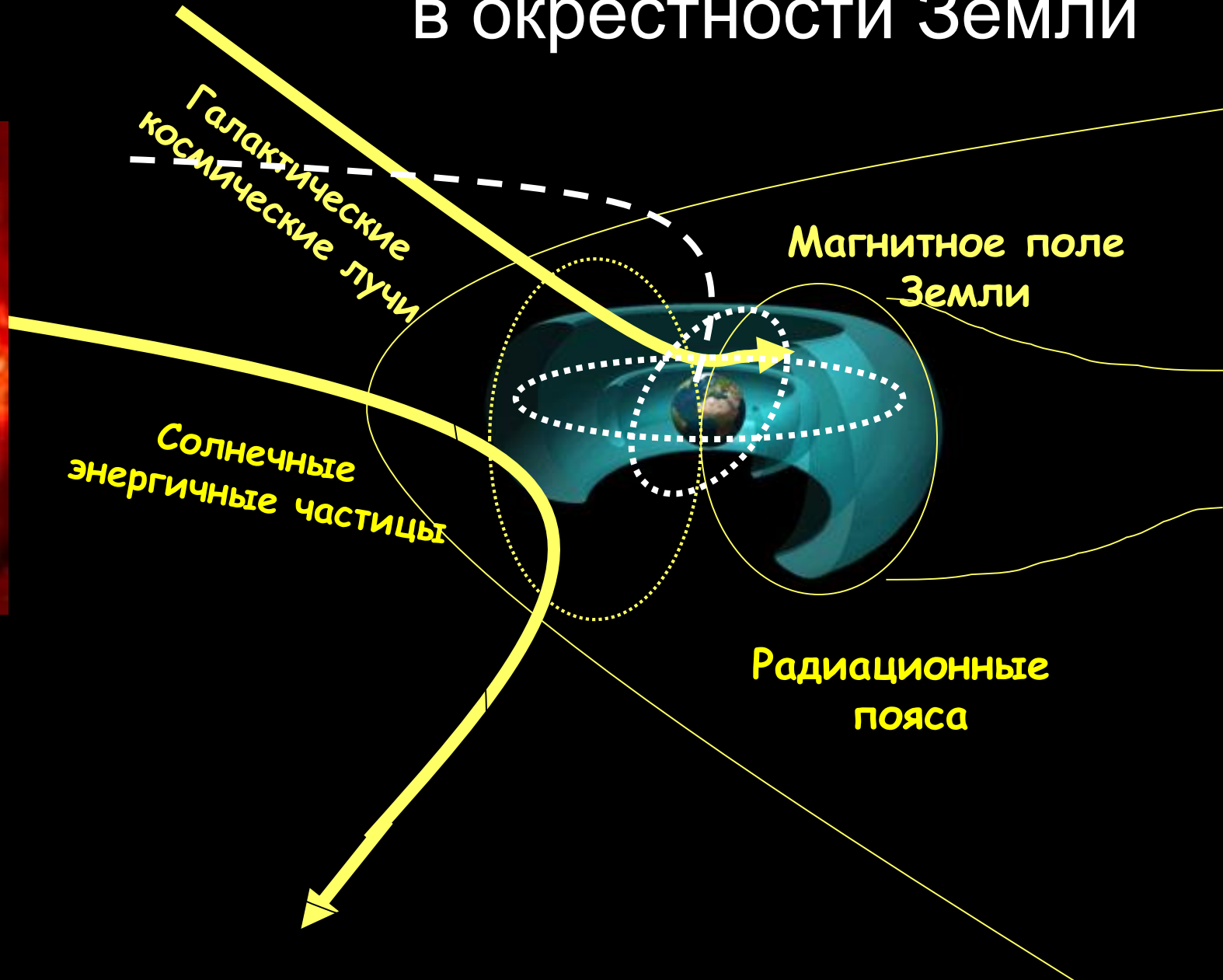
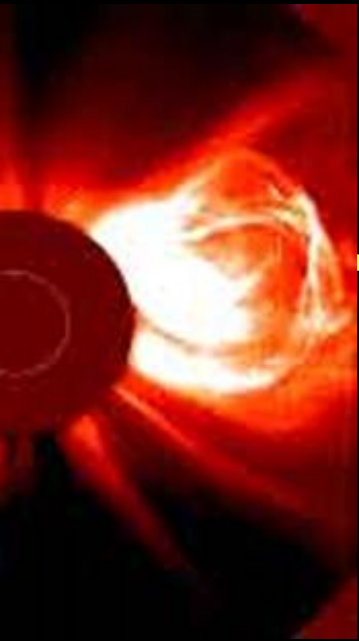




Космическая радиация в околоземном пространстве

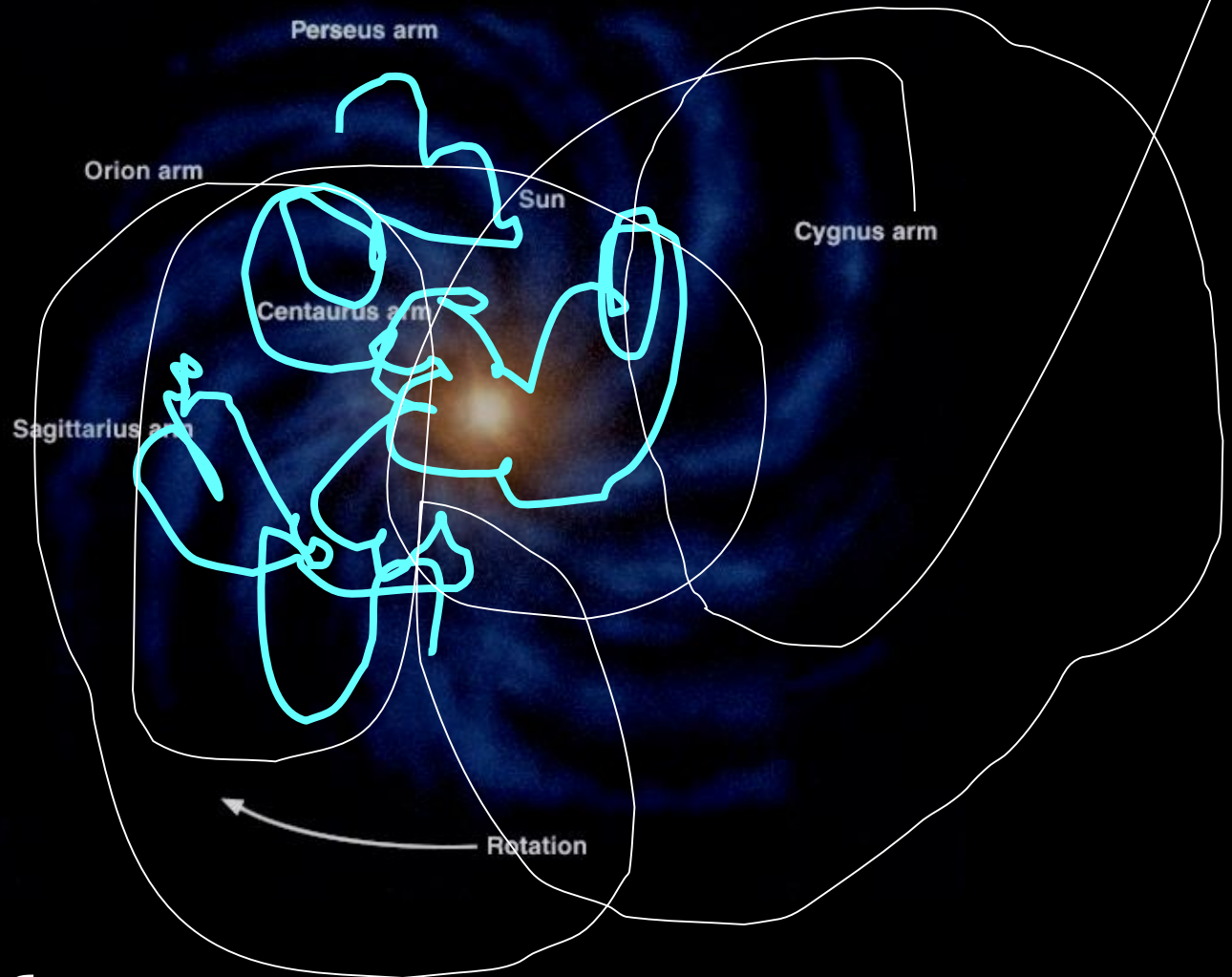
Космическая радиация в окрестности Земли



Cosmic Rays

**Galactic
Cosmic Rays**

**Extragalactic
Cosmic Rays**



Космические лучи

“На нашу планету по всем направлениям из мирового пространства льется непрерывный поток заряженных частиц, движущихся со скоростями, близкими к скорости света. Эти частицы, известные под названием космических лучей, представляют ядра обычных атомов, лишенных всех своих электронов - большей частью ядра водорода.”

Б.Росси. Космические лучи.

Виктор Гесс:

“Результаты моих наблюдений лучше всего объясняются предположением, что из мирового пространства на границу атмосферы падает излучение очень большой проникающей способности”.

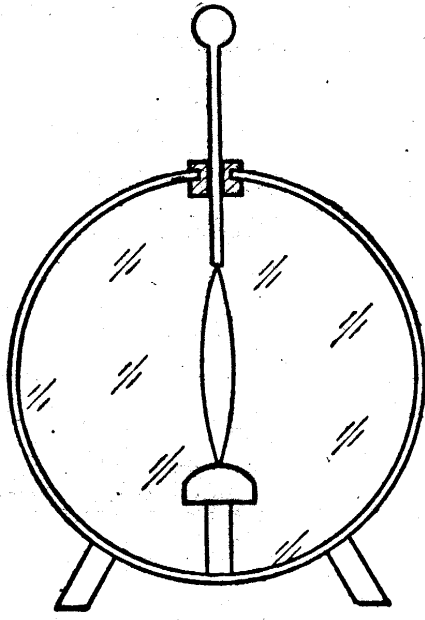
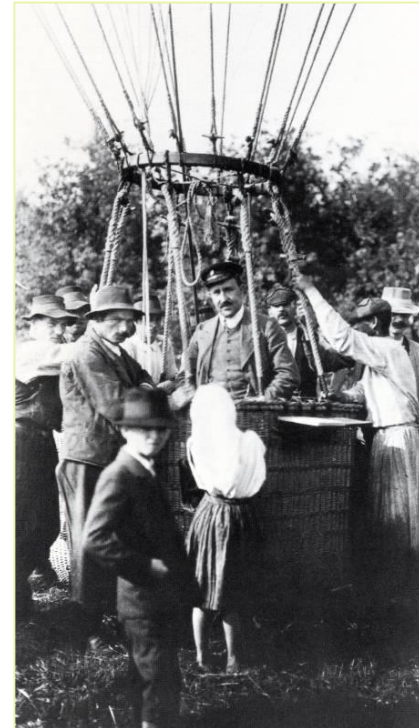


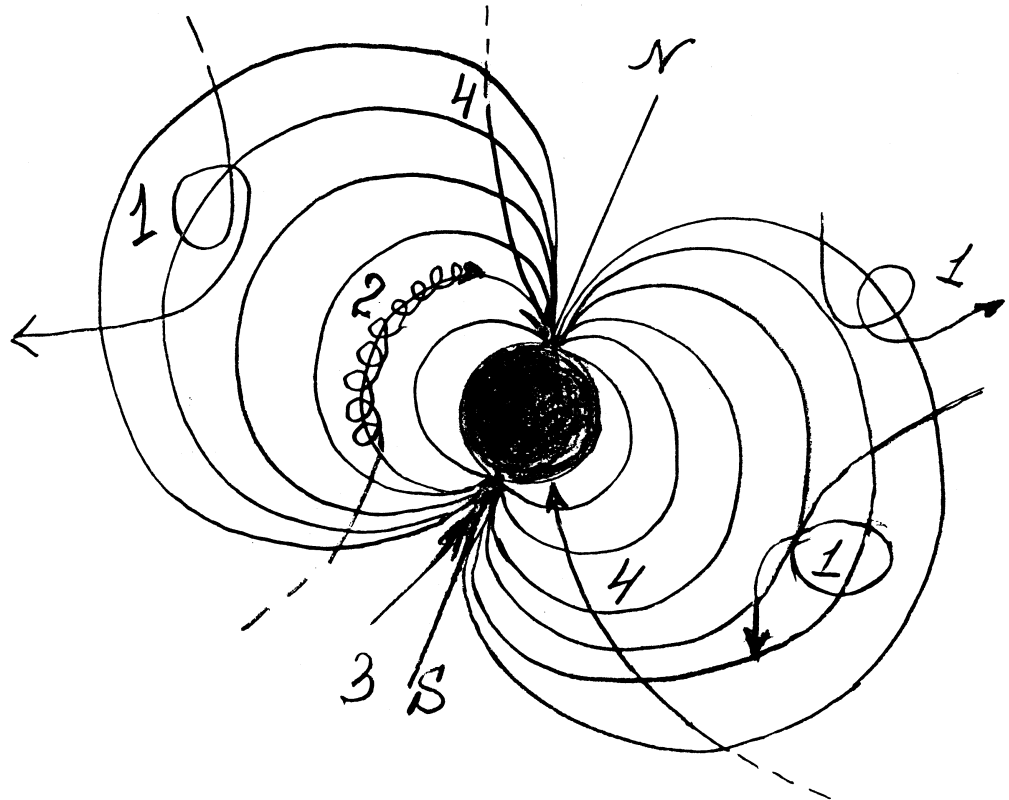
Рис.1.1. Электроскоп, разработанный Вульфом в 1909 г., и использованный во многих ранних экспериментах по космическим лучам



В 1929 г. **В.Боте** и **В.Кольхерстер** впервые предложили использовать магнитное поле Земли для исследования природы первичного космического излучения.

Магнитное поле Земли представляет из себя *поле магнитного диполя* с моментом $8.1 \cdot 10^{25}$ Гс·см³. Ось диполя наклонена на 11° относительно оси вращения Земли. Центр диполя смещен на 350 км от центра Земли.

Рис.1.8.Схематическое изображение движения заряженных частиц в магнитном поле: 1 - частицы малых энергий, отраженные магнитным полем, 2,3 - частицы малых энергий, идущие со стороны полюса, 4 - частицы больших энергий

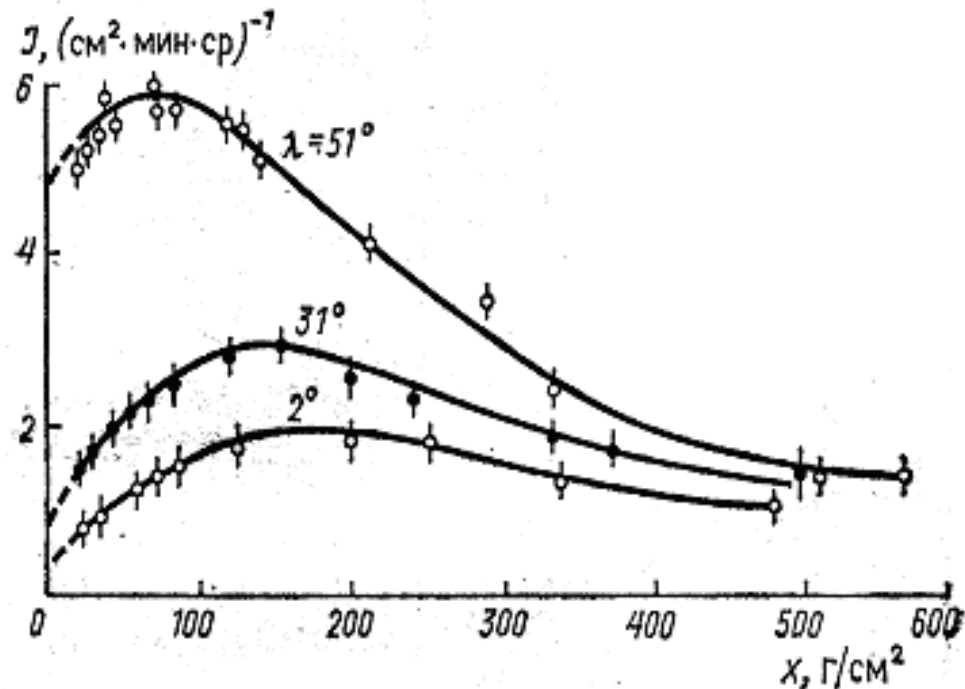


Впервые широтный эффект обнаружен в 1927 г. голландским физиком **Дж. Клеем**.

В 1932 г. **Комптон** организовал исследование интенсивности космических лучей на разных широтах. В том же 1932 г. на основании полученных результатов он публично объявил, что космические лучи состоят из заряженных частиц и выводы Милликена о первичных фотонах неверны.

Систематические исследования широтного эффекта в стратосфере впервые были выполнены под руководством **С.Н.Вернова** в Ленинграде и Ереване в 1936 г. и во время экваториальной экспедиции на танкере в 1937 г. при помощи шаров-зондов.

Рис.1.9. Зависимость интенсивности космических лучей от глубины атмосферы на разных широтах: J – интенсивность, x – глубина, λ – широта



Было показано, что первичное космическое излучение состоит из **заряженных частиц**.

Остался вопрос – из протонов или электронов? Если частицы заряжены положительно, то они отклоняются на восток и интенсивность первичных космических лучей, приходящих с запада, должна быть больше, чем с востока (рис. 1.11).

В 1949 г. **С.Н.Вернов** в экспериментах при помощи шаров-зондов, запускаемых на экваторе в стратосферу, подтвердил этот эффект, составляющий примерно двойку.

Окончательный вывод сводился к тому, что первичное космическое излучение это – **поток положительно заряженных ядер**.

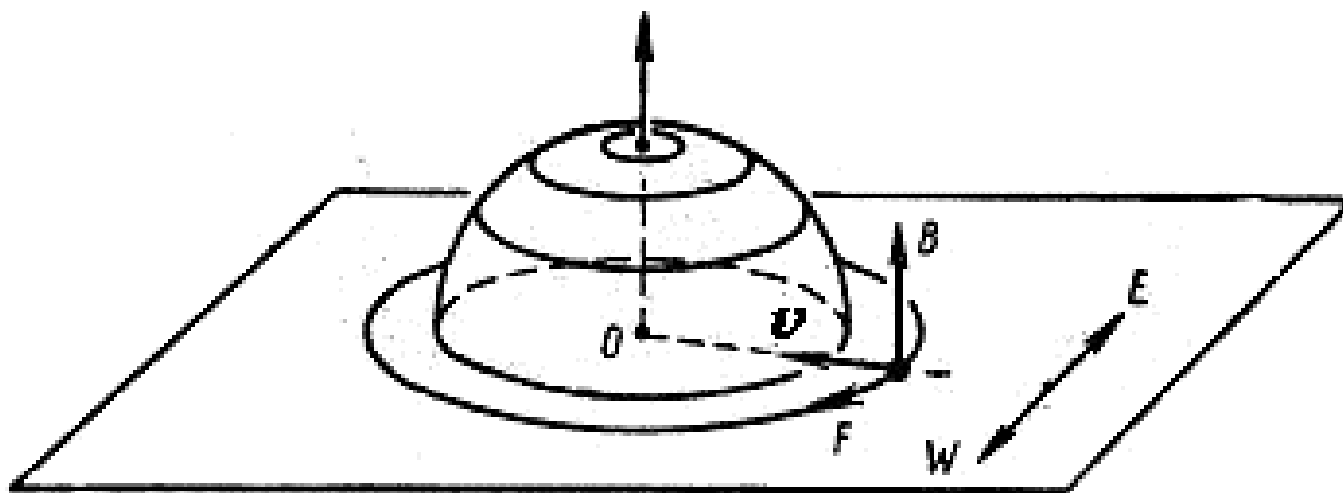
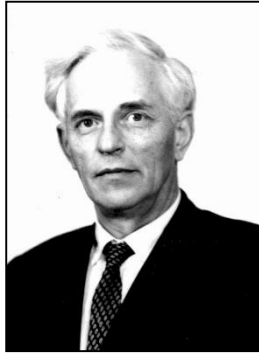


Рис. 1.11. Отрицательно заряженная частица, движущаяся к Земле, под влиянием земного магнитного поля отклоняется с востока на запад. Напряженность магнитного поля B направлена на северный полюс, скорость частицы к центру Земли (точка O).

