



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
им. Н.В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН)



Исследование суточного хода потока релятивистских электронов по данным GOES-13 и GOES-14

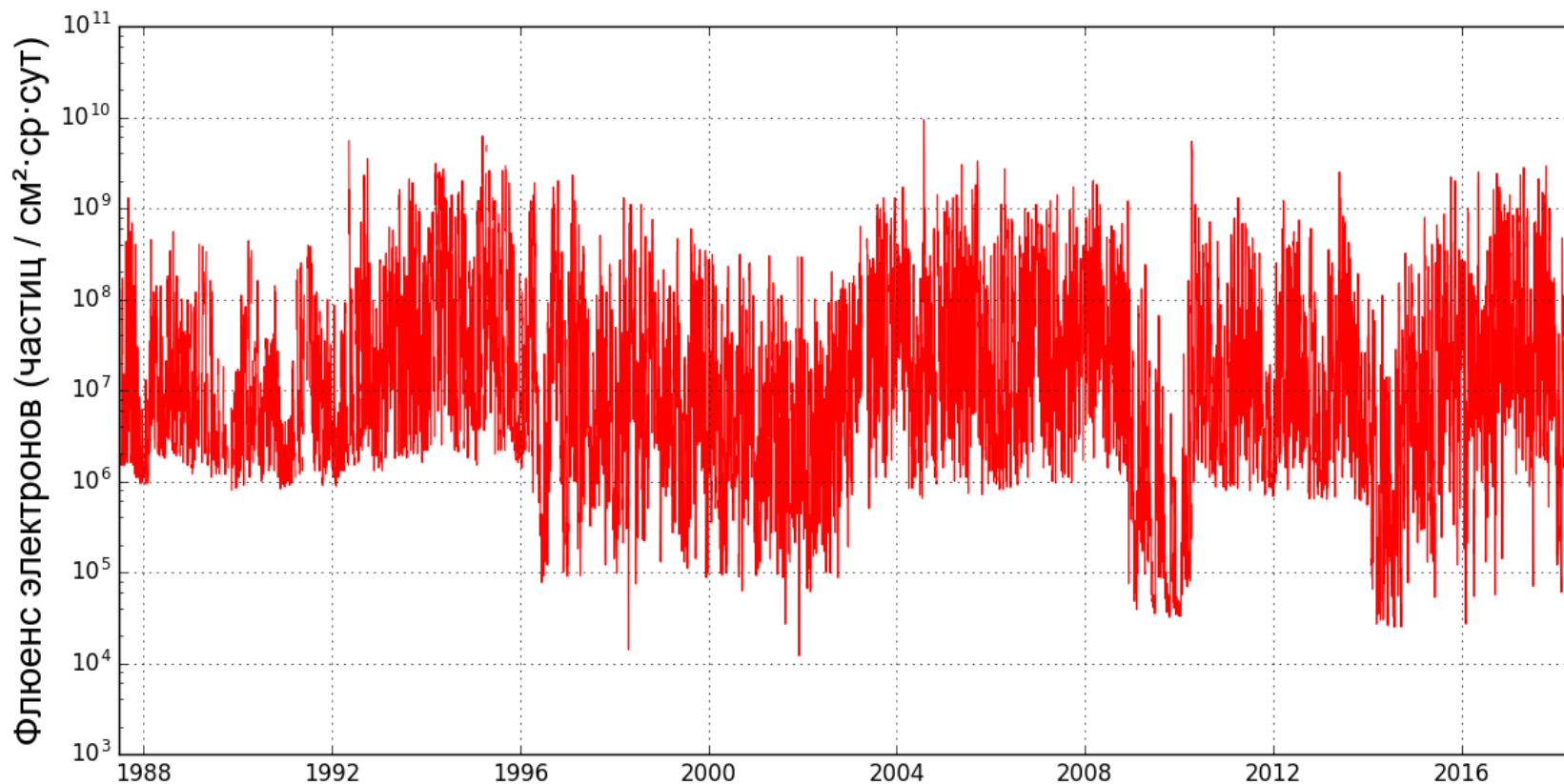
Абунин Артем Анатольевич

кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник отдела космических лучей

Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной физике
«Физические процессы в космосе и околоземной среде» (БШФФ-2022)
05-10 сентября 2022 года, г. Иркутск

Что будем исследовать?

