

Годовая вариация и гелиоширотная зависимость в плотности космических лучей

А.В. Белов¹, Ю.В. Балабин², Р.Т. Гущина¹

² ПГИ

¹ИЗМИРАН



Дубна, Август 2014



Сезонные вариации

на нейтронных мониторах??

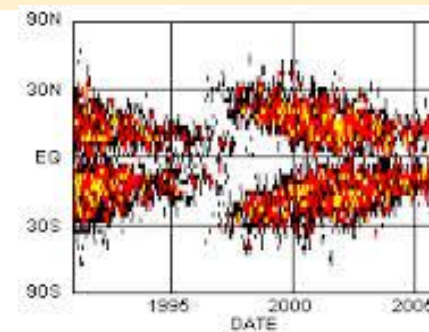
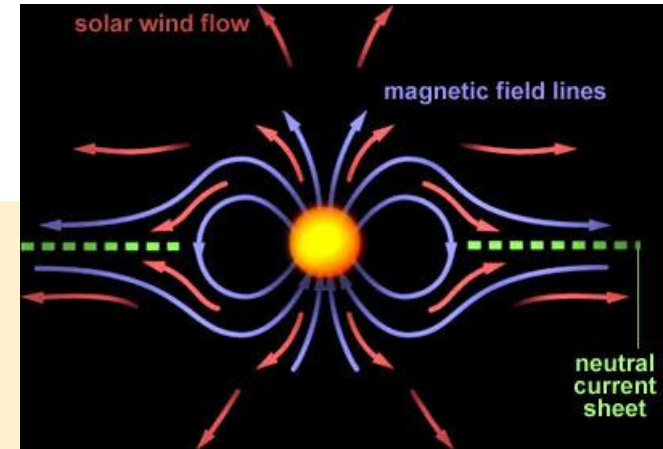
Возможные причины годовых вариаций.

- Температурный эффект.
- Геометрические факторы (эллиптичность орбиты + радиальный градиент и т.п.)
- Гелиоширотная зависимость.
- Временные вариации.

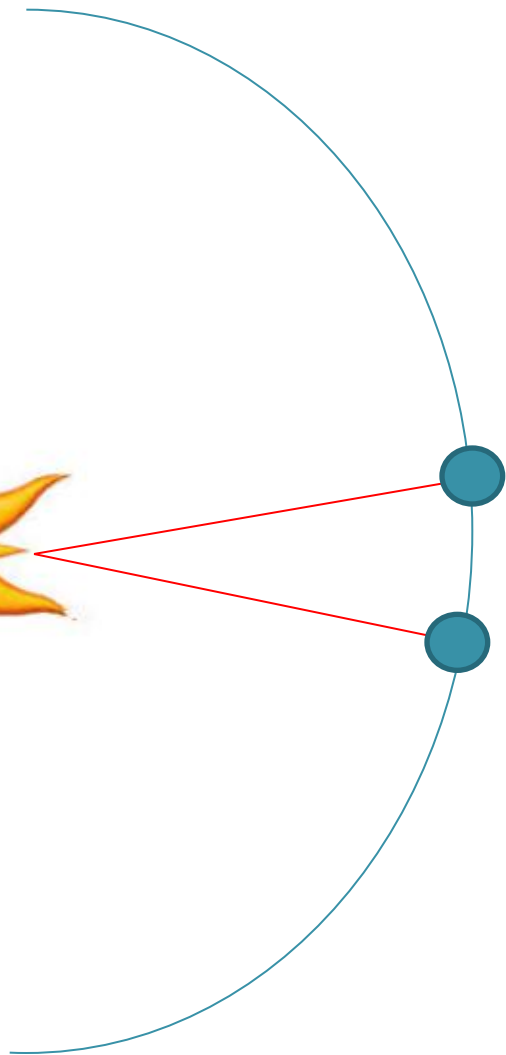
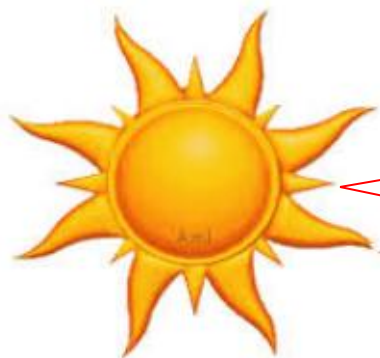
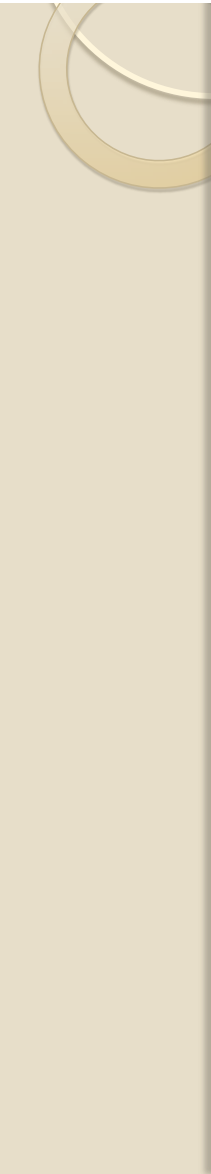
Природа широтной зависимости