After WW2...

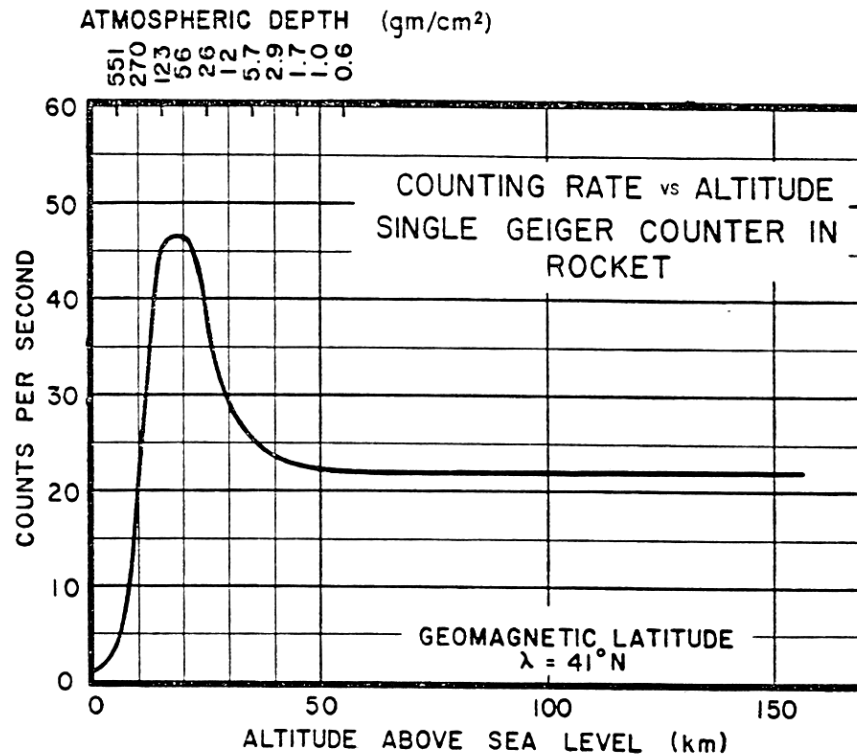


С.Н.Вернов



А.Е.Чудаков

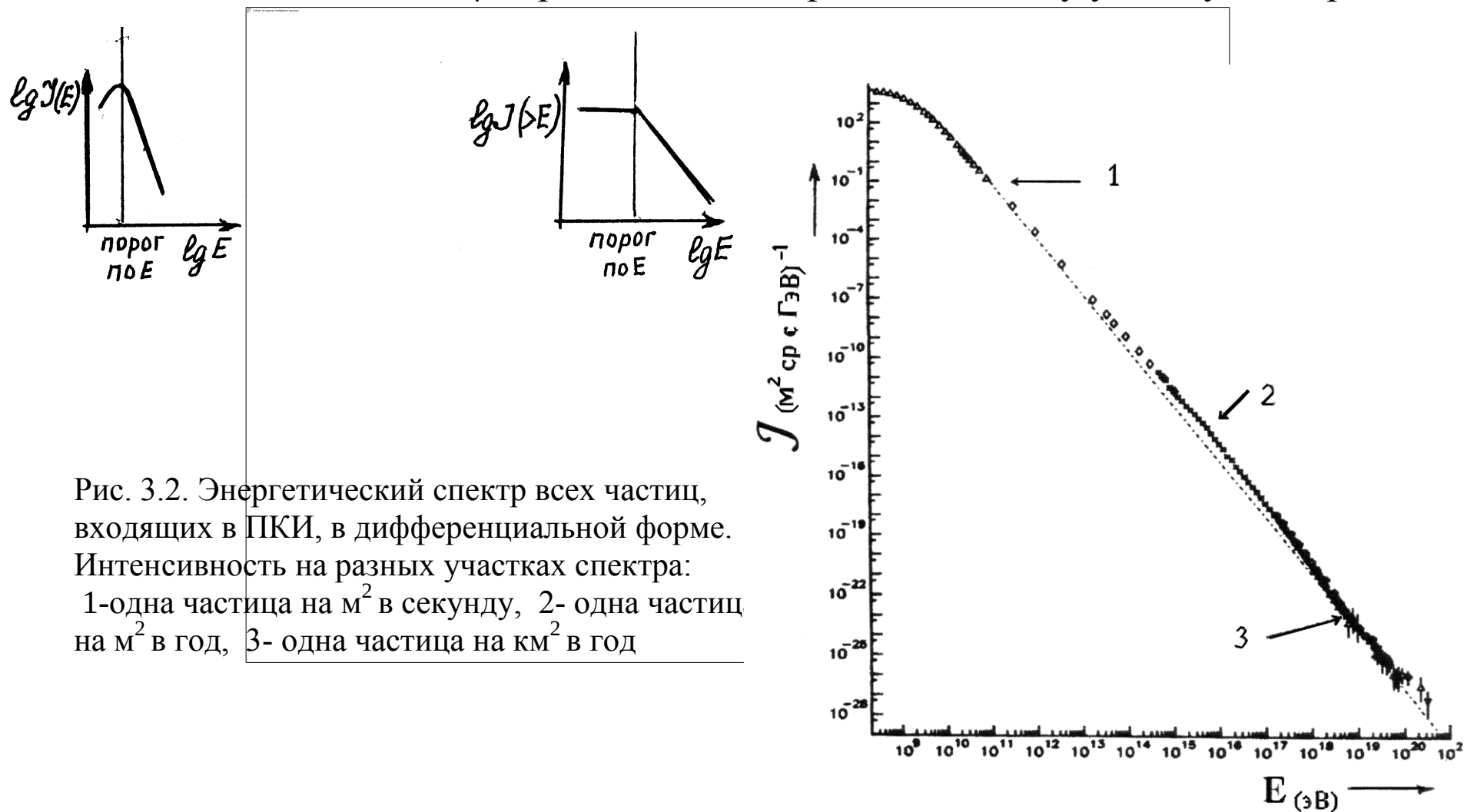
Эксперименты на полигоне
Капустин Яр на ракете
R-1 (Fau -2)



?

В области порога в дифференциальном спектре (рис. 3.1а) наблюдается падение интенсивности, а если спектр представлен в интегральном виде — имеется плато (рис. 3.1б) .

Показатель степени γ определяется по прямолинейному участку спектра.



$$\lg [I(E_0) \cdot E_0^{2.7}], [m^{-2} s^{-1} sr^{-1} eV^{1.7}]$$

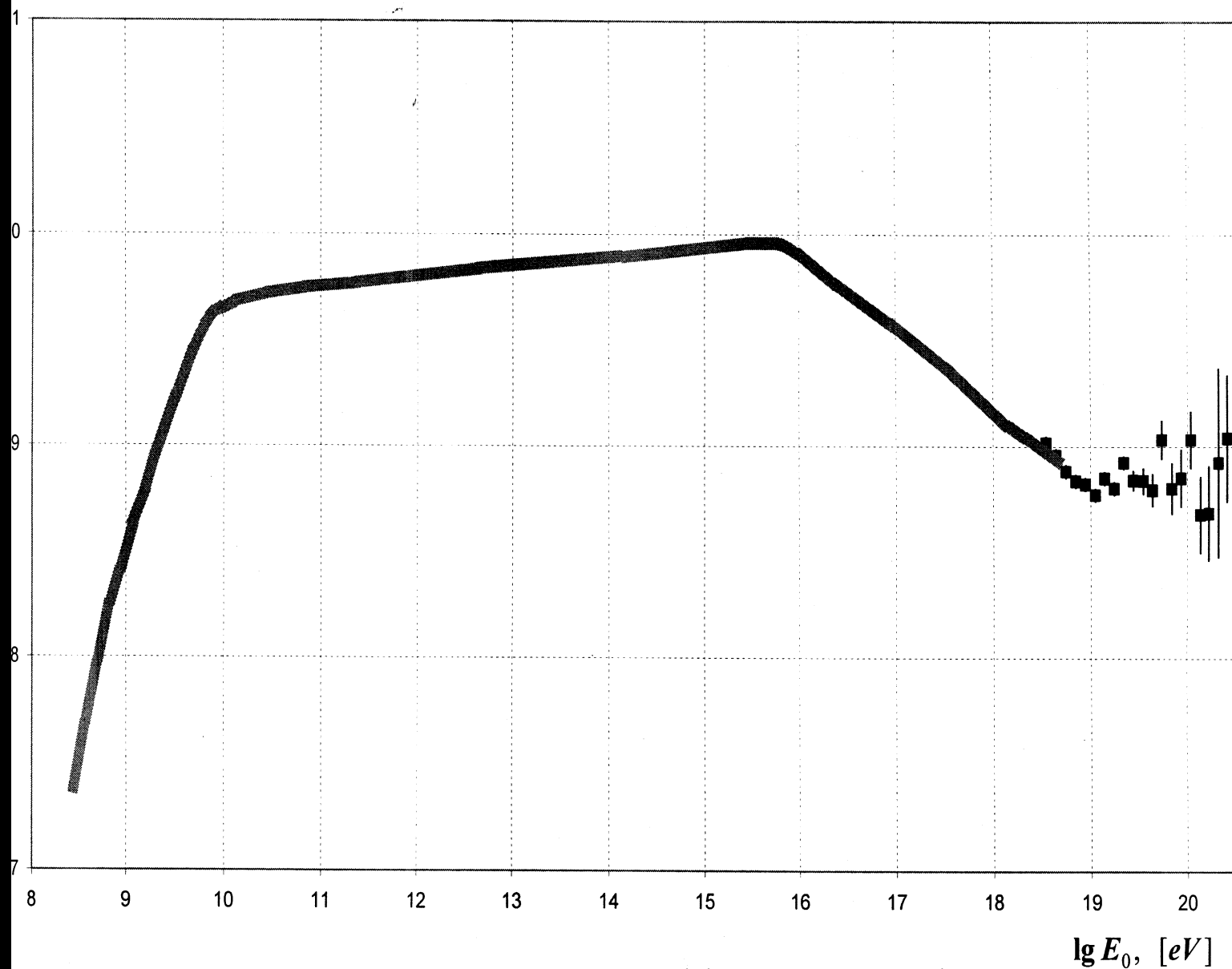
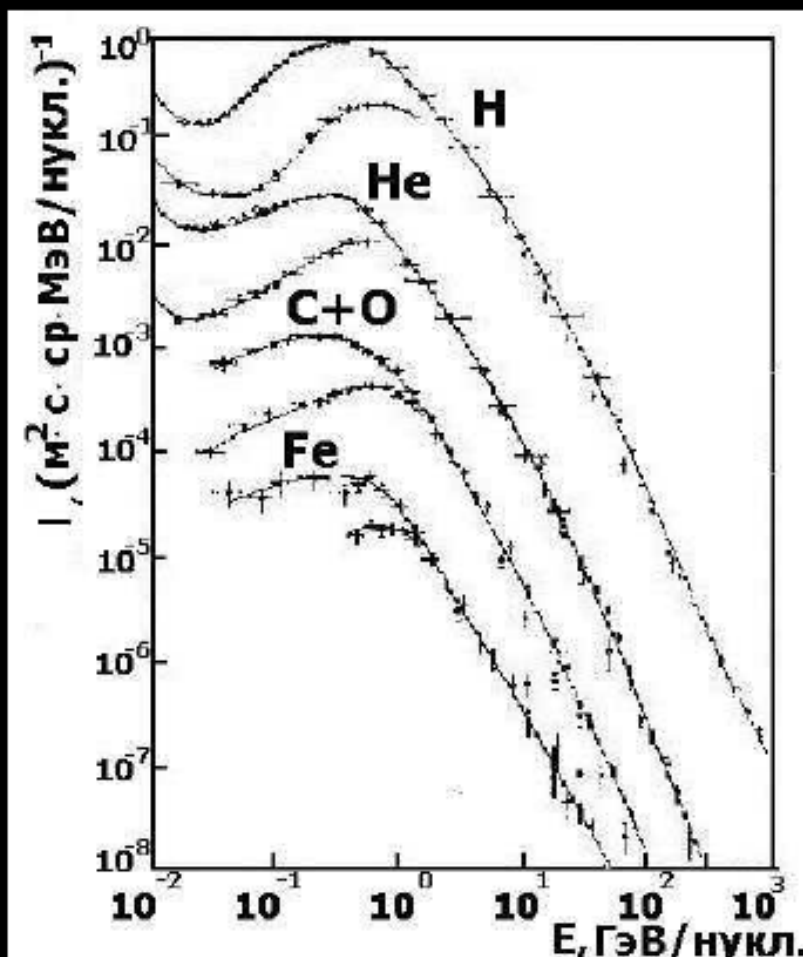


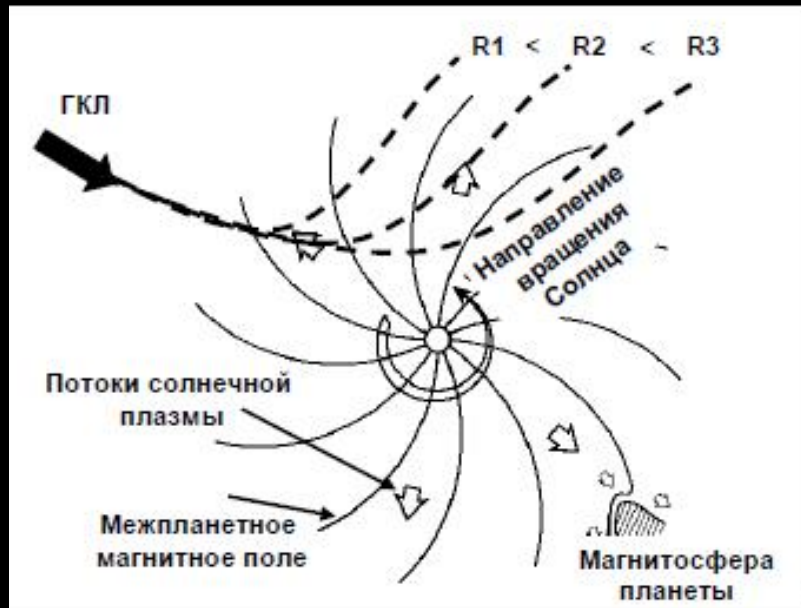
Рис. 3.3. Энергетический спектр ПКИ в дифференциальной форме в

Галактические космические лучи



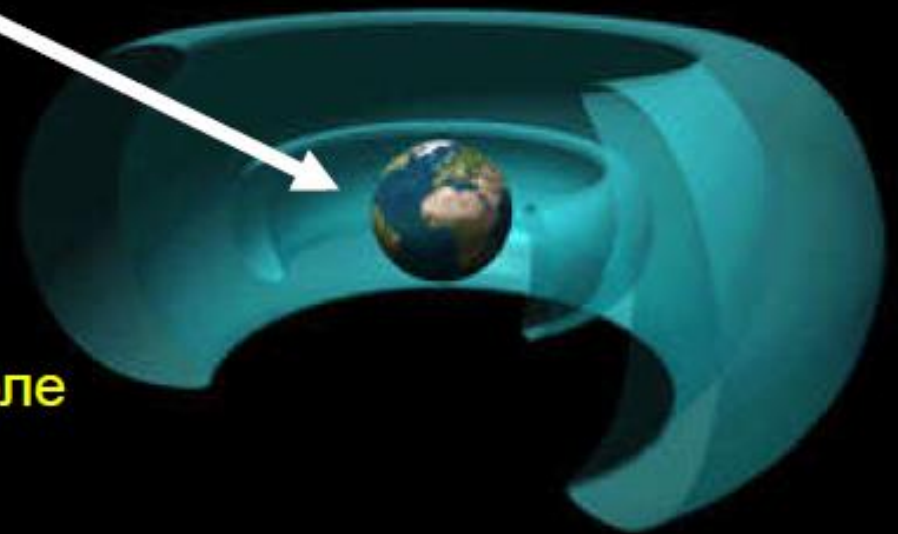
- Галактическое происхождение
- Все хим. элементы
- Полностью ионизованные частицы
- Изотропные
- Энергии: $10^8 - 10^{21}$ эВ.
- Модуляция солнечным циклом

ГКЛ в солнечной системе

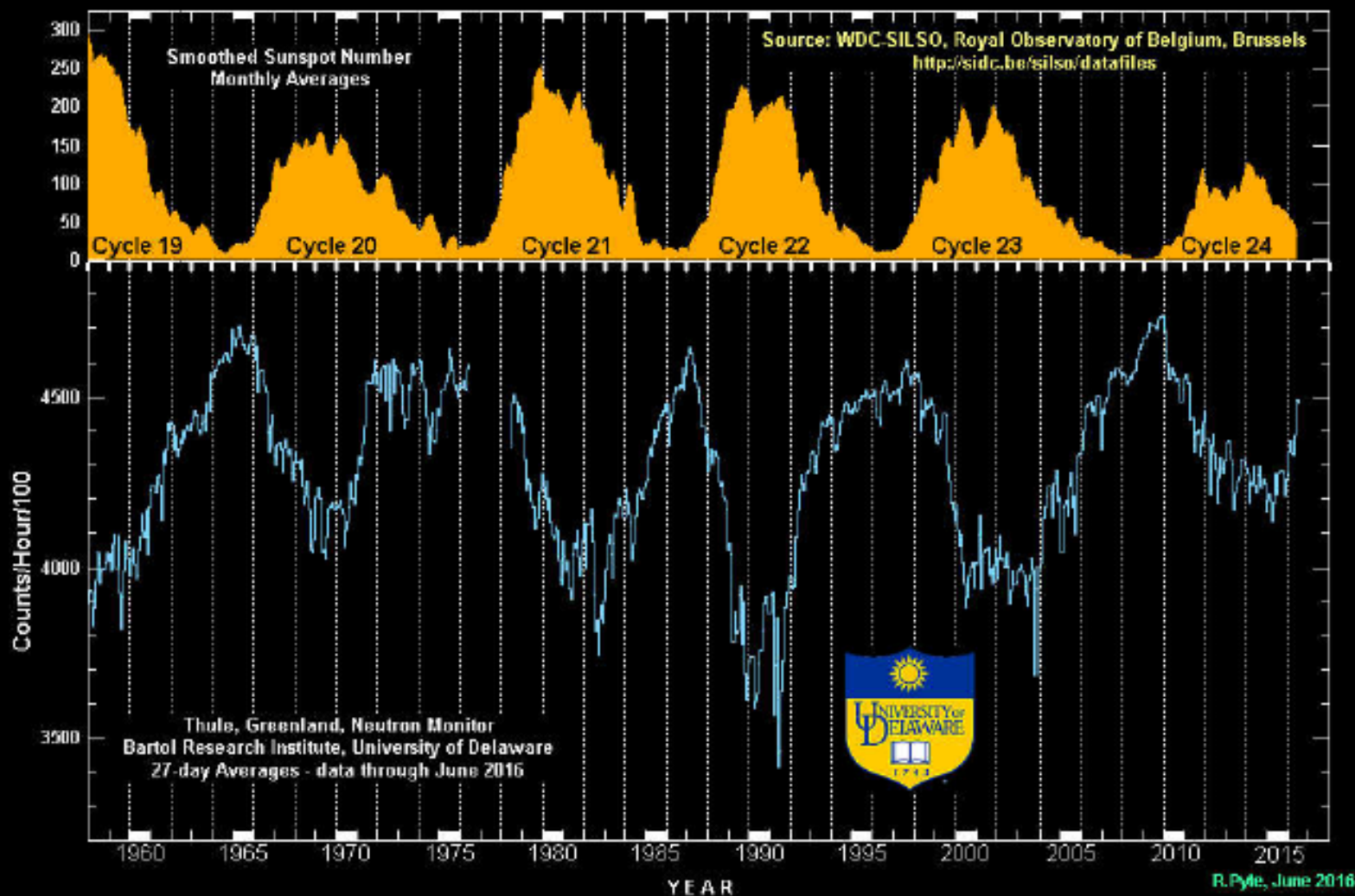


$$R = pc/q - \text{жесткость}$$
$$R_{\text{Larmor}} \sim R/B$$

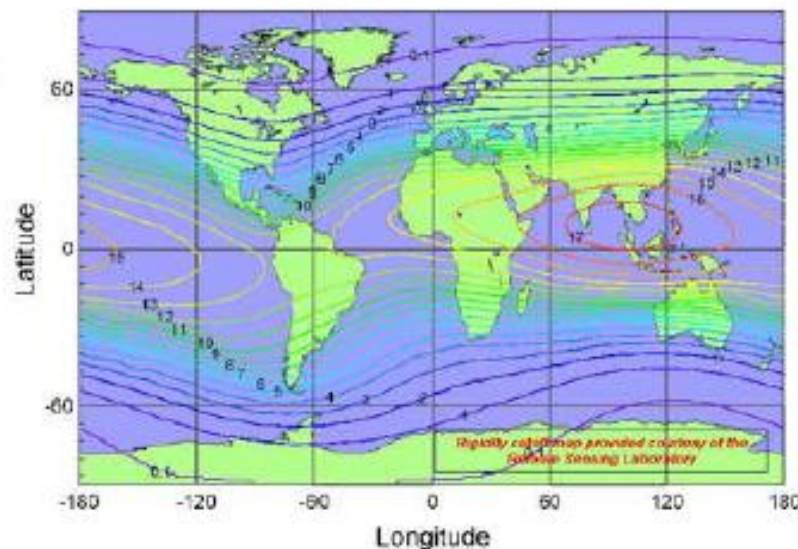
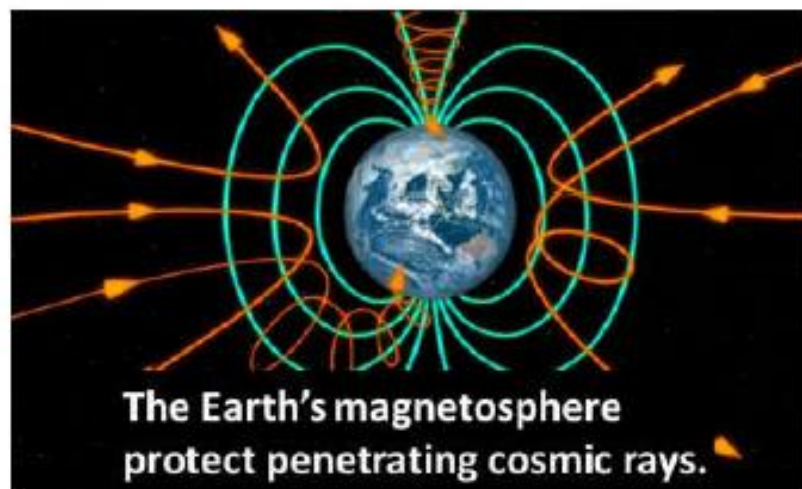
Межпланетное магнитное поле
модулирует потоки ГКЛ