Объект исследования: поток (или флюенс) высокоэнергичных электронов ($E > 2 \text{ МэВ}$) магнитосферного происхождения на геостационарной орбите.



Данные космических аппаратов серии GOES

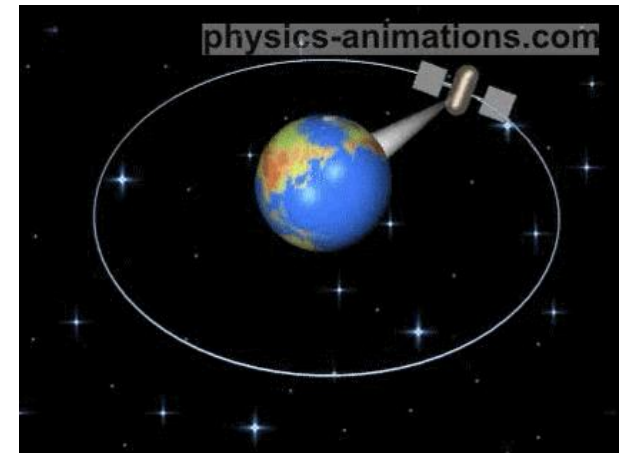
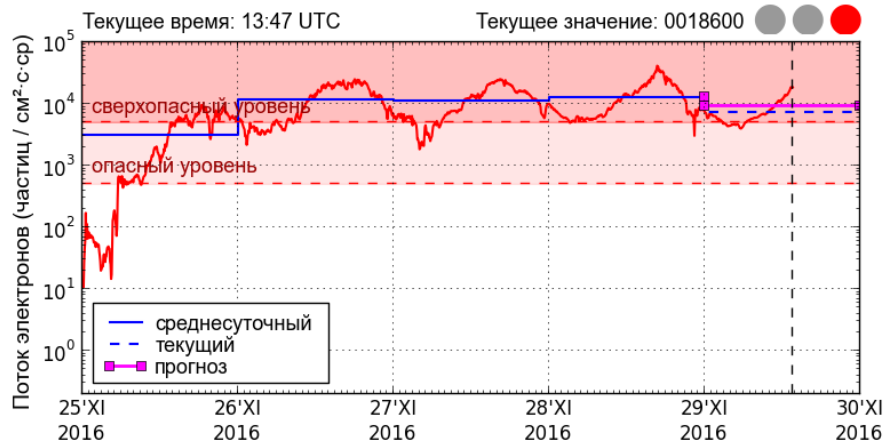
Зачем будем исследовать?

Задача: заблаговременное прогнозирование поведения потока высокоэнергичных электронов с энергиями более 2 МэВ в околоземном пространстве.