- Дрейфовый эффект.
- Структура гелиомагнитосферы.
- Положение королевских зон.
- Широтное распределение корональных дыр и выбросов.



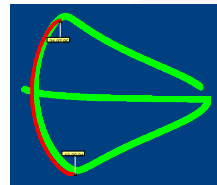
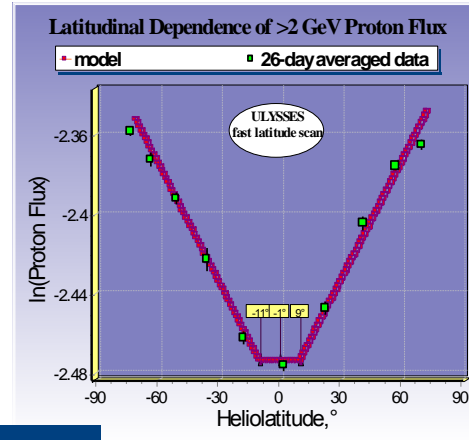
Земля. Скромное широтное сканирование.



$\pm 7.3^\circ$

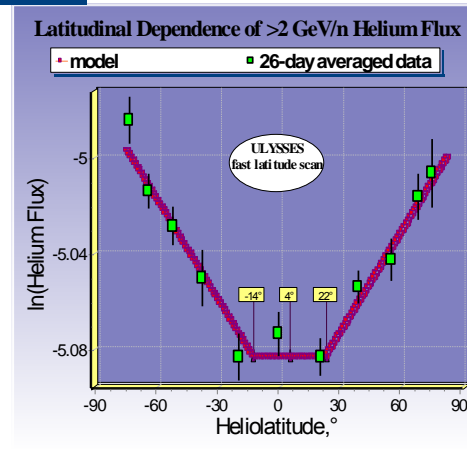


Ulysses. Гелиоширотная зависимость высокоэнергичных КЛ.



$$G_{\theta}^{\text{proton}} = 0.19 \pm 0.01\% / ^{\circ}$$

$$G_{\theta}^{\text{helium}} = 0.14 \pm 0.02\% / ^{\circ}$$



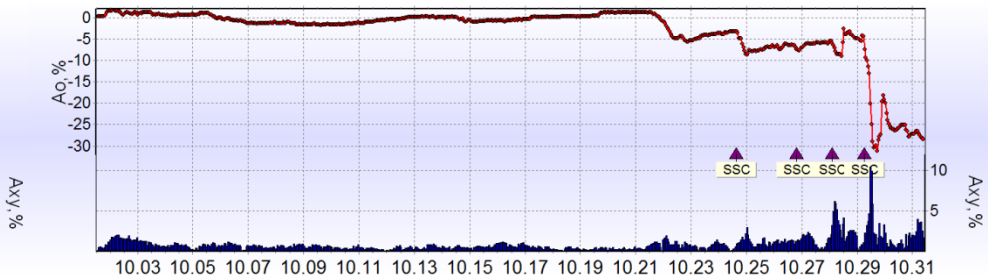
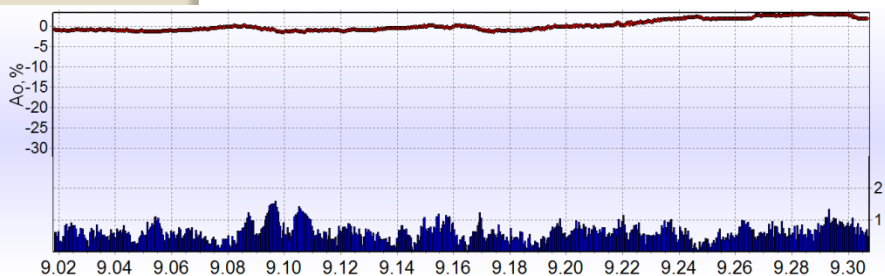


Можно ли выявить широтную зависимость?