Долгопериодные вариации ГКЛ

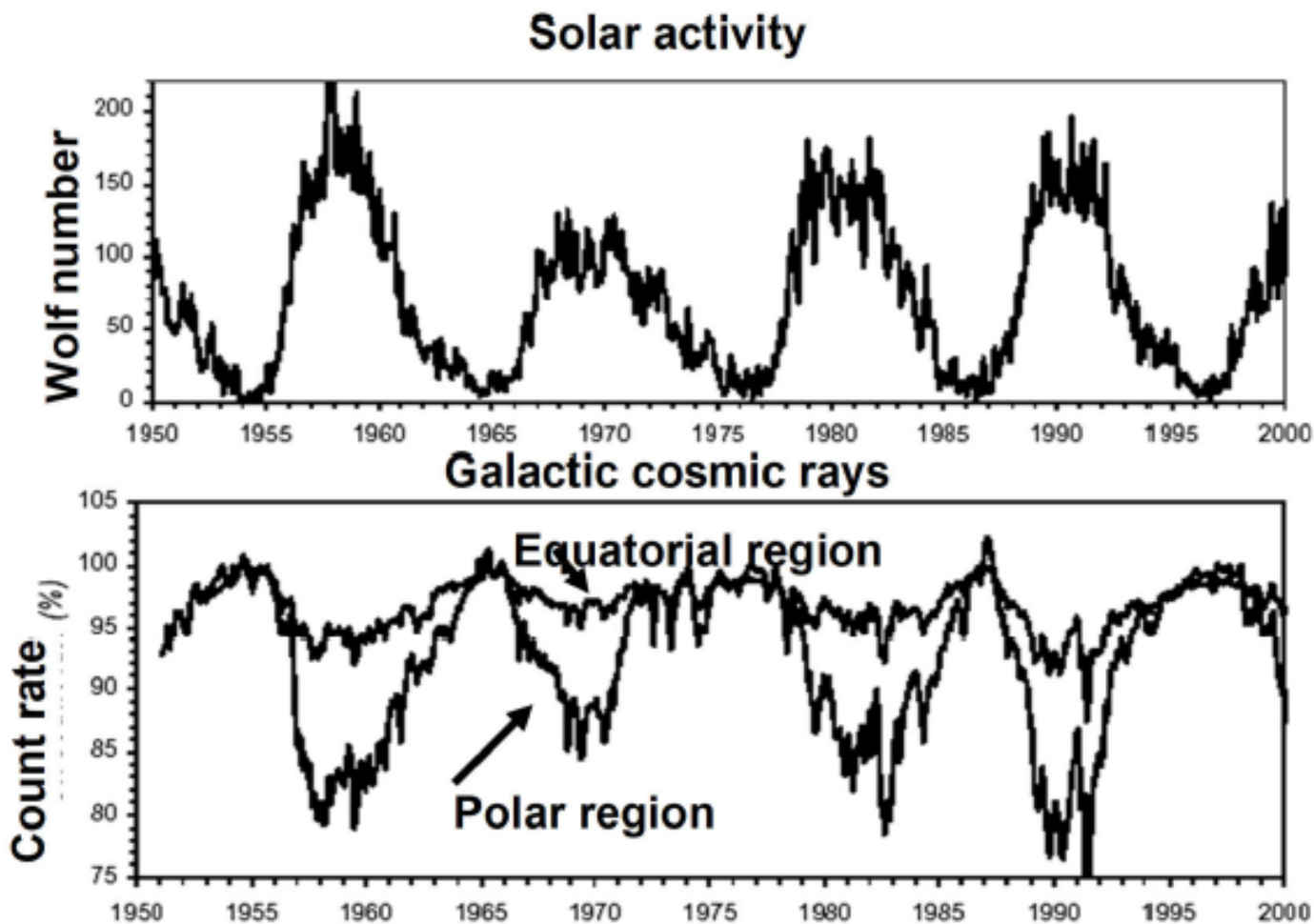


ГКЛ в геомагнитном поле



- Более энергичные частицы космических лучей могут проникать на более низкие широты
- Недипольные особенности магнитного поля могут модулировать вариации ГКЛ

Галактические космические лучи: модуляция

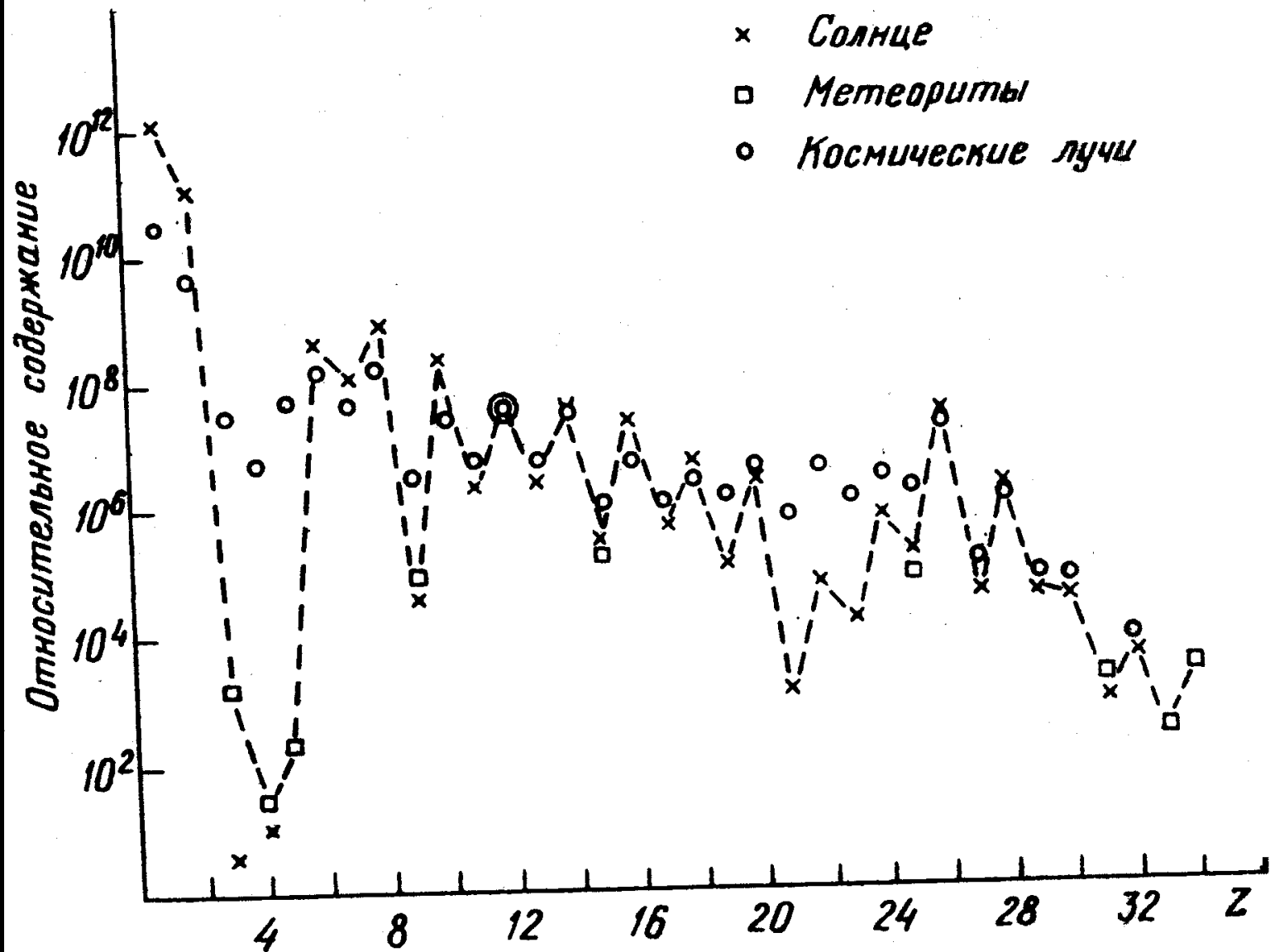


Химический состав ПКИ

Химический состав космического излучения может отличаться от того состава, который имеют космические лучи в источниках, так как частицы длительное время блуждают в нашей Вселенной.

Состав космического излучения с $E > 2,5$ ГэВ /нуклон

Z	Обозначение	$J/(\text{м.с.ср})^{-1}$	J/J_H	Во Вселенной	$\bar{A}$	$\bar{A}J$
1	P	1300	650	3360-6830	1	1300
2	α	94	47	258-1000	4	376
3-5	L(Li,Be,B)	2,0	1,0	10^{-5}	10	20
6-9	M(C,O)	6,7	3,3	2,6	14	94
>10	H	2,0	1,0	1	31	62
>20	VH	0,5	0,26	0,06	51	25



Изотропия первичного излучения

Степень анизотропии ПКИ характеризуется коэффициентом анизотропии δ :

$$\delta = \frac{J_{\max} - J_{\min}}{J_{\max} + J_{\min}},$$

где $J_{\max}$ и $J_{\min}$ – максимальный и минимальный потоки космических лучей за пределами действия земного магнитного поля.

При энергиях - $E < 10^{16}$ эВ коэффициент анизотропии мал; его значение меньше 1% и космическое излучение можно считать практически изотропным. Проходя большой путь от источника до Земли, космические лучи неоднократно рассеиваются в местных магнитных полях и путь их становится зигзагообразным.

Однако, при высоких энергиях появляется некоторая анизотропия, увеличивающаяся с ростом энергии.

Прямые и косвенные измерения показывают, что в области энергий $E > 10^{18} - 10^{19}$ эВ, имеется указание на избыток частиц, приходящих со стороны скопления галактик Вирго. По данным Якутской установки при $E > 10^{17}$ эВ – $\delta \approx 0,2-0,25$.

Космические лучи сверхвысоких энергий

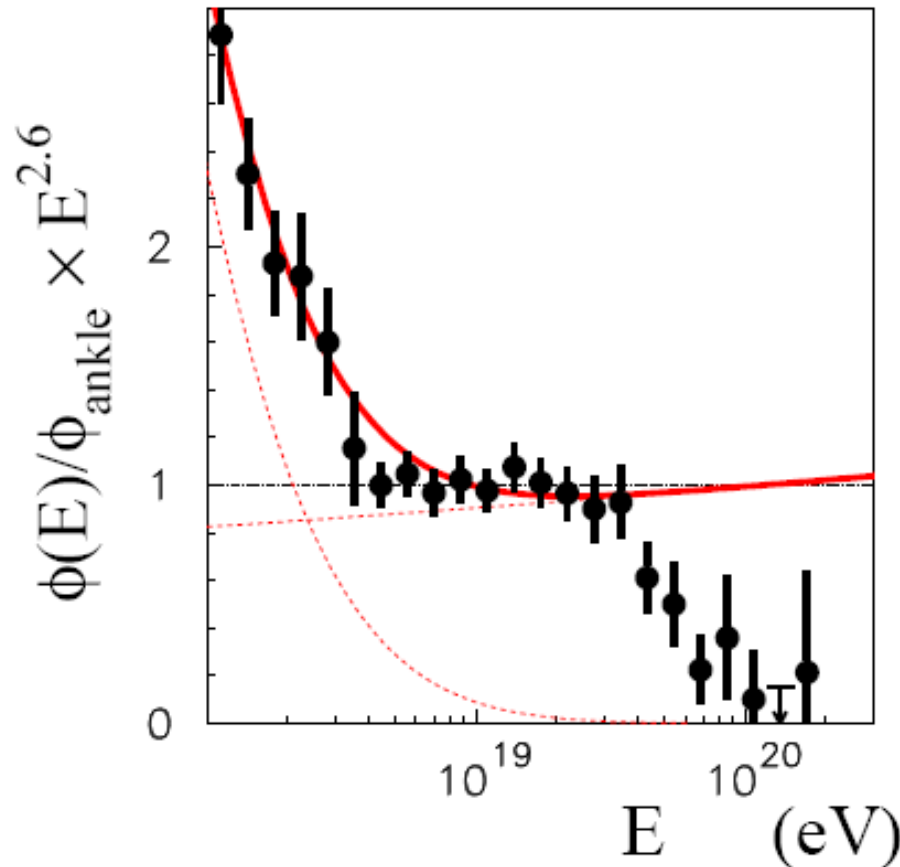


Fig. 2. The Auger energy spectrum in comparison with our model prediction ([8]). The attenuation by the CMB is not shown.