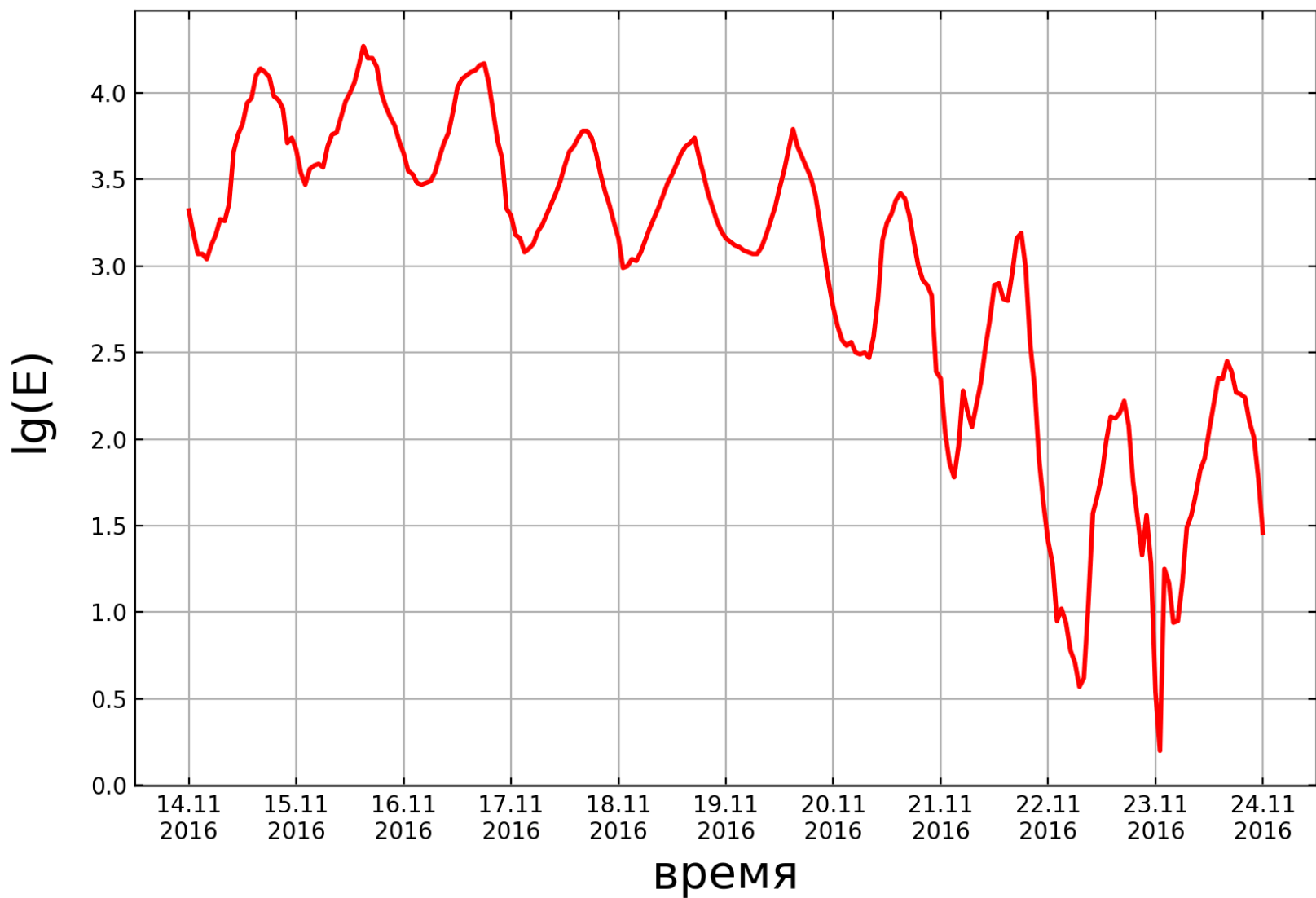
Причина: сбои в работе космических аппаратов вплоть до их полной потери. Особенно это касается аппаратов, которые расположены на геостационарной орбите.

- Wrenn G.L. et al. // *Ann. Geophys.*, 20, P. 953–956, 2002.
- Wrenn G.L. // *J. Atm. Sol.-Ter. Phys.*, 71, P. 1210–1218, 2009.
- Белов А.В. и др. // *ГуА*, 44, № 4, С. 502–510., 2004.
- Webb D.F. et al. // *Space Weather*, V. 2, I. 3, CiteID S03008, 2004.
- Thome R.M. // *Geophys. Res. Let.*, V. 27, L22107, 2010.