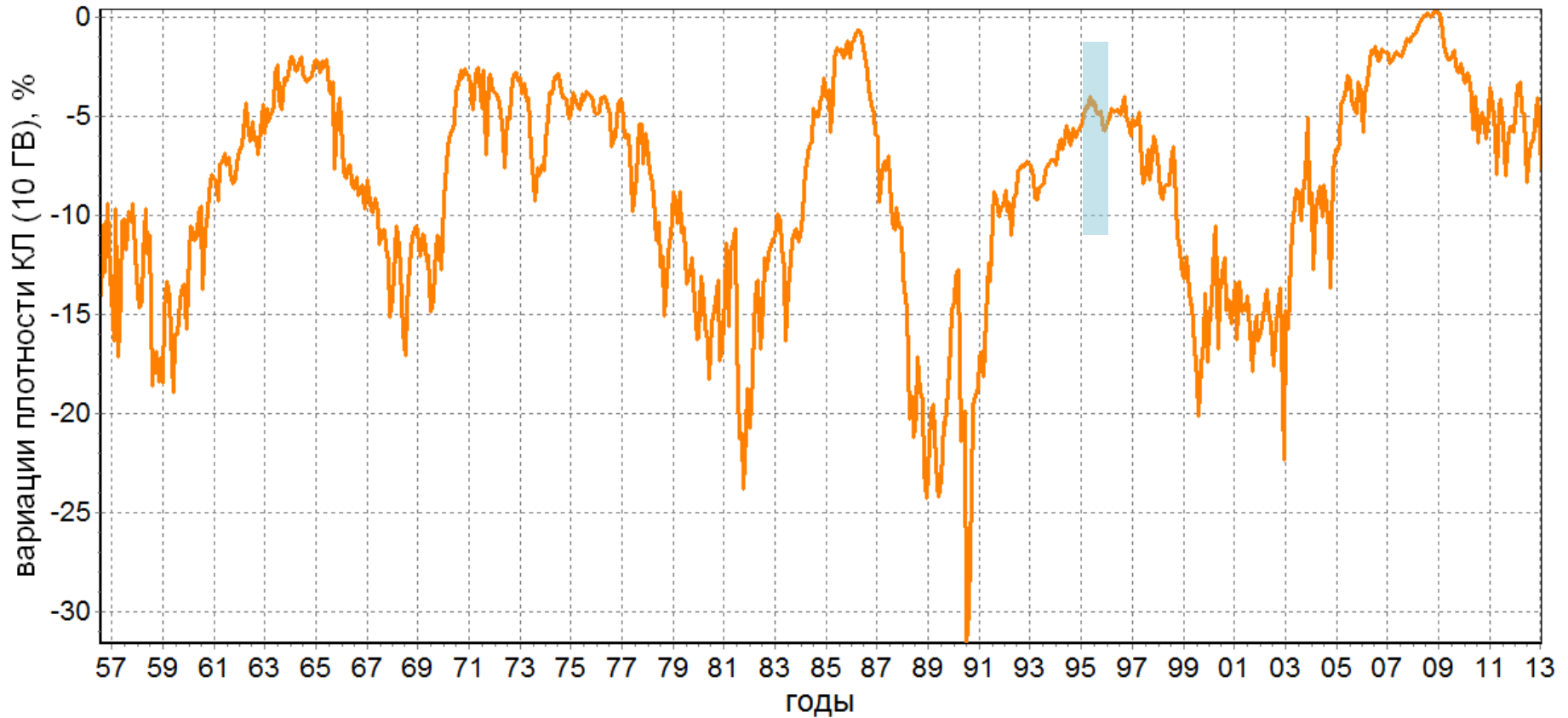
Препятствия и помехи

- Форбуш-понижения.
- Временные изменения другого рода.
- Геофизические факторы.
- Аппаратурные и методические проблемы.

Сентябрь и октябрь 2003 г.



Данные.



Среднемесячные вариации плотности КЛ с жесткостью **10 ГВ** (1957-2013 гг.)



Почему мы взялись за это?