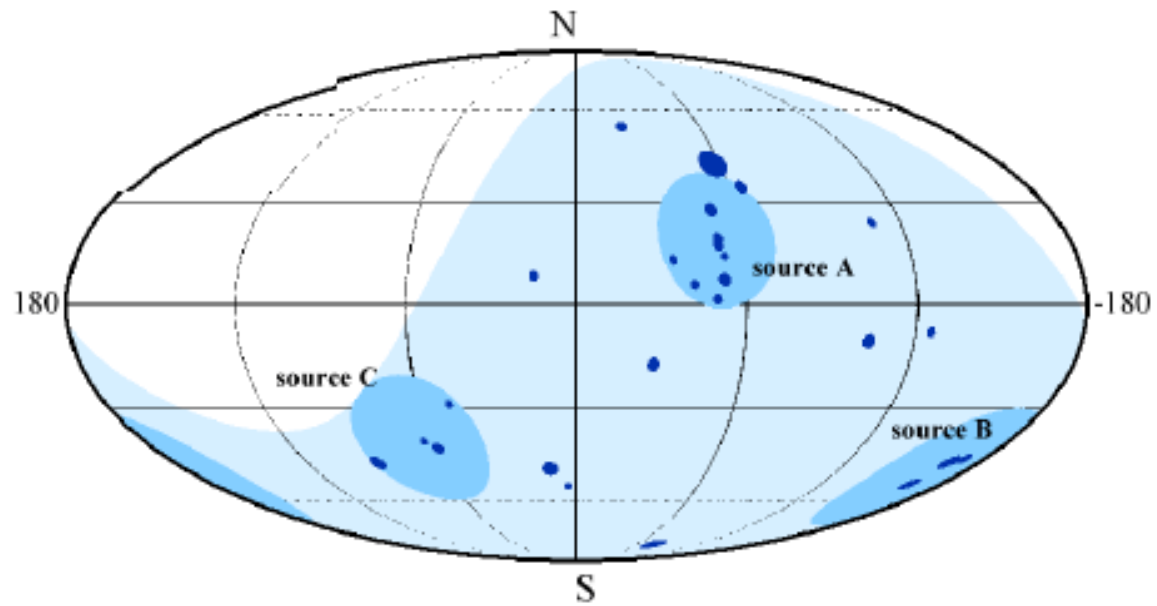
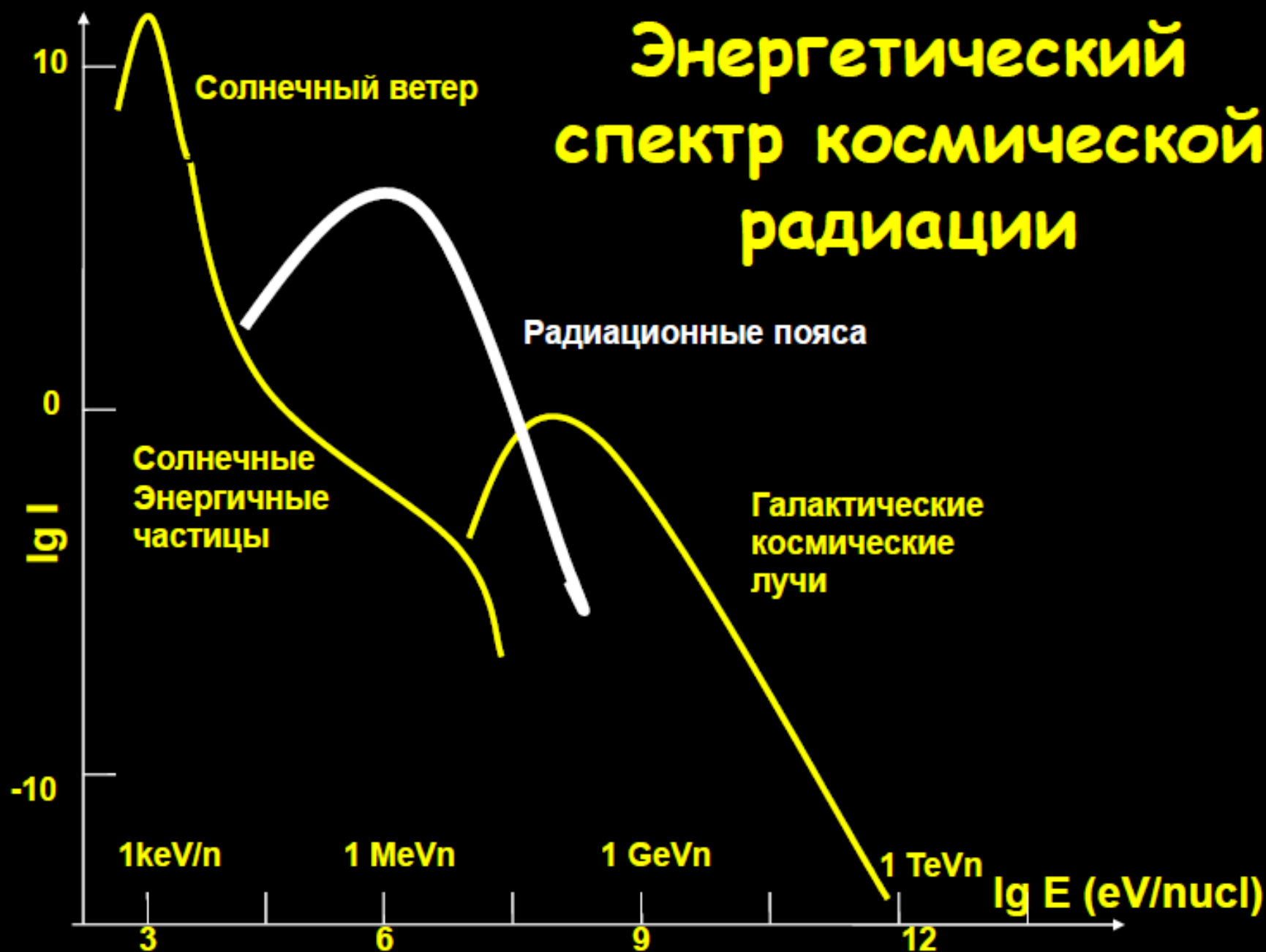
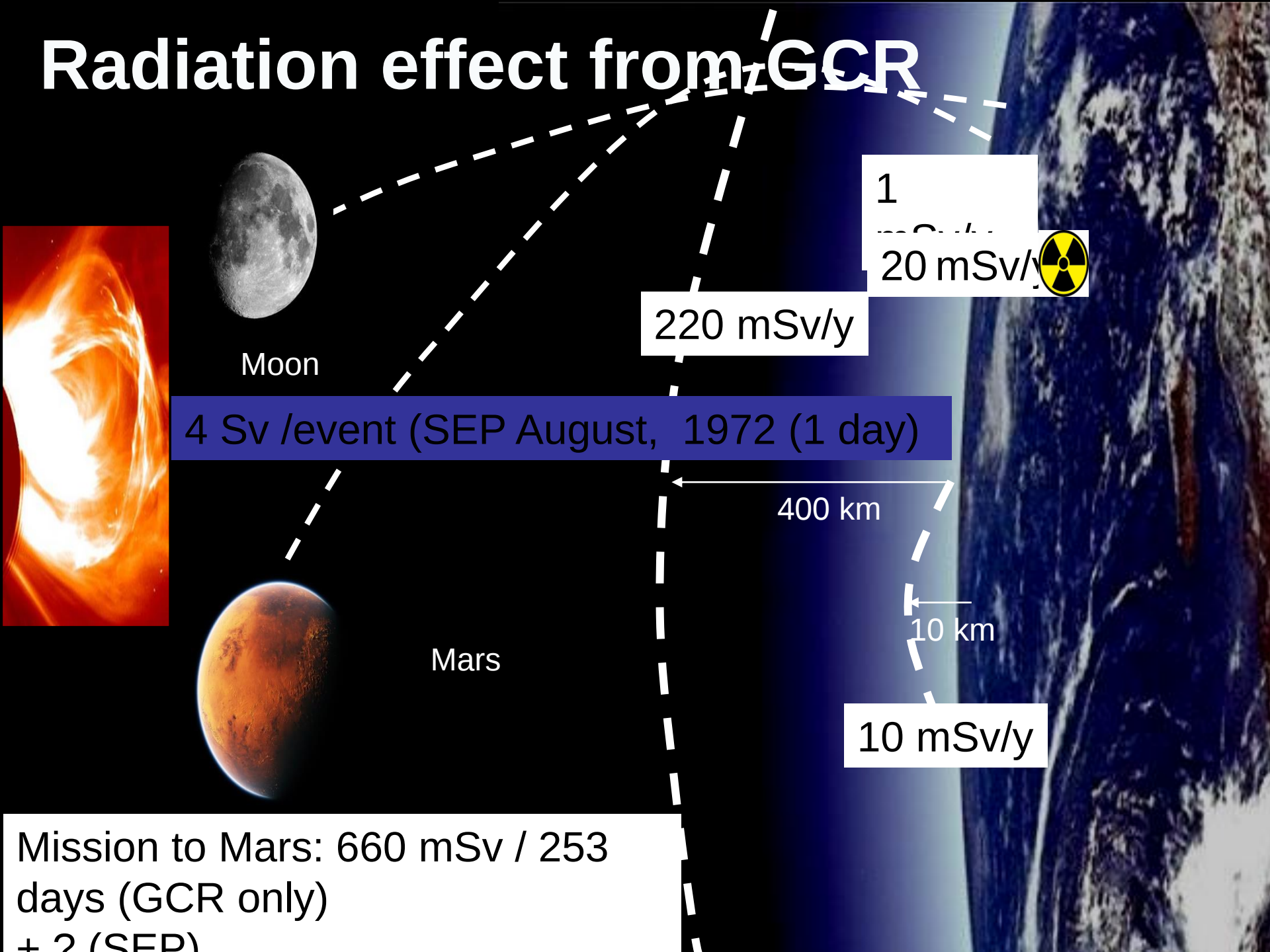


Fig. 1. Auger source map ([1]) showing the possible 'sources' A, B and C identified by us. The energy threshold is 57 EeV.

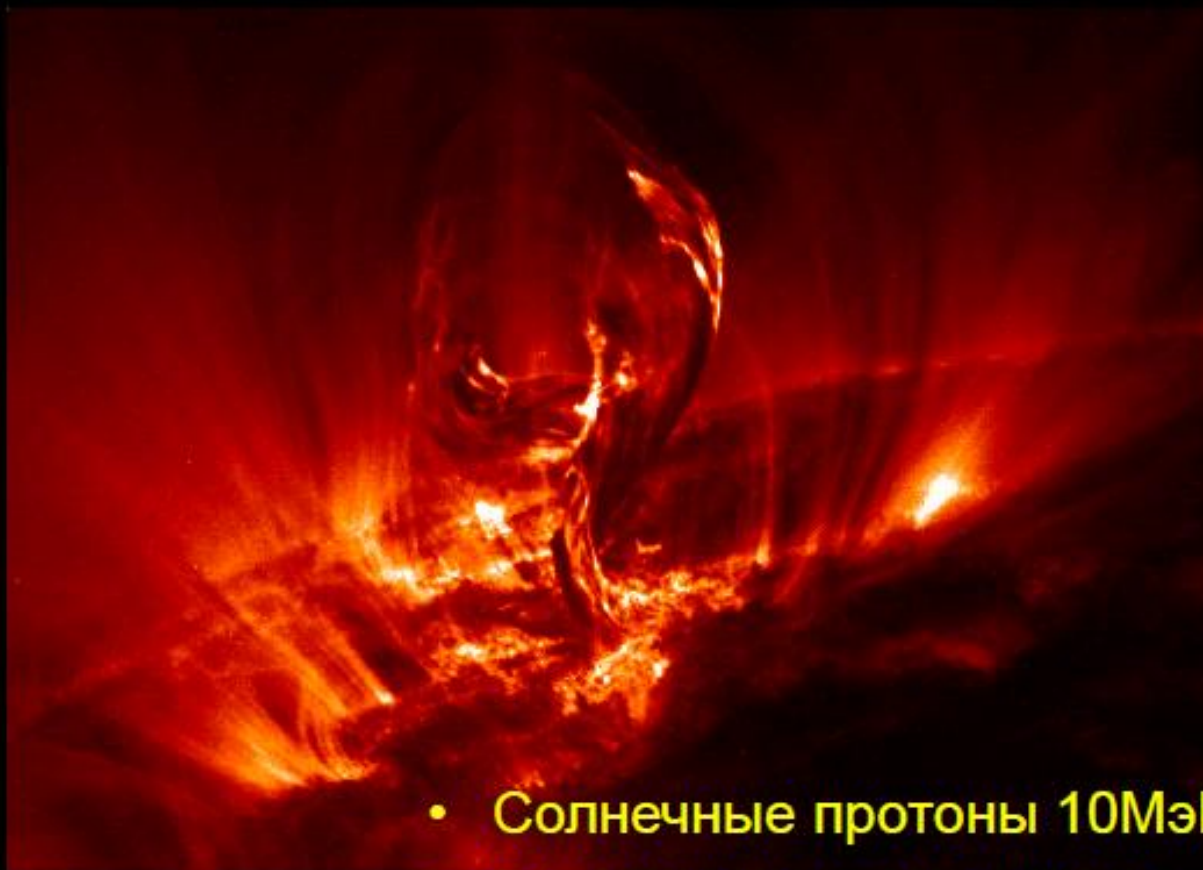
Энергетический спектр космической радиации



Radiation effect from GCR



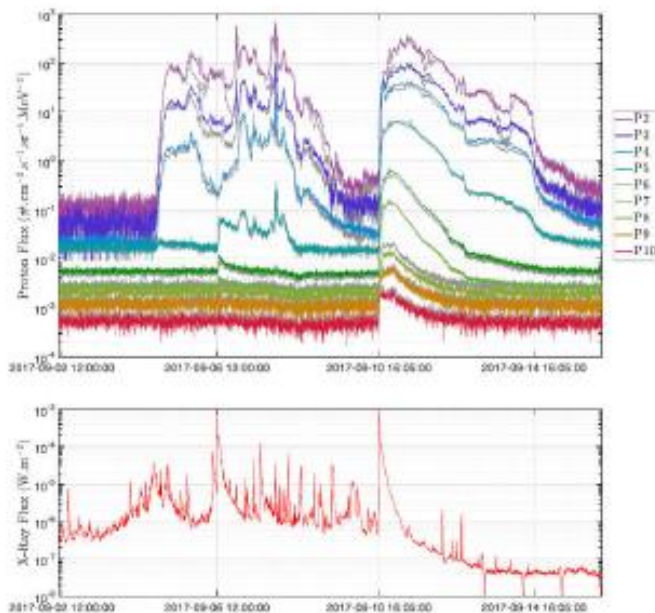
Солнечные космические лучи



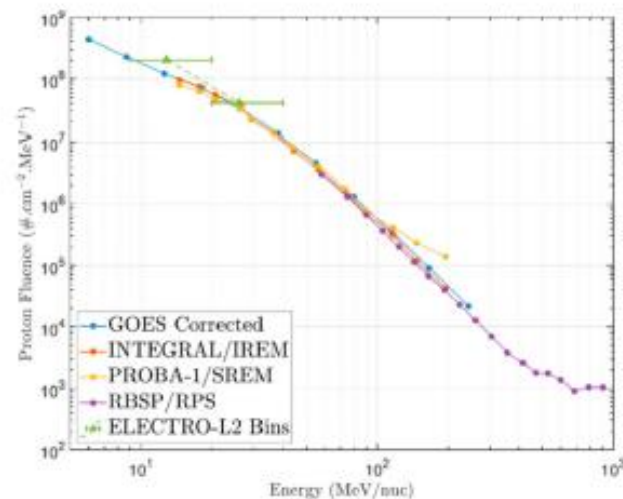
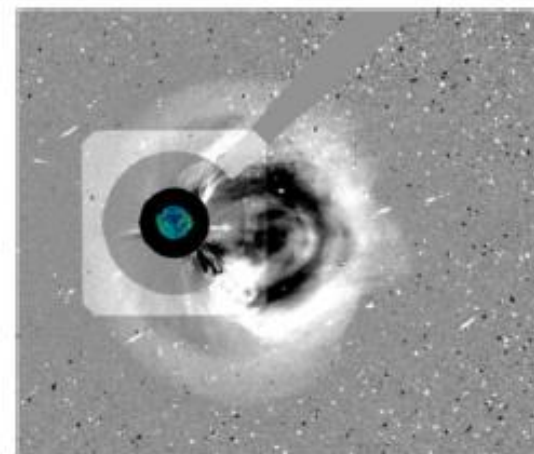
- Солнечные протоны 10МэВ – 10 ГэВ
- Рождаются во вспышках

Солнечные протонные события

- Возрастания потоков энергичных протонов (>10 МэВ) в околоземном пространстве

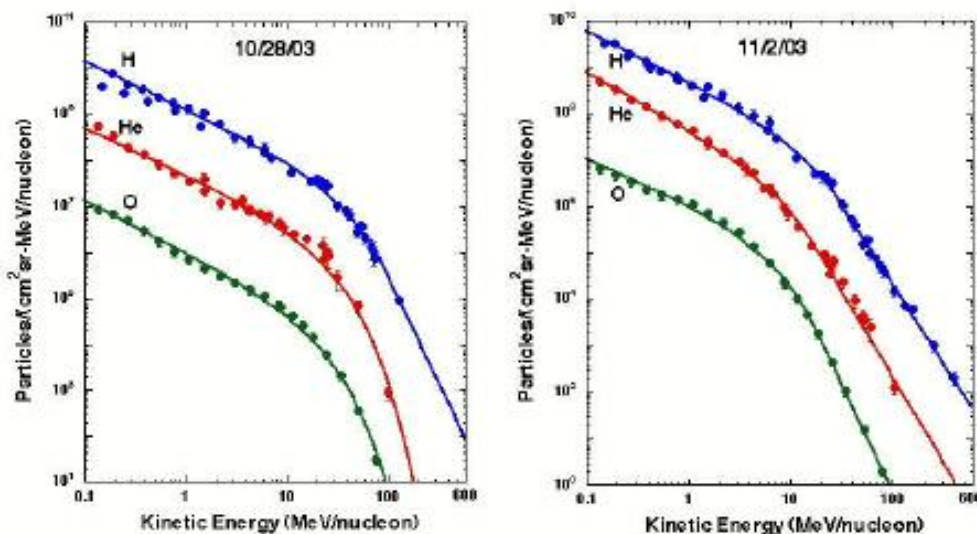


Jiggins, P., et al. (2019). In situ data and effect correlation during September 2017 solar particle event. *Space Weather*, 17, 99–117.



Спектры СКЛ

H, He, and O Spectra at 1 AU from ACE/GOES/SAMPEX



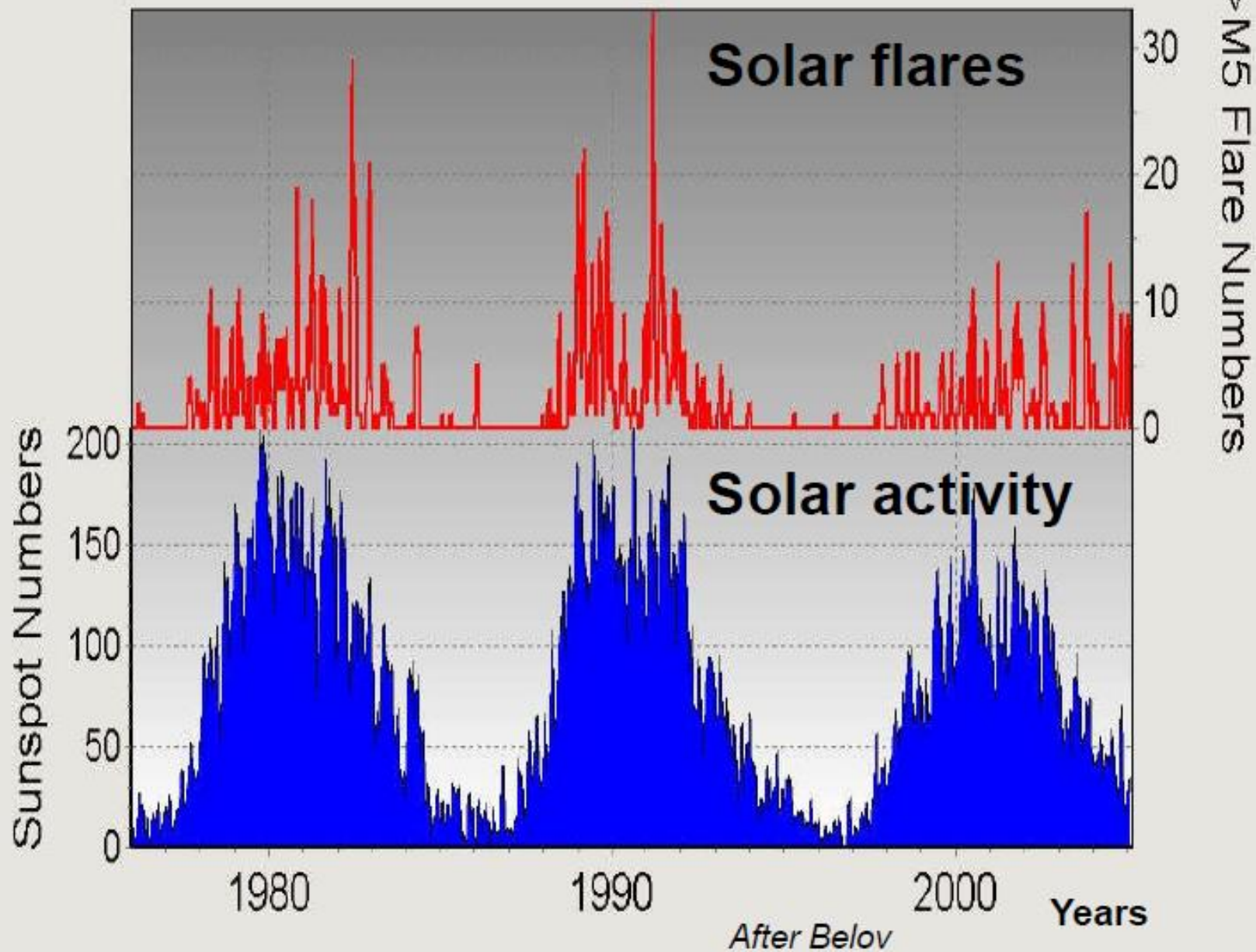
(Mewaldt et al. 2004)

Радиационные бури, градация событий

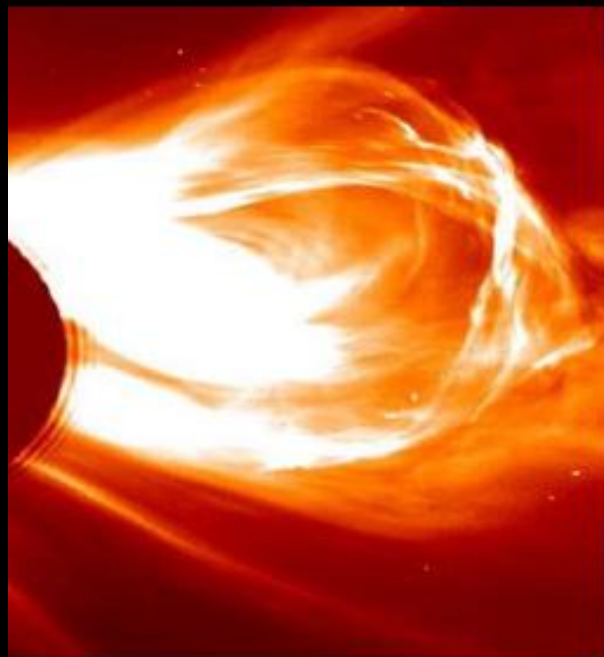
Поток энергичных ионов > 10 MeV

10 – 10² – 10³ – 10⁴ – 10⁵

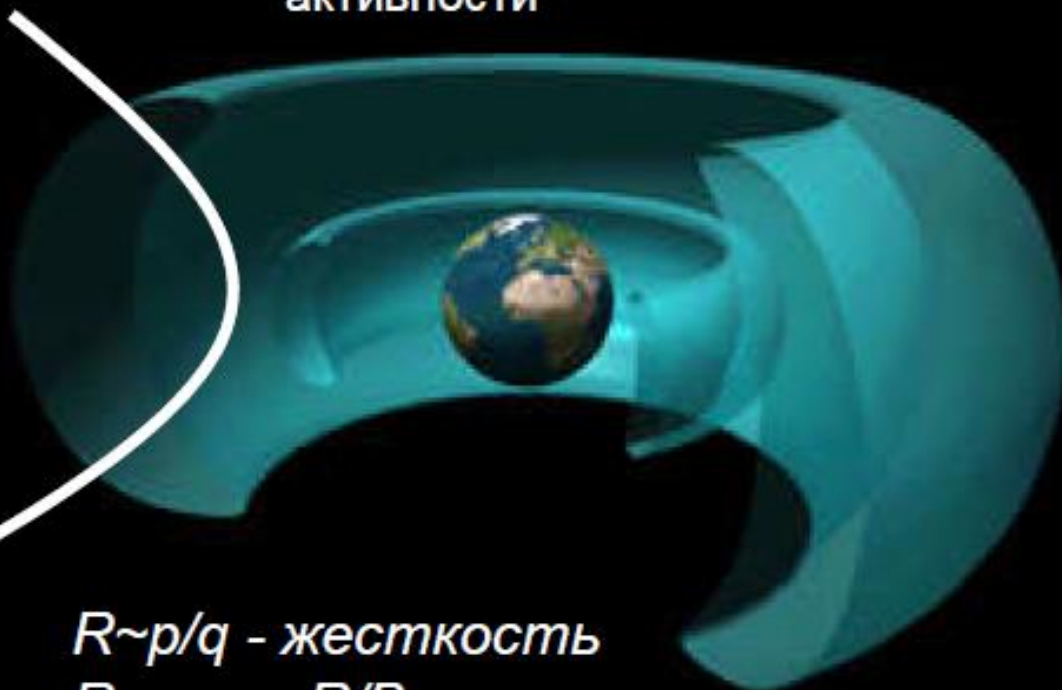
Minor – Moderate – Strong – Severe – Extreme