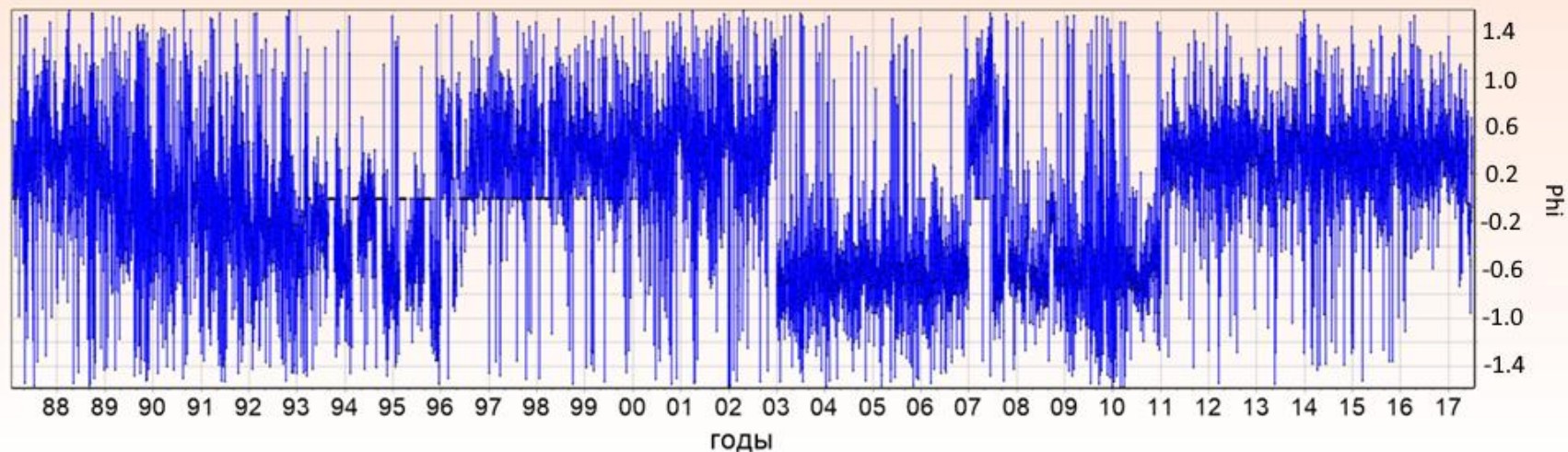
Условный опасный порог: 10^9 частиц/см²·ср·сут



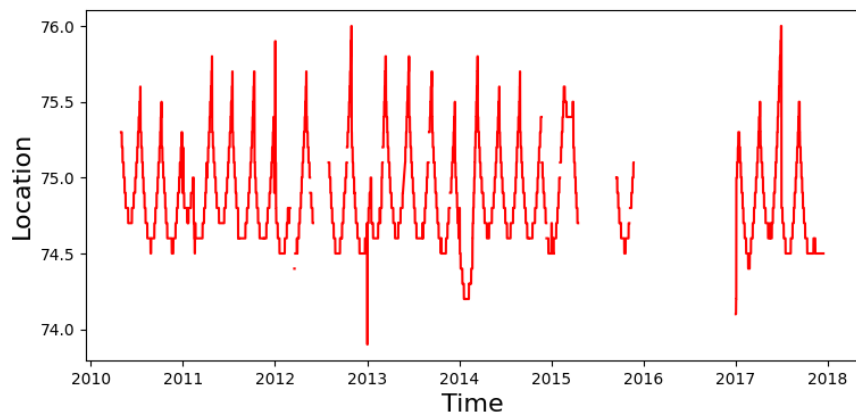
Поведение потока электронов с энергиями более 2 МэВ по данным GOES-13 за период с 14 по 24 ноября 2016 г.



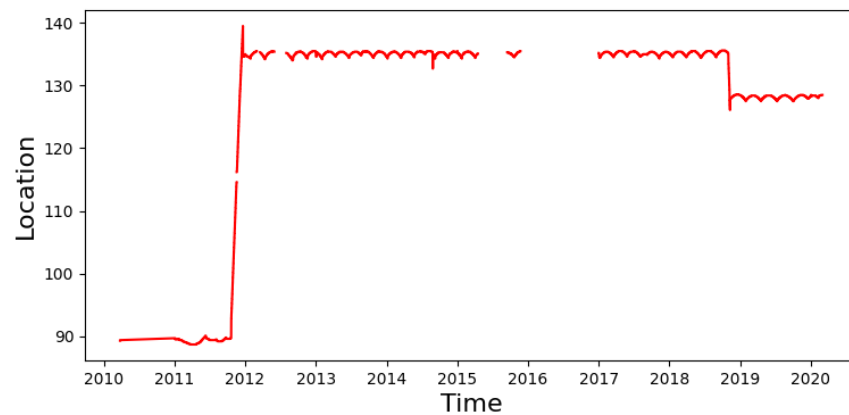
Поведение фазы суточной вариации логарифма потока релятивистских электронов за период 1987-2017 гг.