Ю.В. Балабин, А.Б. Белов, Р.Т. Гущина

**ГОДОВЫЕ ВАРИАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В 24-М
СОЛНЕЧНОМ ЦИКЛЕ**

Эта конференция. Постер.

**Крымский Г.Ф., Кривошапкин П.А., Мамрукова В.П., Герасимова С.К.
ЖЭТФ, т. 131(2), 214-221, 2007// II.. ЖЭТФ, т. 131(2), 222-227,
2007 .**

Дорман Л.И., Лузов А.А., Мамрукова В.П. //Космические лучи N11, 1969



Простые модели.

годовая вариация

полугодовая вариация

$$\delta = a + b_1 \sin\left(2\pi \frac{t - t_1}{T}\right) + b_2 \sin\left(\pi \frac{t - t_2}{T}\right)$$

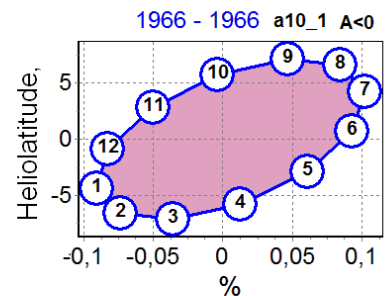
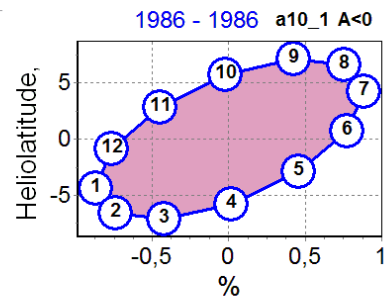
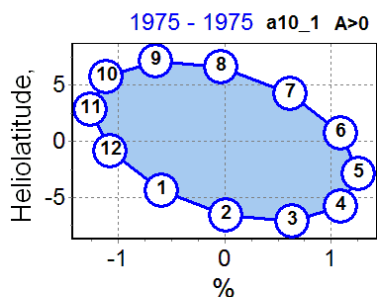
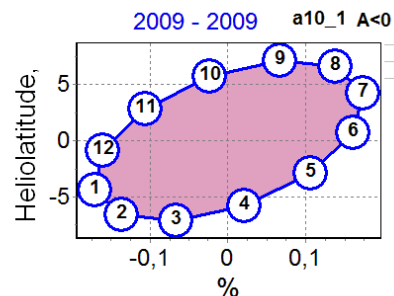
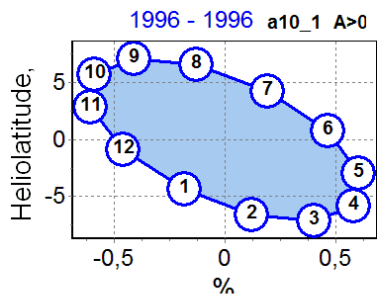
Временная зависимость. $T = \text{год}$.

$$\delta = A + B \times \theta + C \times \theta^2$$

Широтная зависимость.