Проникновение СКЛ на низкие широты



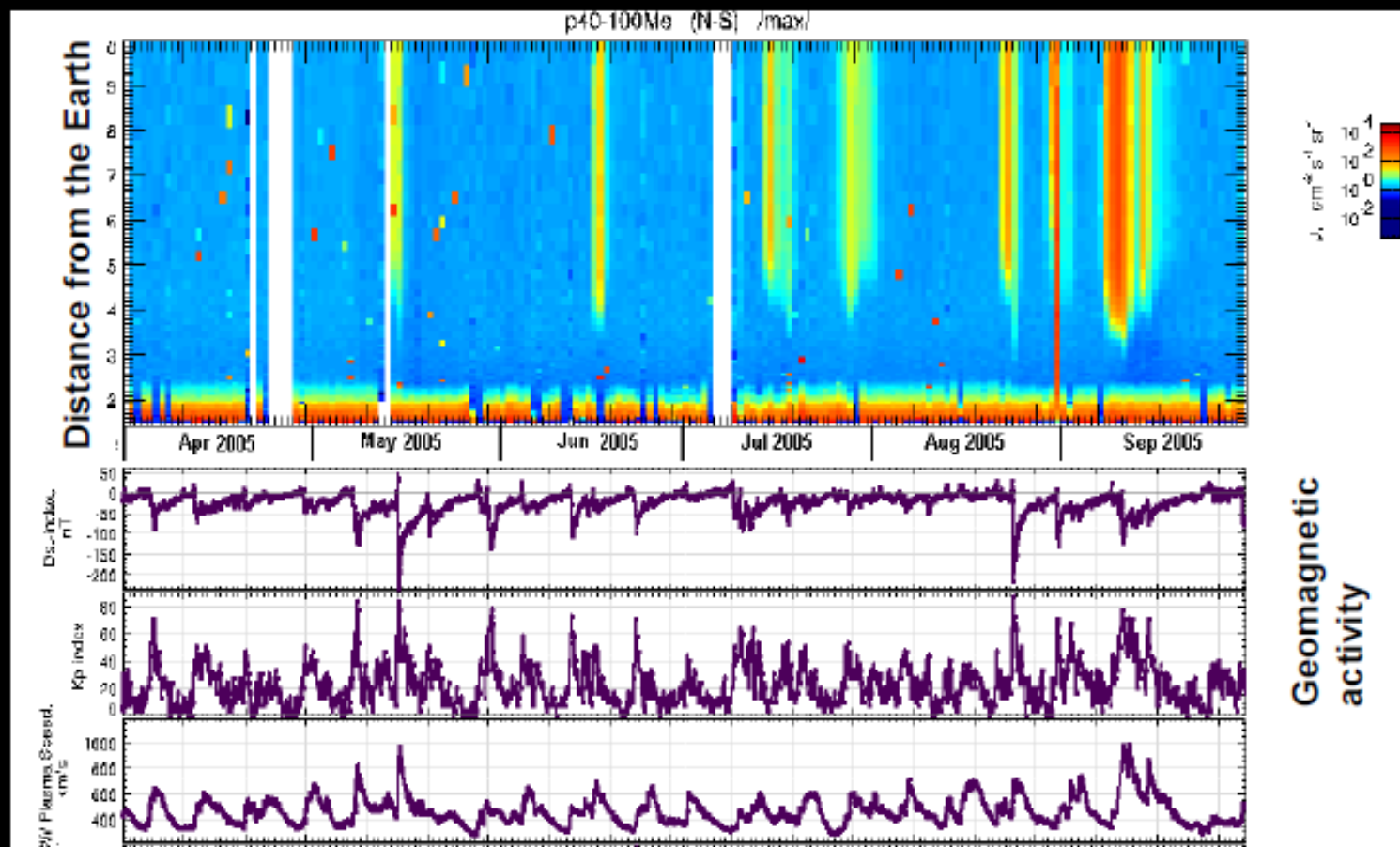
- Зависит от жесткости частиц
- Зависит от геомагнитного поля
- Зависит от геомагнитной активности



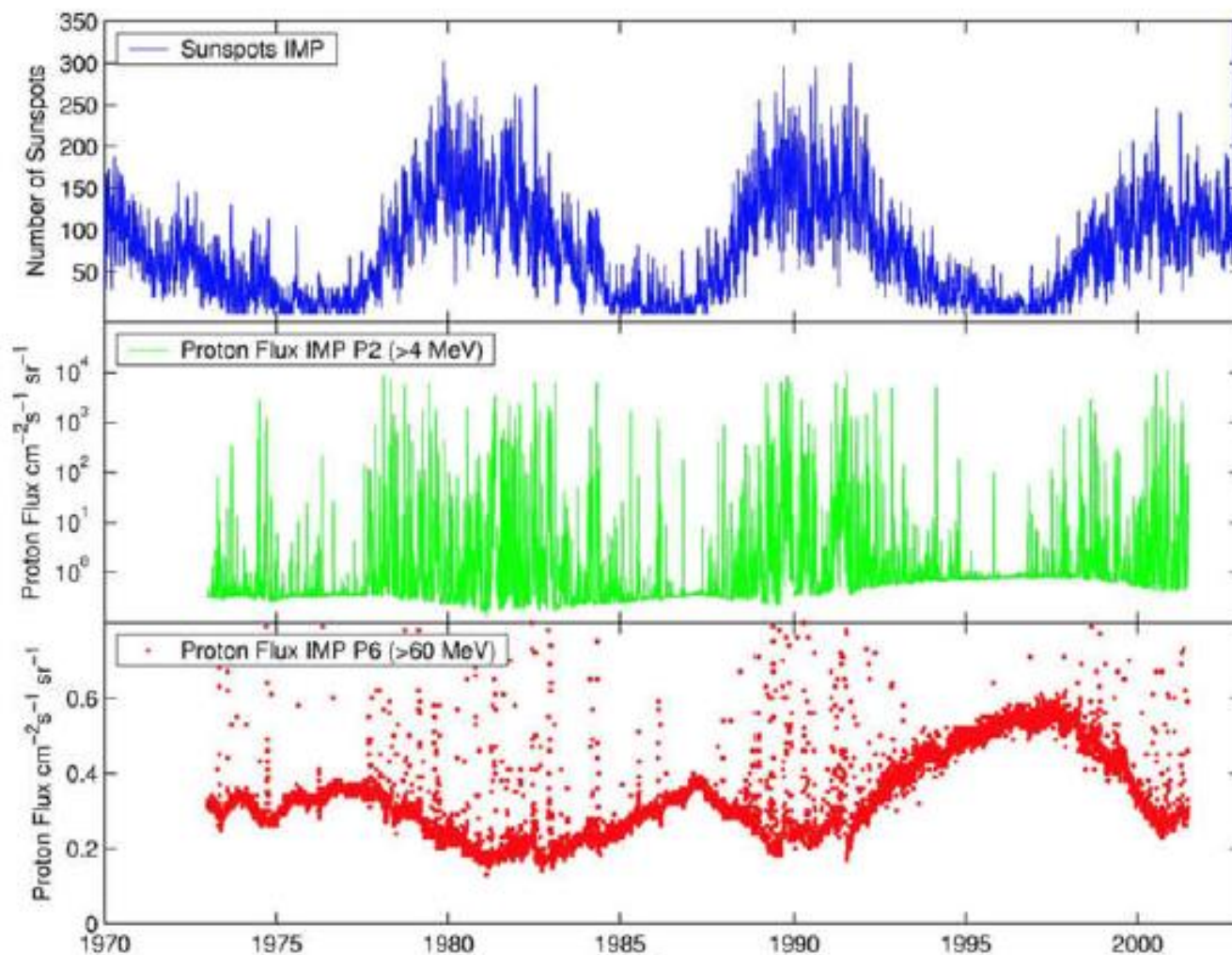
$R \sim p/q$ - жесткость

$R_{larmour} \sim R/B$

«Университетский-Татьяна» р 40-100 MeV



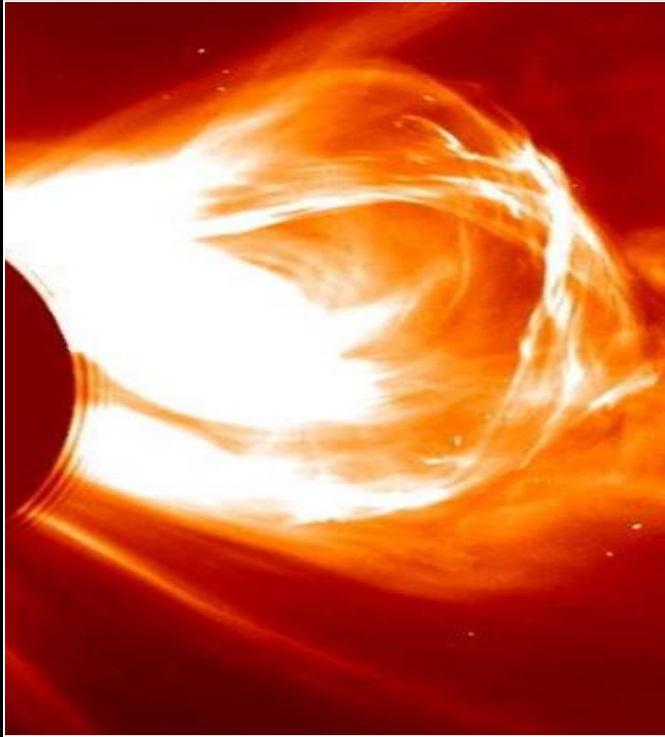
Долговременные вариации ГКЛ и СКЛ



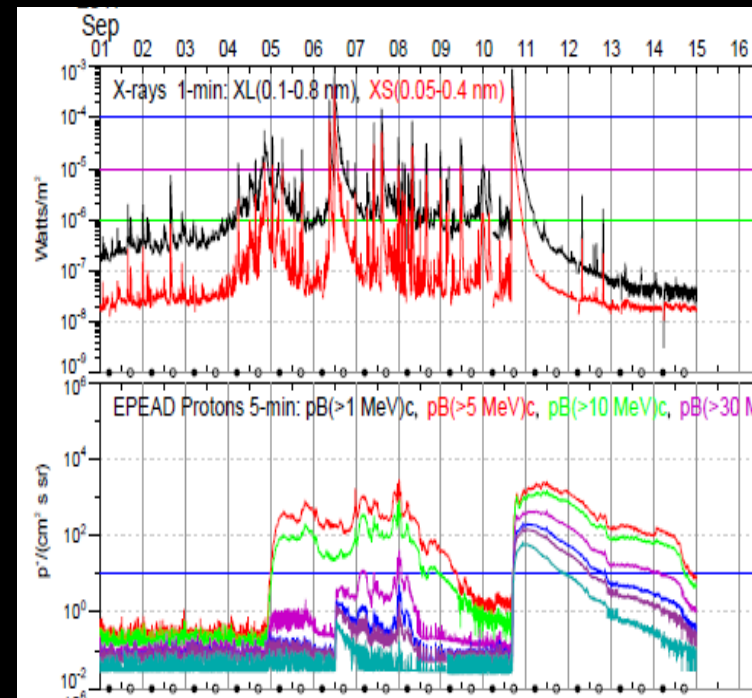
СКЛ

ГКЛ

RADIATION EFFECT FROM SEP



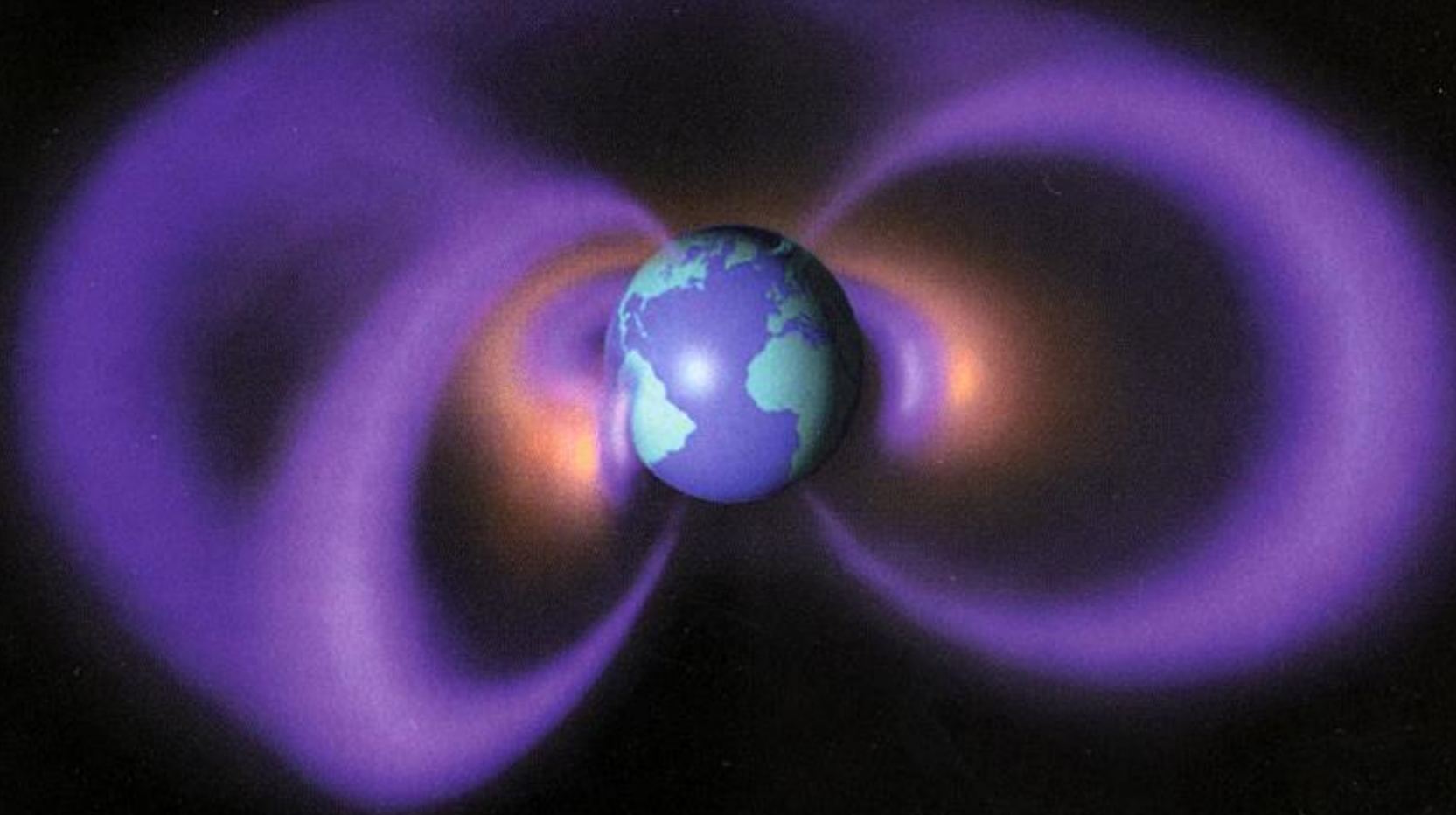
AUGUST 1972 SOLAR FLARE



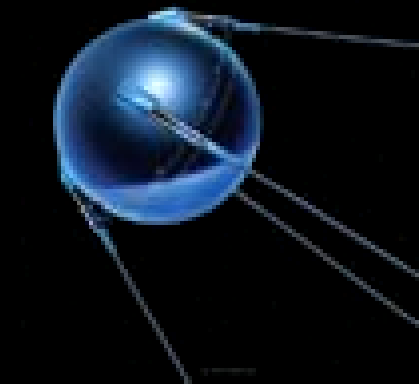
SEPTEMBER 2017 SOLAR FLARE



Радиационные пояса Земли



1957: начало космической эры



Space era, since 1957



Научные
руководители
программы по
космическим
лучам –
С.Н.Вернов и
А.Е.Чудаков

С.Н.Вернов



СССР, ноябрь 1957
Запуск 2-го ИСЗ

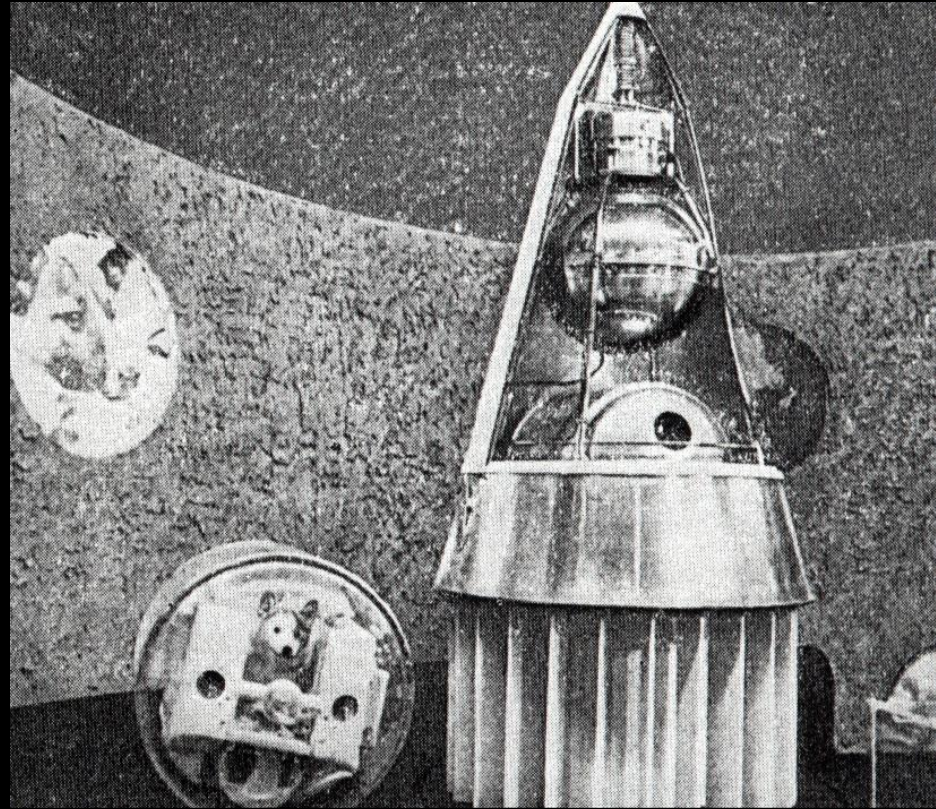
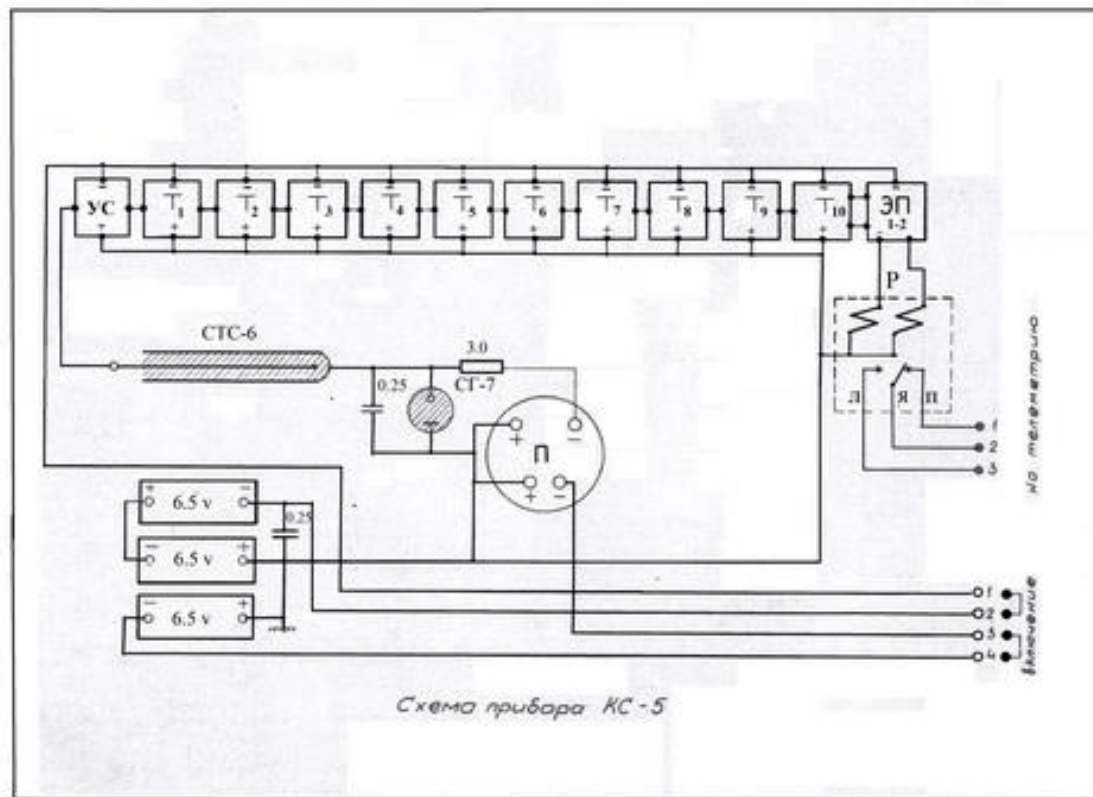