GOES13



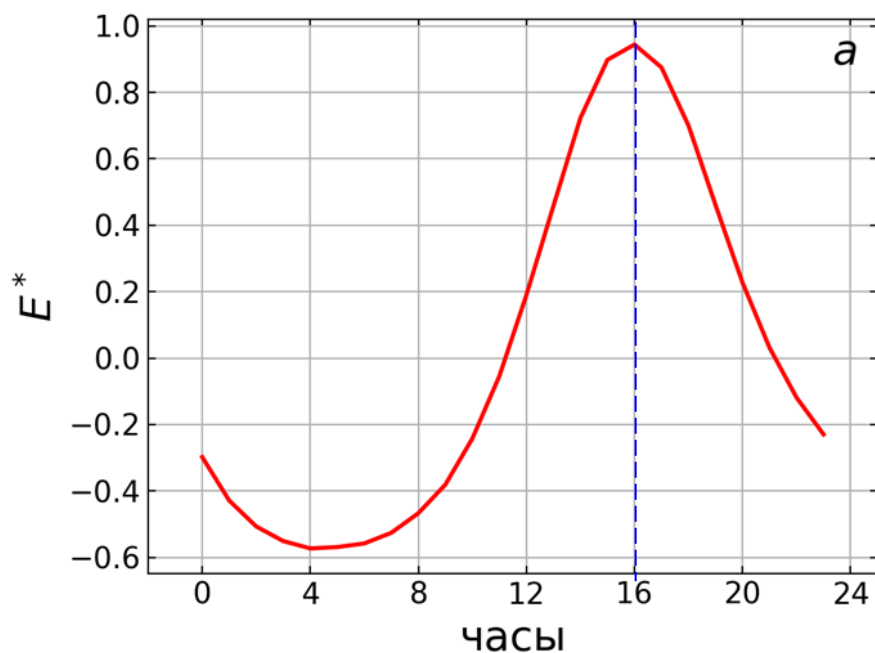
GOES15



Суточный ход потока электронов, полученный путем усреднения часовых данных

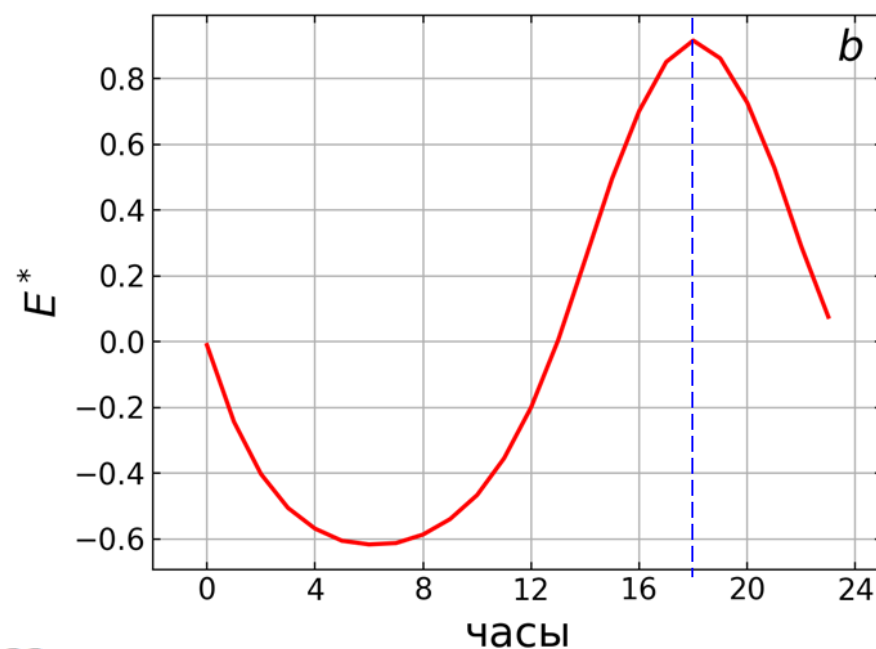
GOES-13

орбитальная позиция $\sim 75^\circ\text{W}$
период 2010-2017 гг. – 2647 дней



GOES-14

орбитальная позиция $\sim 105^\circ\text{W}$
период 2010-2020 гг. – 1345 дней



$$E^* = \sum_{h=0}^{23} \frac{E_h - \bar{E}}{\bar{E}}$$

Модель поведения электронов (ИЗМИРАН)

$$E = a_0 + a_1 \cdot E_{-1} + a_2 \cdot V_{-1} + a_3 \cdot Ap_{-2} + a_4 \cdot E_{-2} + a_5 \cdot E_{-27t} + a_6 \cdot Ap_{-1} + a_7 \cdot Ap_0 + a_8 \cdot V_{-2} + a_9 \cdot E_{27m}$$