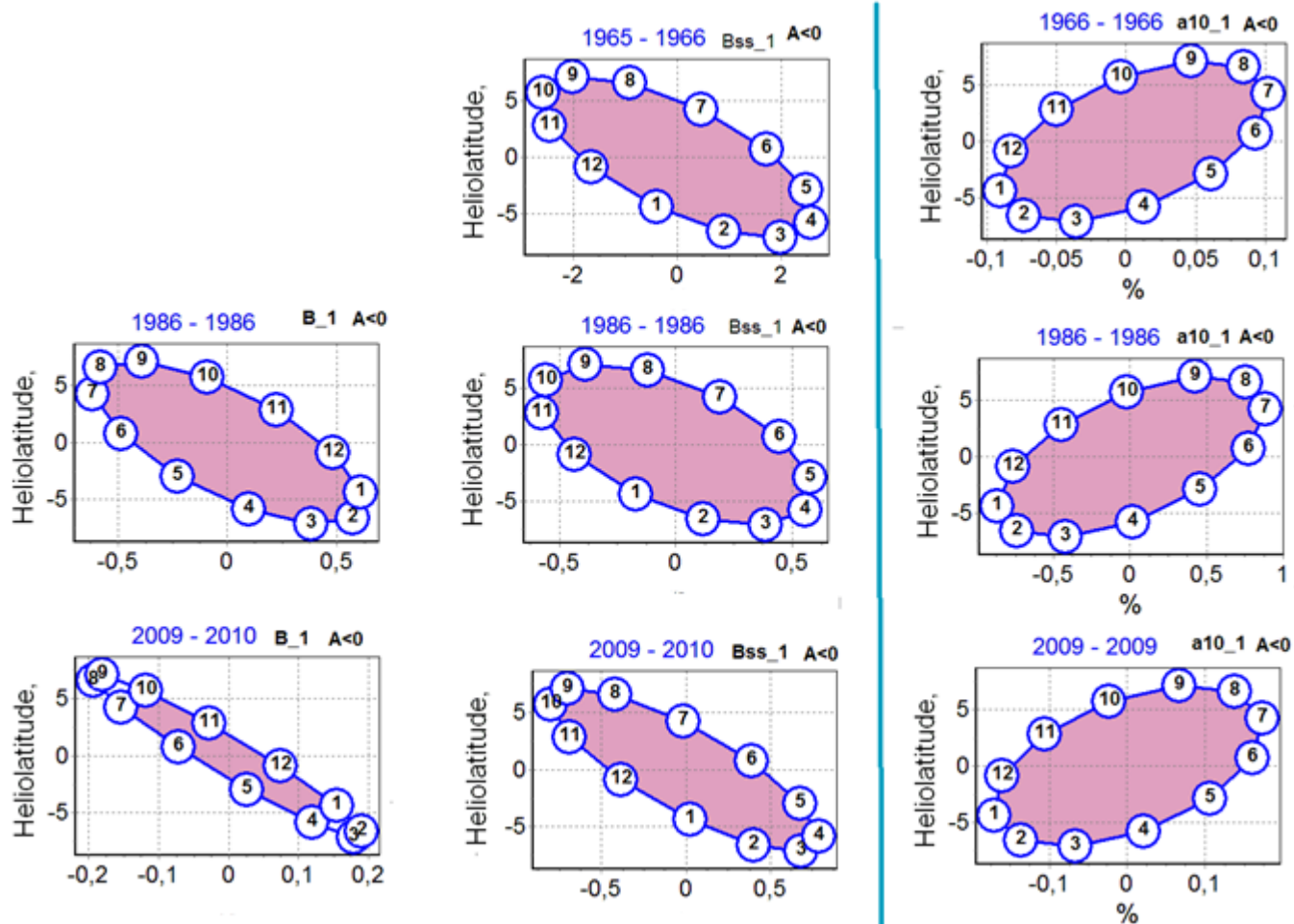
Годовая вариация.



Зависимость от гелиошироты годовой вариации КЛ
для нескольких лет с различной полярностью общего магнитного поля Солнца

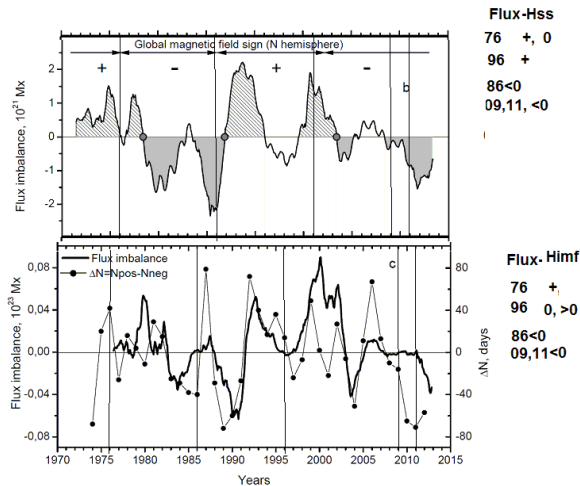


Широтная зависимость годовой вариации. Причины.



Зависимость от гелиошироты годовых вариаций модуля ММП, среднего магнитного поля Солнца, и плотности КЛ

Асимметрия солнечной активности.