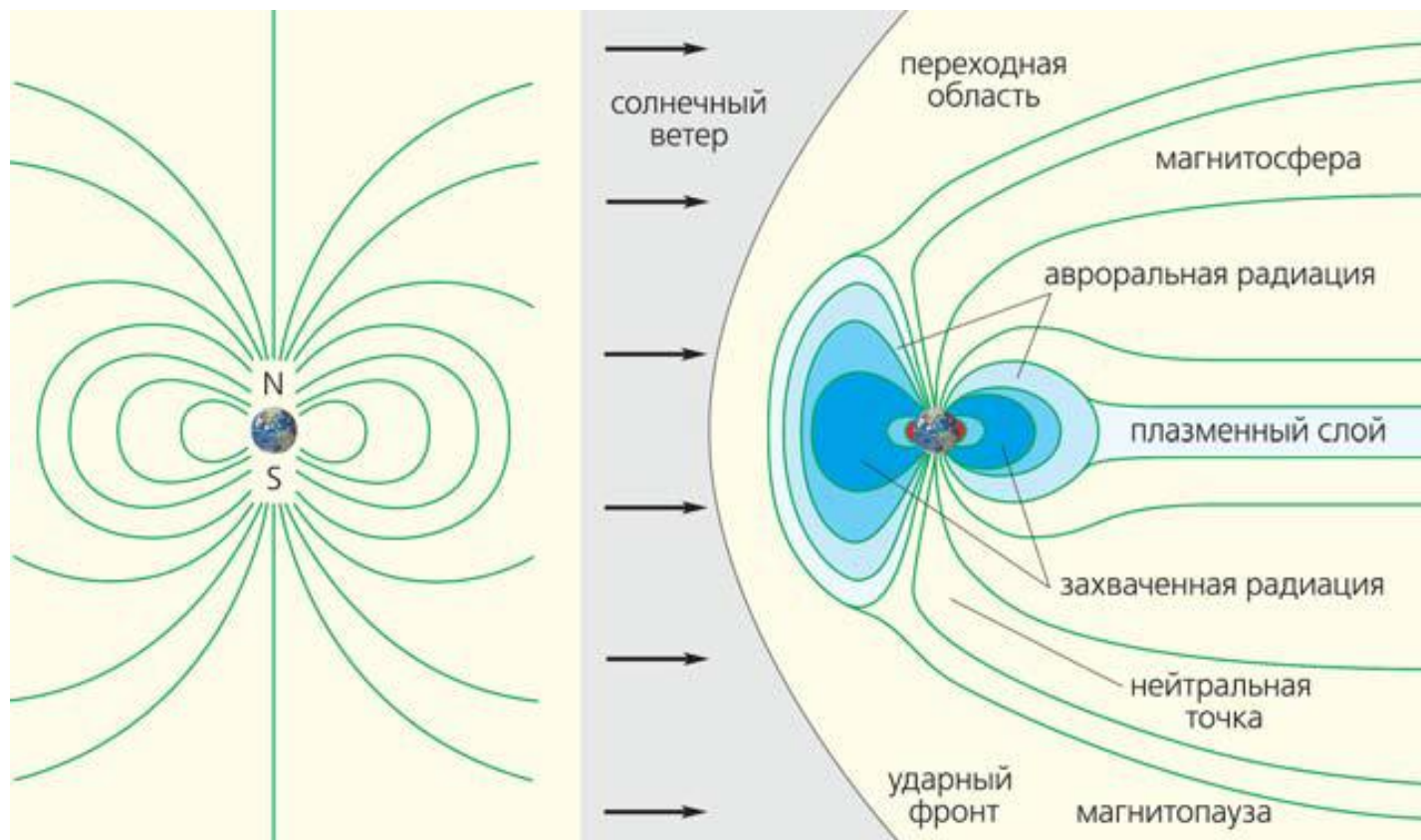
Схема прибора на Спутника -2

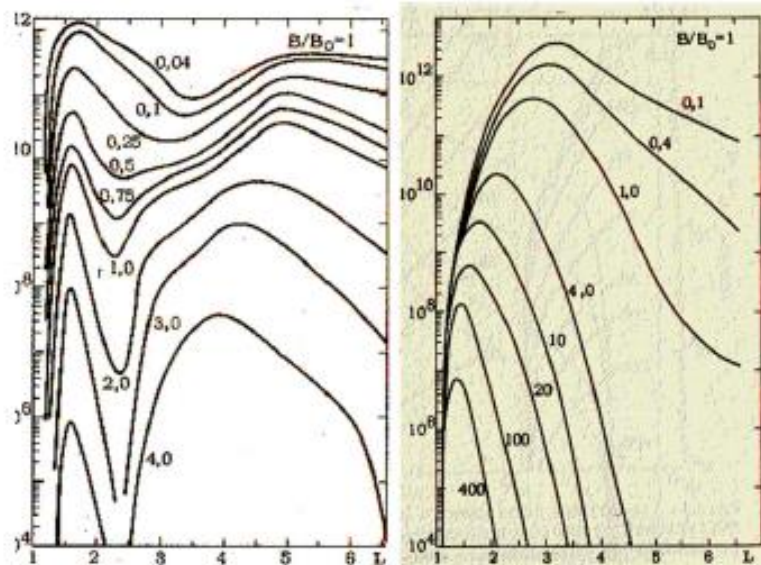


2 спутник

Установлены два прибора КС-5; один прибор имел 10 триггеров, второй - 9. Приборы работали с 3 по 9 ноября 1957 года на 22 витках над территорией СССР. В полет ушли приборы КС-5 № 3 и № 4.

Представление об околоземном пространстве
до открытия РПЗ (а)
и после подробного их изучения (b).





Радиационные пояса Земли

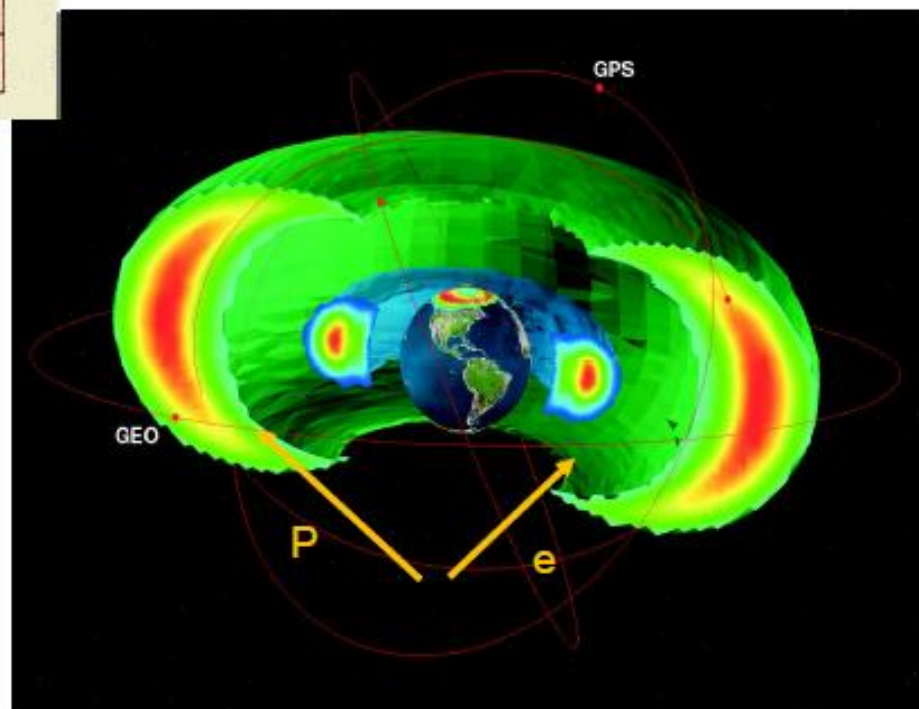
Внутренний

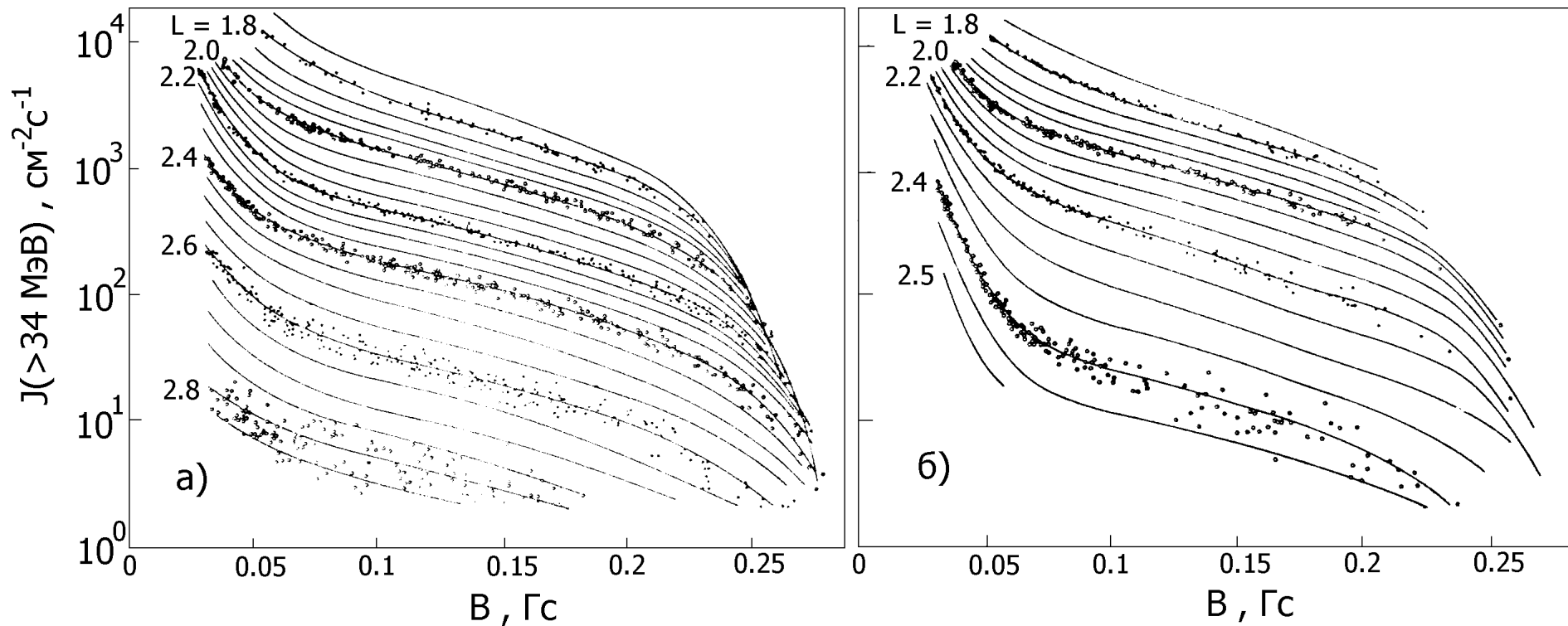
Электроны до ~ 10 МэВ

Протоны 20-800 МэВ

Внешний

Электроны до 10 МэВ





Высотный ход потоков протонов с $E > 34 \text{ МэВ}$ на разных L (от 1.8 до 2.8) до (а) и после (б) бури 23 сентября 1963 г. по данным ИСЗ «Relay-1»

The height dependence of proton fluxes with energy $E > 34 \text{ MeV}$ at different L (from 1.8 to 2.8) before (a) and after (б) magnetic storm 23 September 1963 according to Relay 1 spacecraft

В 1957 г. уже при первых полетах искусственных спутников Земли были обнаружены области, в которых интенсивность космических частиц в миллионы раз превышает интенсивность, наблюдаемую на поверхности Земли.

Зоны, в которых магнитное поле Земли удерживает заряженные частицы (рис. 1.13), были названы **радиационными поясами**. Различают внешний и внутренний радиационные пояса, заполненные протонами и электронами разных энергий.

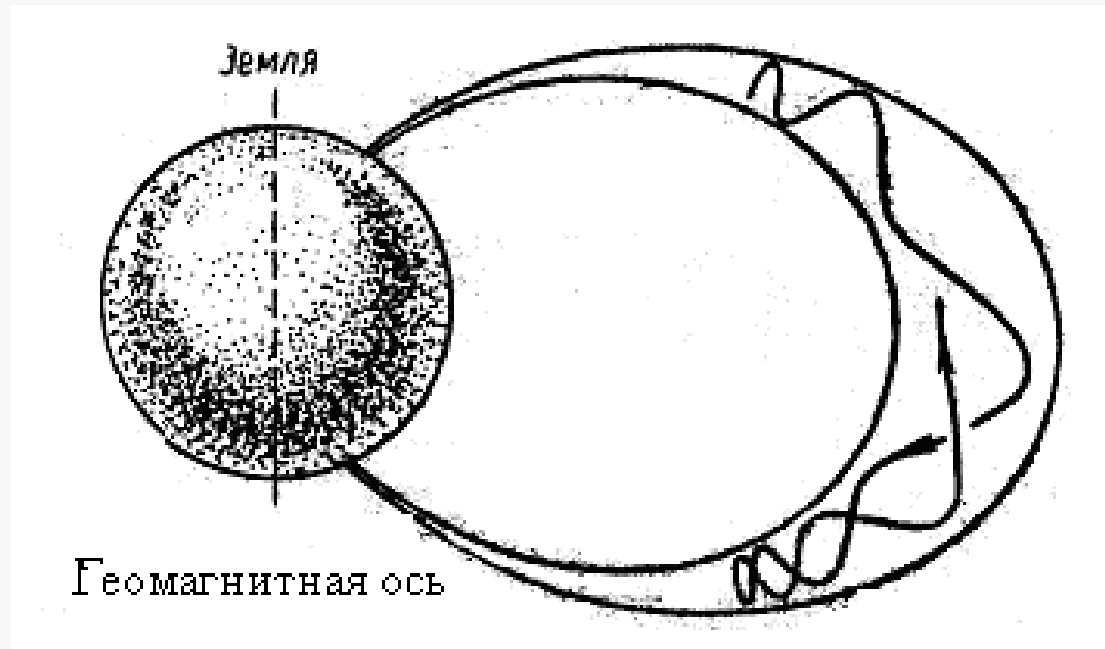
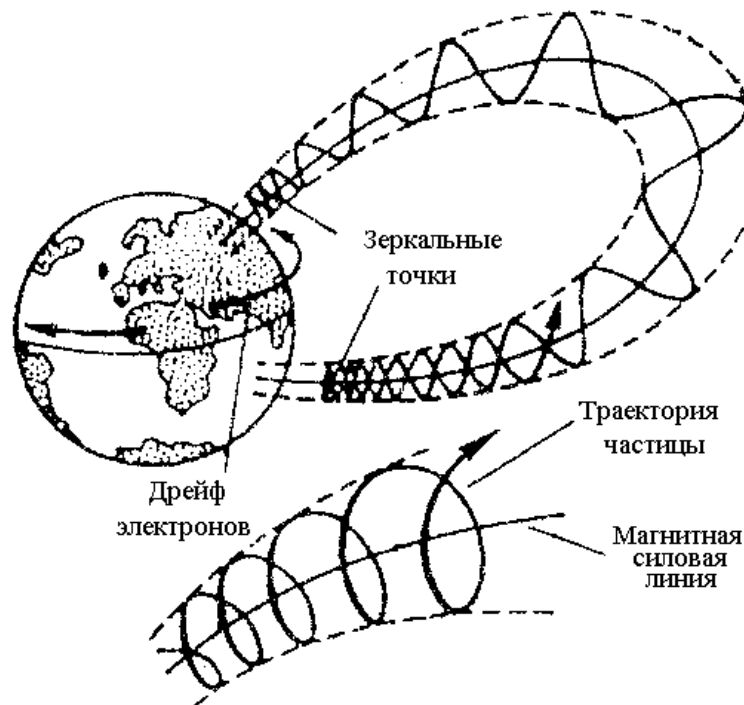


Рис. 1.13. Траектория заряженной частицы, захваченной полем магнитного диполя

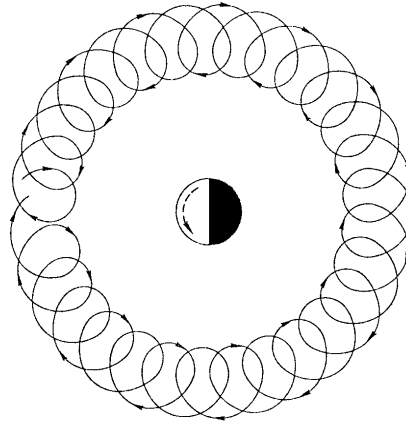
Центр кривизны траектории частицы называется ведущим центром. Радиус кривизны этой траектории – ларморовский радиус или гирорадиус – прямо пропорционален магнитной жёсткости частицы и обратно пропорционален индукции поля. Время прохождения частицей одного витка этой траектории называется ларморовским периодом или гиропериодом (обратная величина – ларморовской частотой или гирочастотой). Гирочастота не зависит от энергии частицы; она прямо пропорциональна индукции поля и заряду частицы и обратно пропорциональна её массе.



Силовая линия геомагнитной ловушки и траектория захваченной частицы.