- модель поведения электронов **на 28 суток вперед**
- коэффициент корреляции на первые сутки: **$\rho \sim 0.94$**

E — прогнозируемый суточный флюенс электронов.

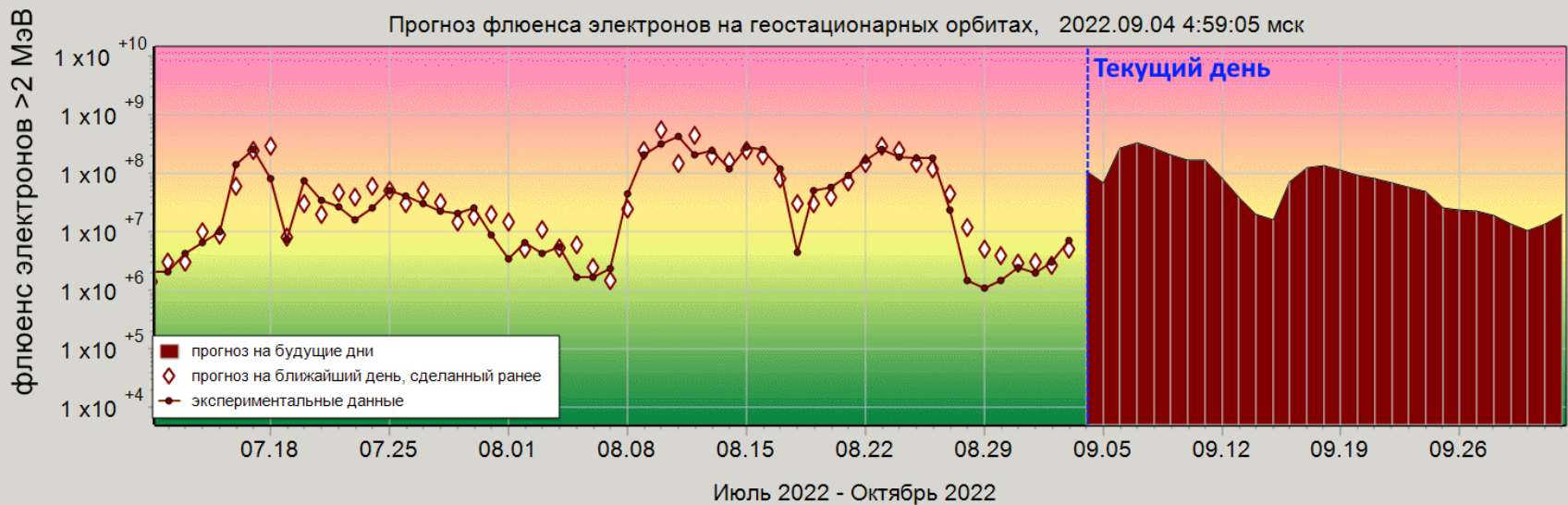
E_{-1} , E_{-2} , E_{-27t} , E_{27m} — флюенс электронов за предыдущие сутки; два дня ранее; флюенс на оборот ранее (усредненный за три соседних дня); средний флюенс за предыдущий оборот

Ap_{-2} , Ap_{-1} , Ap_0 — Ap индекс на двое суток и на сутки ранее; прогноз Ap на текущий день

V_{-2} , V_{-1} — среднесуточная скорость солнечного ветра двое суток и сутки назад

a_0 , a_1 , a_2 , a_3 , a_4 , a_5 , a_6 , a_7 , a_8 , a_9 — регрессионные коэффициенты

$$E_{сут} = \exp(a + b \cdot t + c \cdot \cos(\omega \cdot t) + s \cdot \sin(\omega \cdot t))$$



Спасибо за внимание!

Поток электронов (GOES)