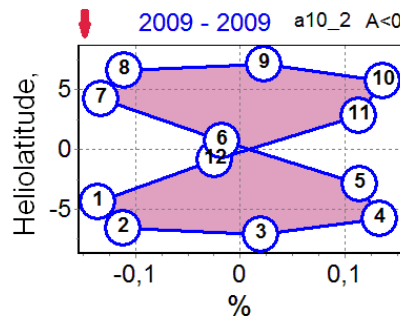
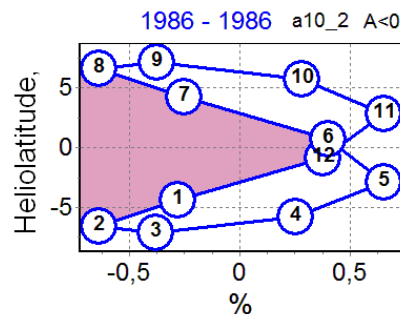
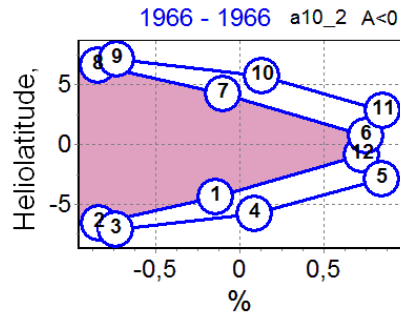
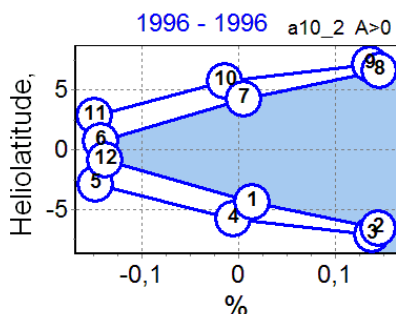
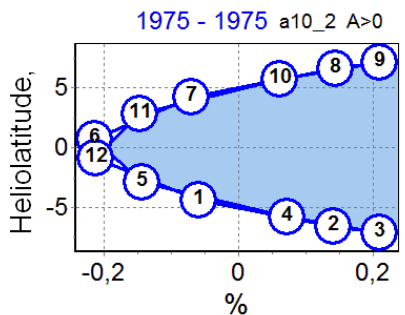
•Е.С. Вернова, М.И. Тясто, Д.Г. Баранов ДИСБАЛАНС ФОТОСФЕРНЫХ И ГЕЛИОСФЕРНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ РАЗНОЙ ПОЛЯРНОСТИ

Труды «Солнечная и солнечно-земная физика – 2013» (XVII Пулковская конференция по физике Солнца, 25–27 сентября 2013 года, Санкт-Петербург, ГАО РАН)

•Badalyan, O.G., Obridko, V.N., Sykora, J., Quasi-Biennial Oscillations in the North - South Asymmetry of Solar Activity 2008. Solar Physics