Движение заряженных частиц в геомагнитной ловушке

Charge particle motion in geomagnetic trap



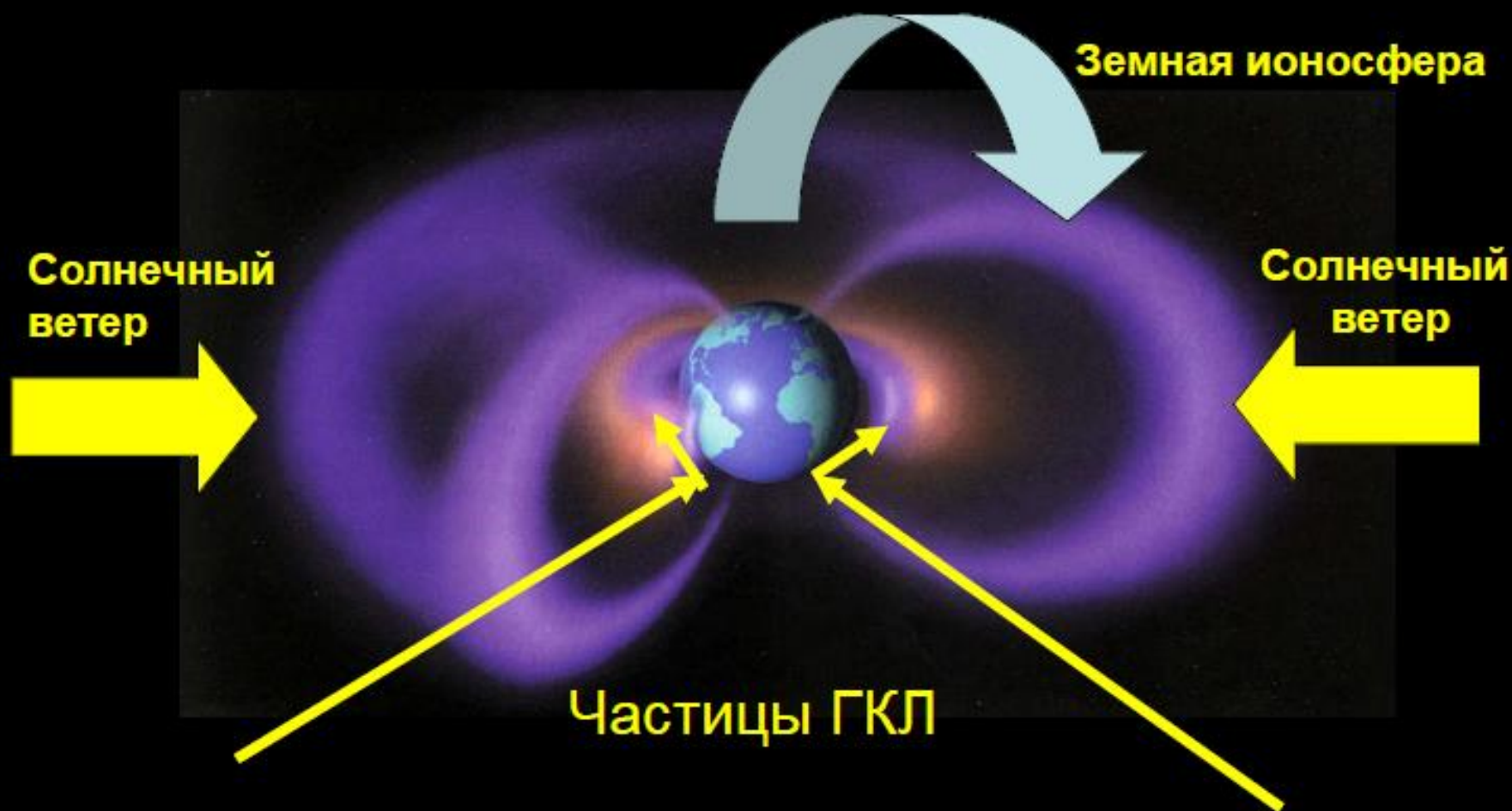
Ларморовское вращение и магнитный дрейф положительно заряженной частицы в плоскости геомагнитного экватора дипольного поля

Larmor rotation and magnetic drift of positive charged particle in geomagnetic equator of dipole field

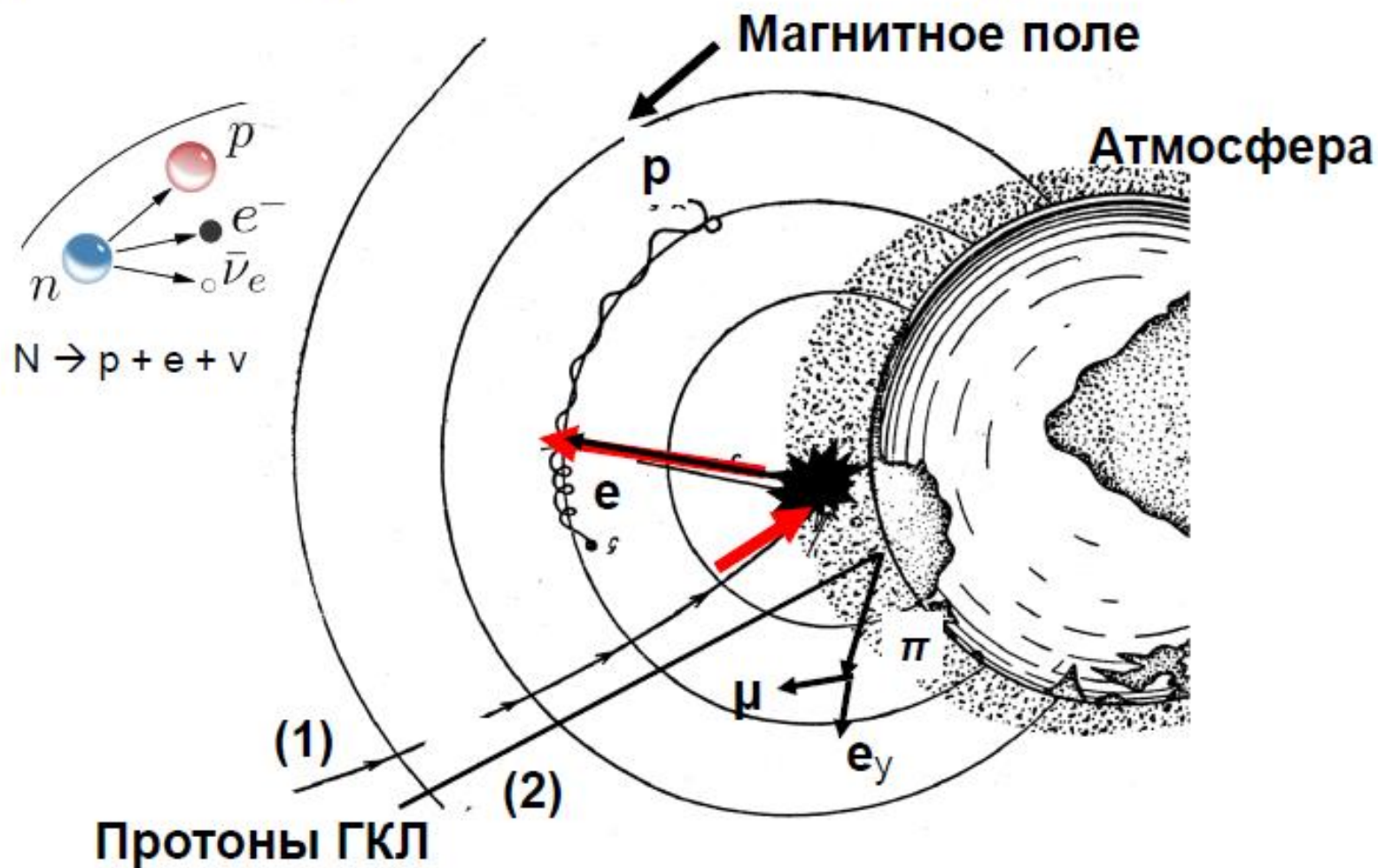
Дрейф частиц вокруг Земли связан с неоднородностью дипольного магнитного поля: на более близких к Земле участках траектория частицы имеет бóльшую кривизну. Чем больше кинетическая энергия частицы и чем дальше она от Земли, тем меньше период её дрейфа вокруг Земли.

Particle drift around the Earth caused by the non-uniformity of dipole magnetic field, curvation of trajectories is greater for those parts of trajectory, which are closer to the Earth. The higher kinetic energy of a particle and the longer it distance from the Earth, the lower it drift period.

Источники частиц радиационных поясов

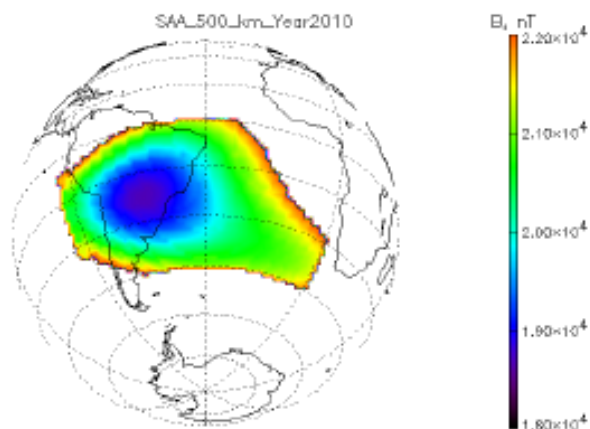


Внутренний пояс: CRAND (Cosmic Ray Albedo Neutron Decay)



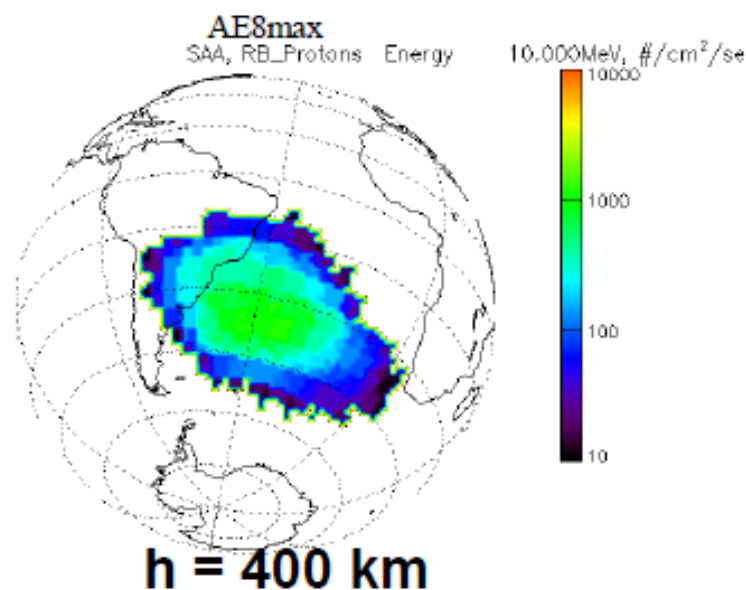
Южно-атлантическая аномалия

$h=500\text{km}$, 1970, B model JSFC12/66(1970)



Геомагнитное поле

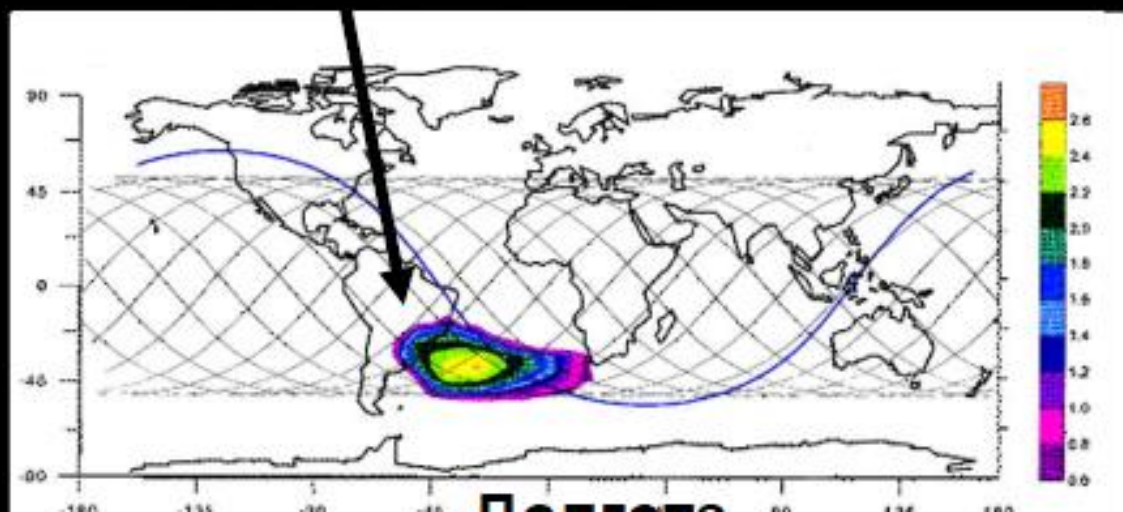
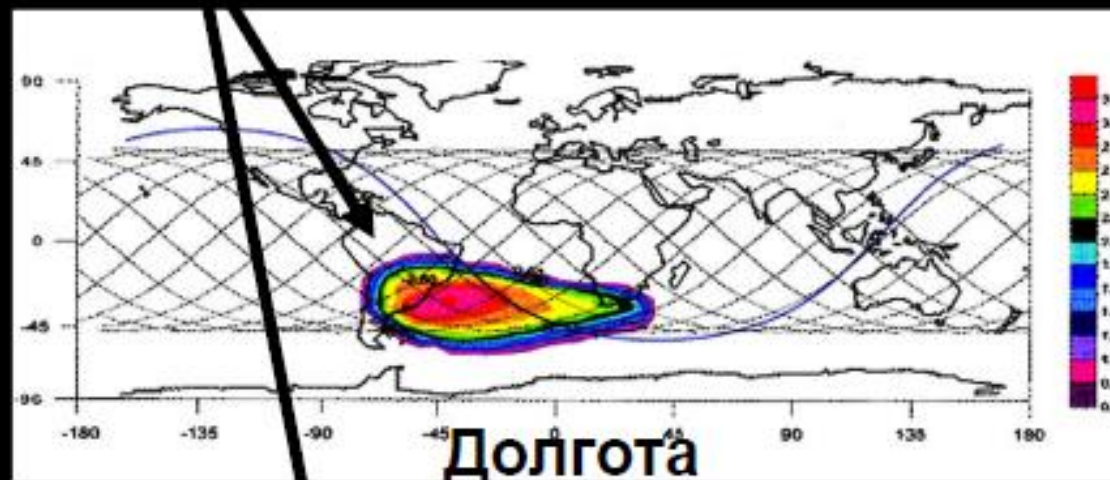
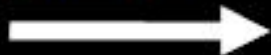
Частицы РПЗ



Минимум СА



Максимум СА



Основные радиационные факторы в космическом пространстве

- галактические космические лучи (ГКЛ)
- солнечные космические лучи (СКЛ)
- радиационные пояса
- альбедное излучение атмосферы
- собственное излучение космического аппарата

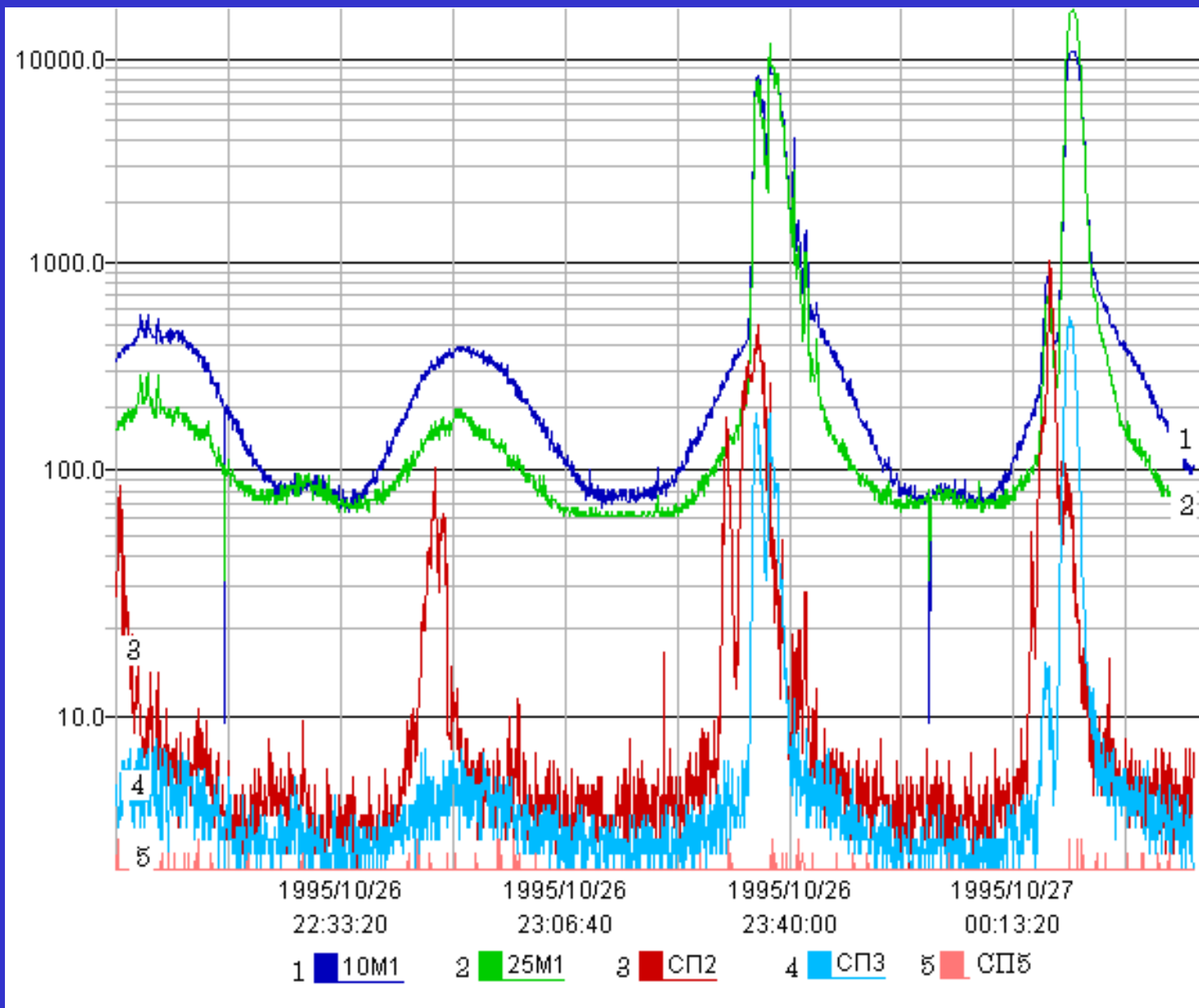
проявления в околоземном пространстве:

