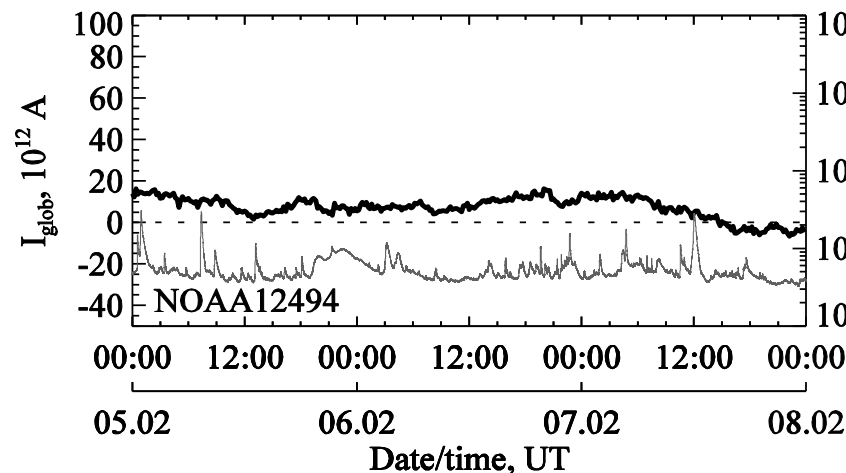
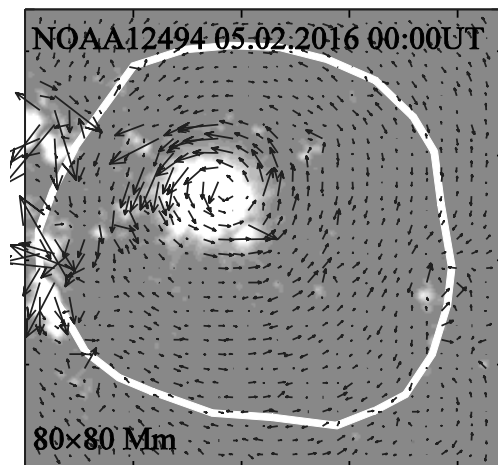


*Sakurai T., Solar Phys., 76, 1982*

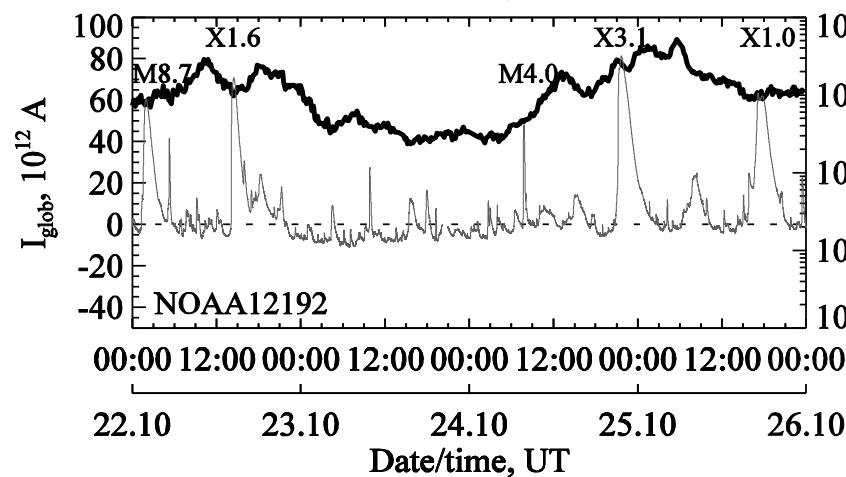
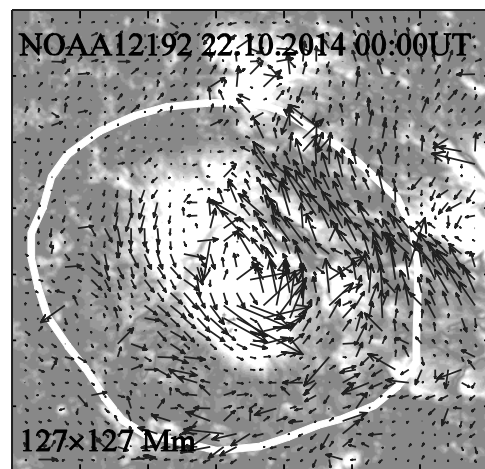




$$\rho(j_z) = 0.007$$



$$\rho(j_z) = -0.047$$



$$\rho(j_z) = -0.513$$



# Выводы

1. В АО существуют токовые структуры различных масштабов. Наиболее крупные из них — глобальные электрические токи — являются распределенными по большой площади и могут быть выявлены только косвенными методами.
2. Токовые структуры всех масштабов являются замкнутыми в пределах АО, на что указывает низкий (меньше 1%) разбаланс электрических токов в исследуемых областях.
3. Динамика как интегральных параметров вертикального электрического тока в фотосфере, так и глобального тока указывает на то, что электрические токи не являются спусковым механизмом для вспышечных процессов, а лишь создают «энергетический резервуар» в верхних слоях атмосферы Солнца.
4. Глобальные электрические токи более тесно связаны с корональной динамикой АО, поскольку, охватывая верхние слои атмосферы Солнца, они обуславливают непотенциальность магнитных полей в хромосфере и короне. При этом, энергия, выносимая глобальным током в корону, может быть затрачена как на вспышки различной мощности, так и на иные диссипативные процессы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ № 18-12-00131.

Спасибо за внимание!