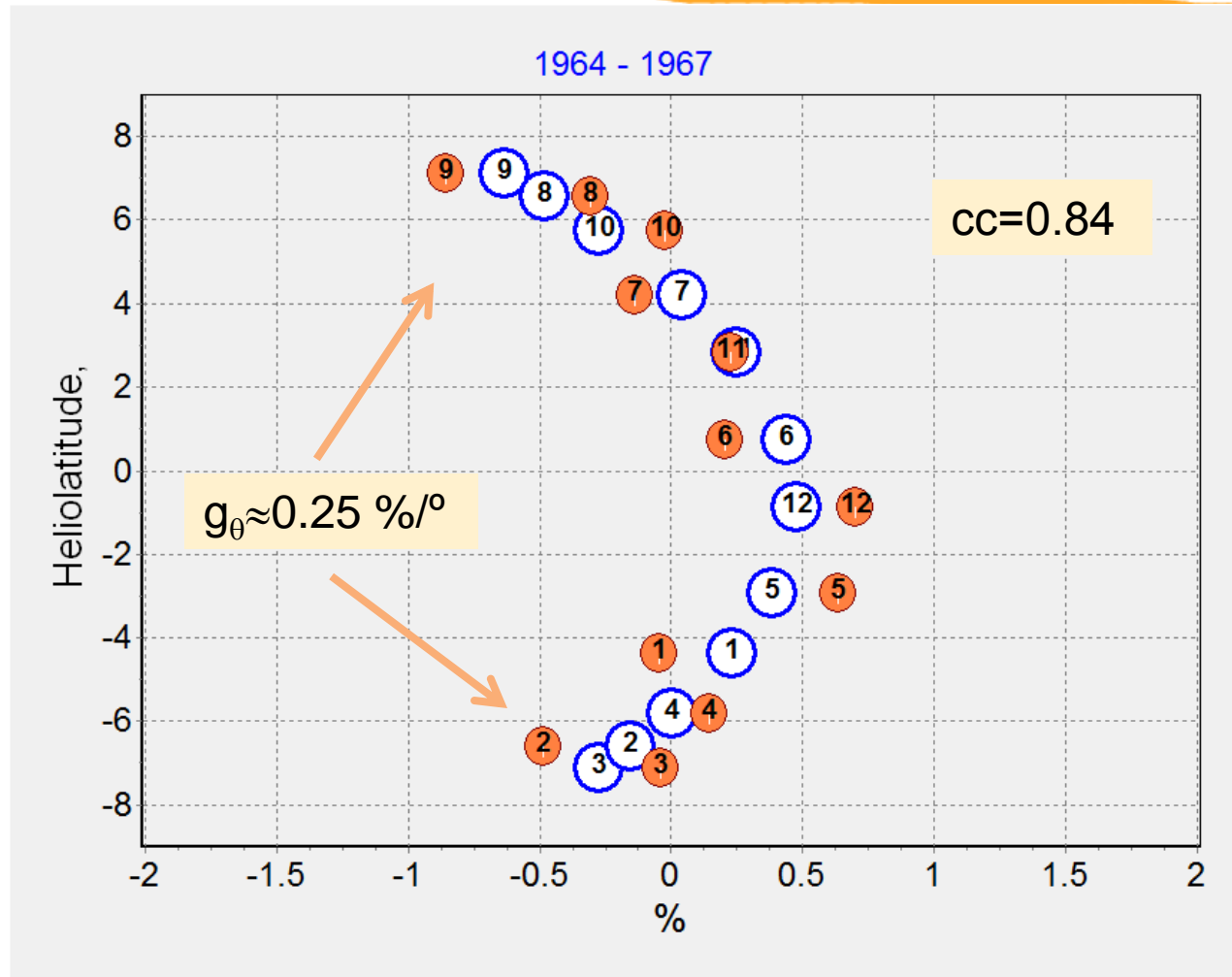


Полугодовая вариация.



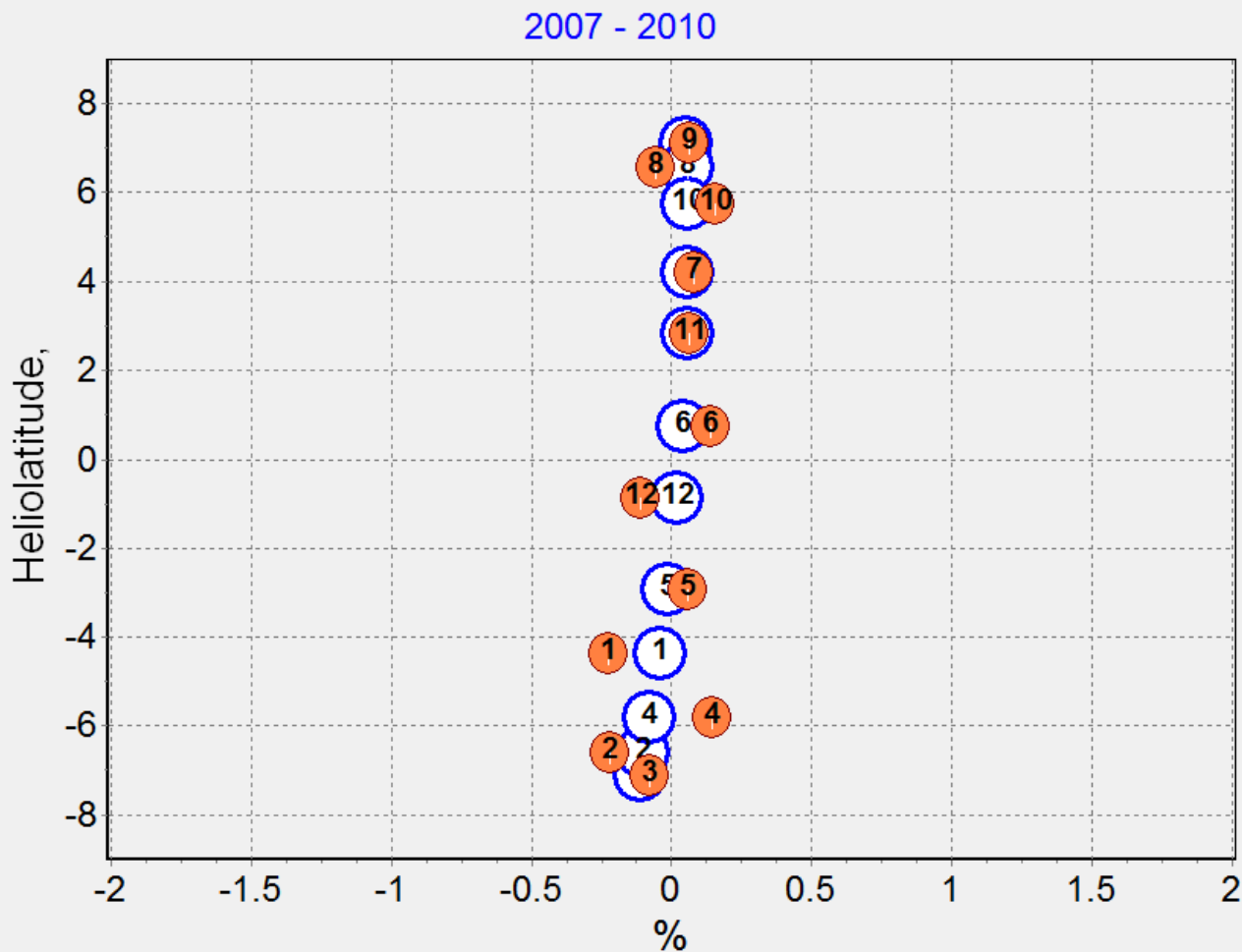
Зависимость от гелиошироты полугодовой вариации КЛ для нескольких лет с различной полярностью общего магнитного поля

Пример сильной широтной зависимости.



Связь вариаций плотности КЛ с гелиоширотой в 1964-1967 гг. Оранжевые кружки – наблюдения. Незаполненные кружки – модель.

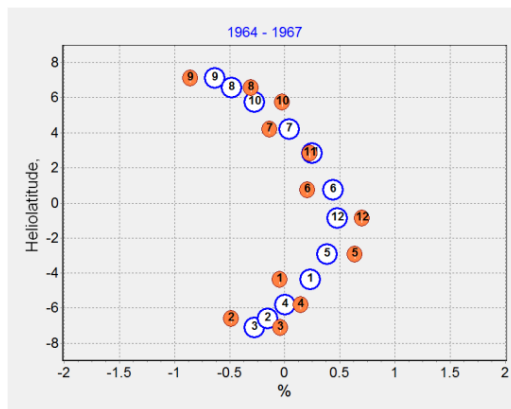
Пример слабой широтной зависимости.



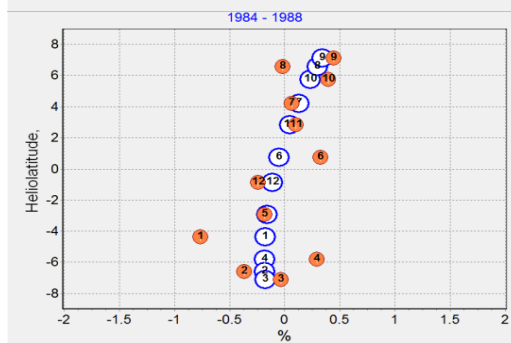
Связь вариаций плотности КЛ с гелиоширотой в 2007-2010 гг.
Оранжевые кружки – наблюдения. Незаполненные кружки – модель.



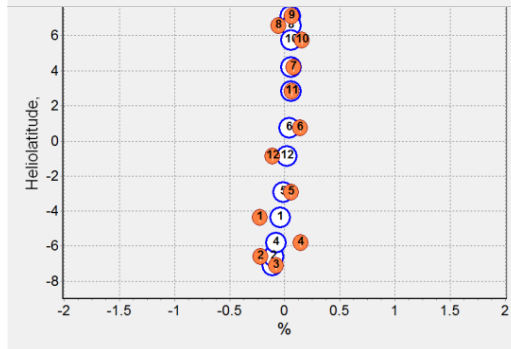
Широтная зависимость при положительной полярности.



1964-1967



1984-1988



2007-2010

Выводы.

- Данные глобальной съёмки о вариациях плотности КЛ позволяют выявлять сезонные вариации плотности и их связь с гелиоширотой.
- В некоторые годы низкой солнечной активности гелиоширотная зависимость плотности КЛ хорошо согласуется с дрейфовой теорией модуляции КЛ и создаёт полугодовую вариацию.
- В спокойные периоды выявляется годовая вариация плотности КЛ, которая может быть связана с асимметрией активности солнечных полушарий и положением ГТС.
- Гелиоширотная зависимость плотности КЛ на низких широтах нестабильна и может существенно меняться от года к году.