ГКЛ – широтный ход фоновой интенсивности

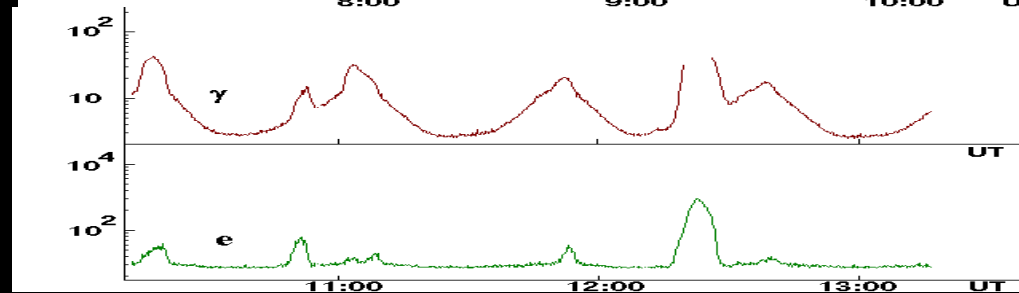
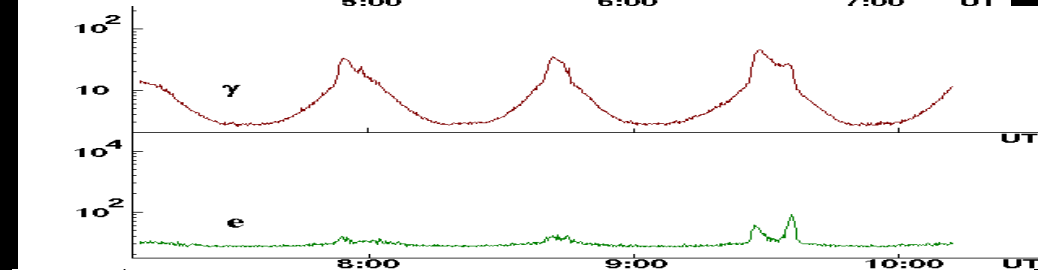
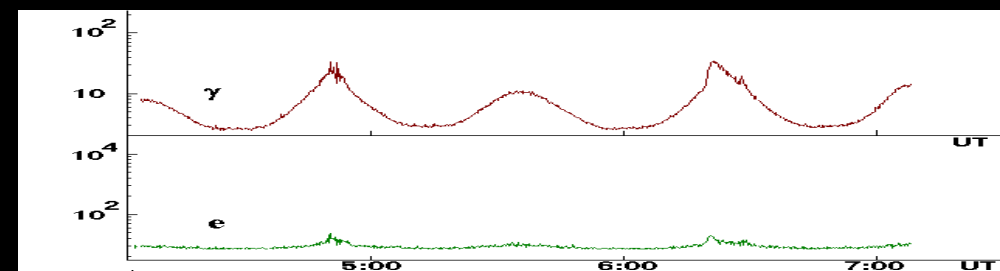
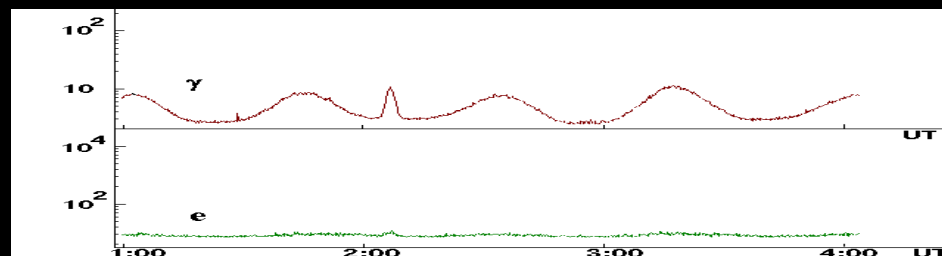
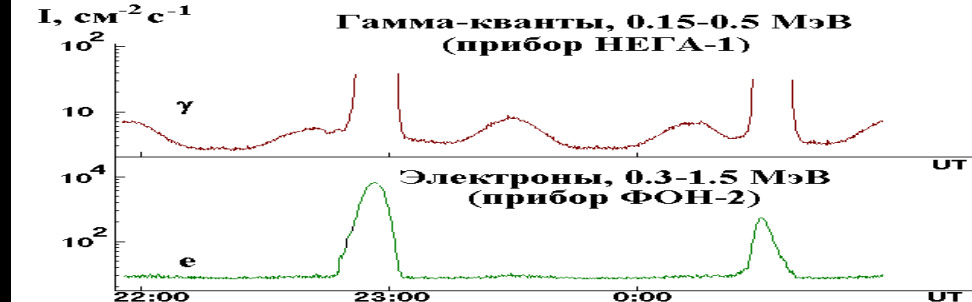
СКЛ – спорадические возрастания интенсивности фона в области полярных шапок

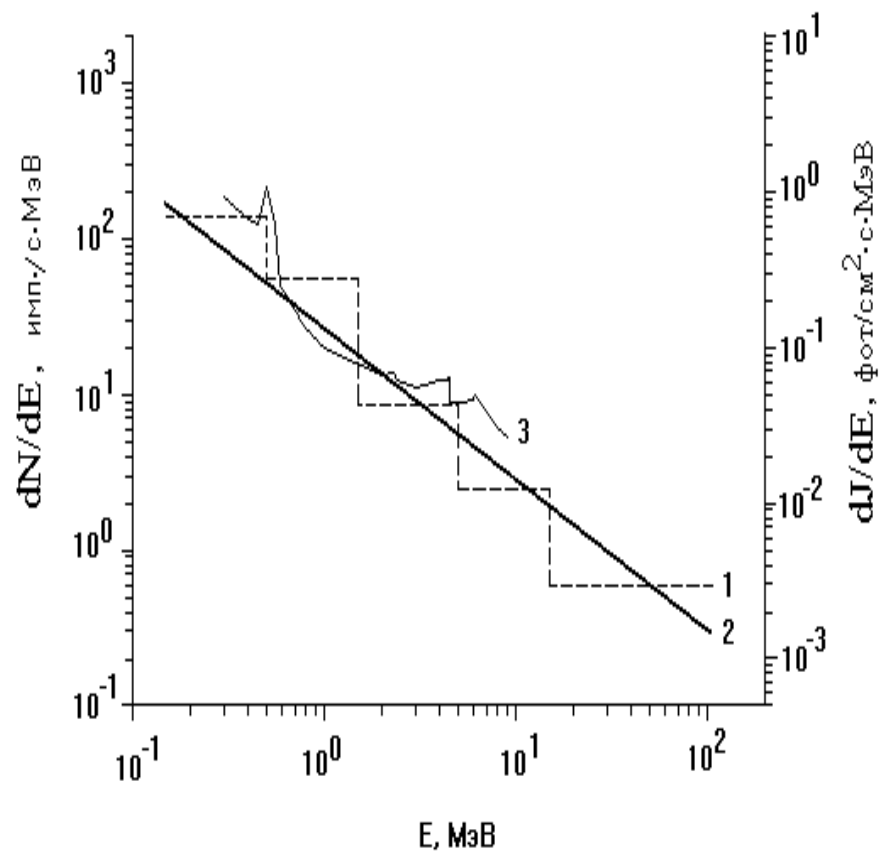
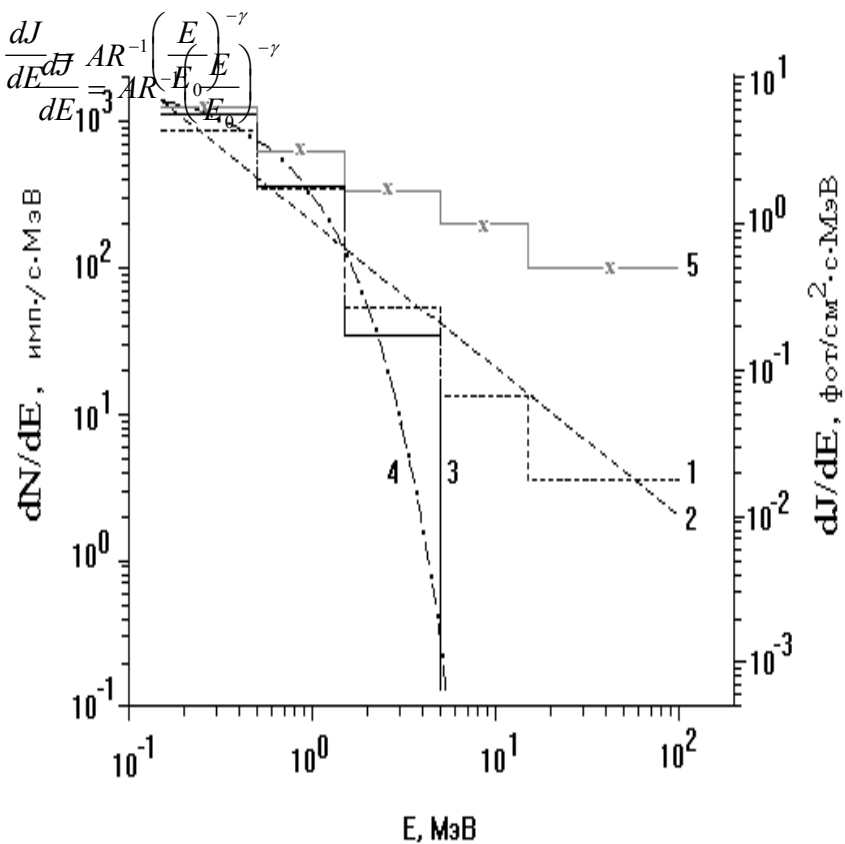
Радиационные пояса – регулярные возрастания интенсивности фона при их пересечении

Атмосферное альбедо – дополнительный широтный ход

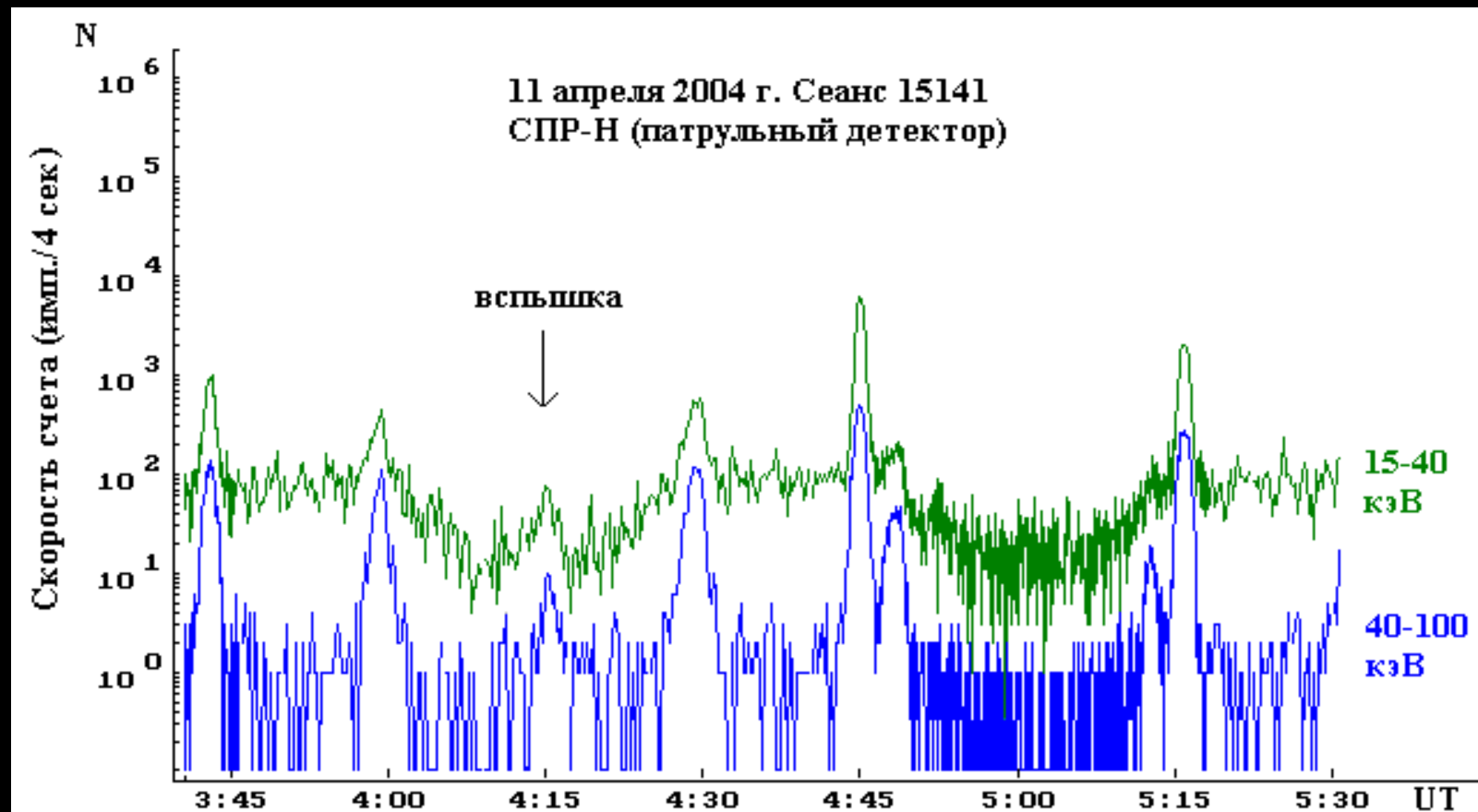


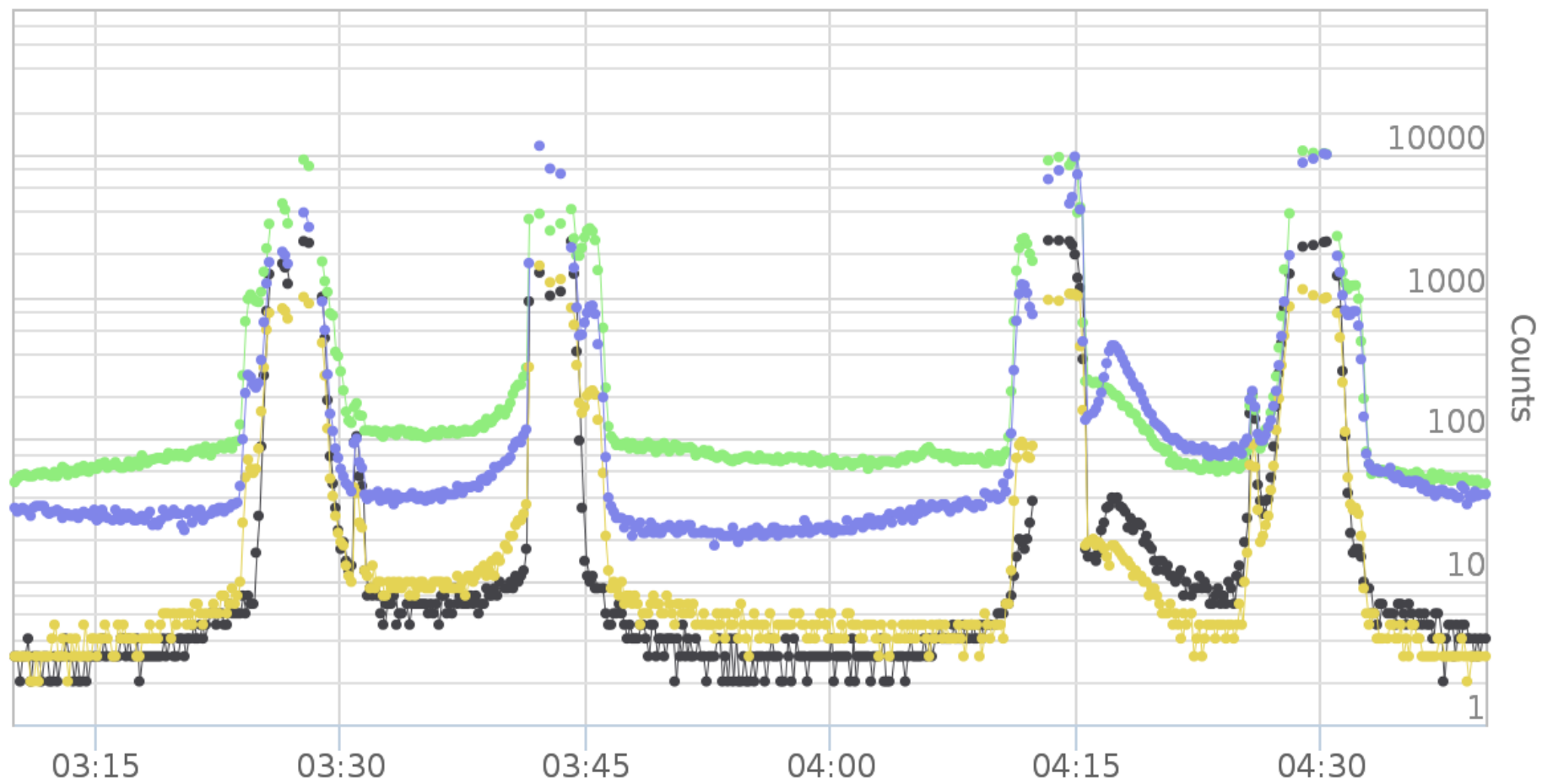
Представление эксперимента ГРИФ временных зависимостей скоростей счета в каналах приборов: РХ-2 - (1) счет рентгеновских фотонов 0,01-0,05 МэВ, (2) счет рентгеновских фотонов 0,025-0,05 МэВ и “Фон-2” - (3) счет электронов 0.15-0.3 МэВ, (4) счет электронов 0,3-1,5 МэВ



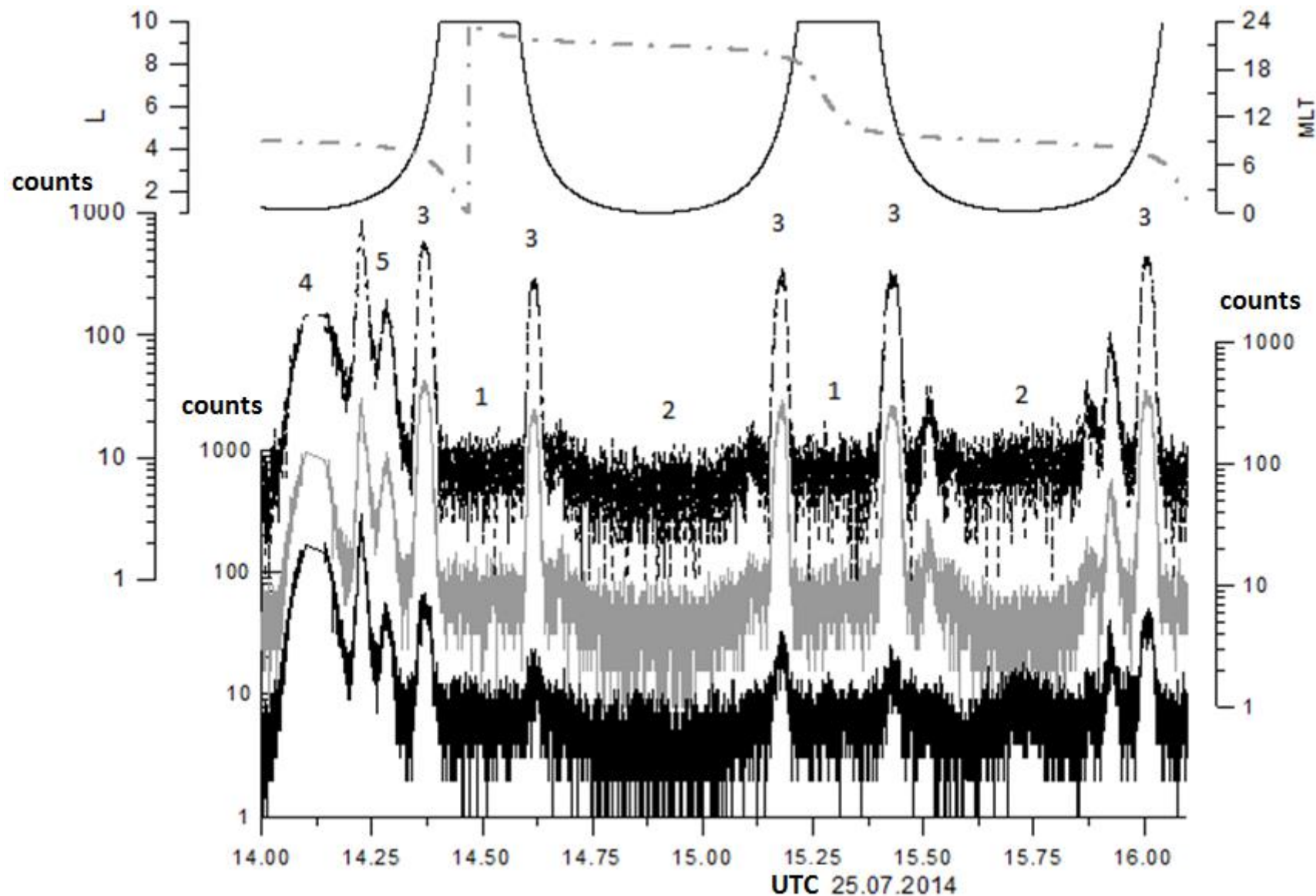


Спектры различных компонентов гамма-излучения на станции "Мир" в районе экватора. Слева: локальное излучение (1, эксперимент, 2-модель), наведенное излучение (3-эксперимент, 4-модель) и характерный спектр гамма-излучения в области аномалии (5). Справа: спектр гамма-излучения атмосферы Земли по данным прибора НЕГА-1 (1-эксперимент, 2-модель) и *SMM* [248] в пересчете на параметры прибора НЕГА-1 (3).

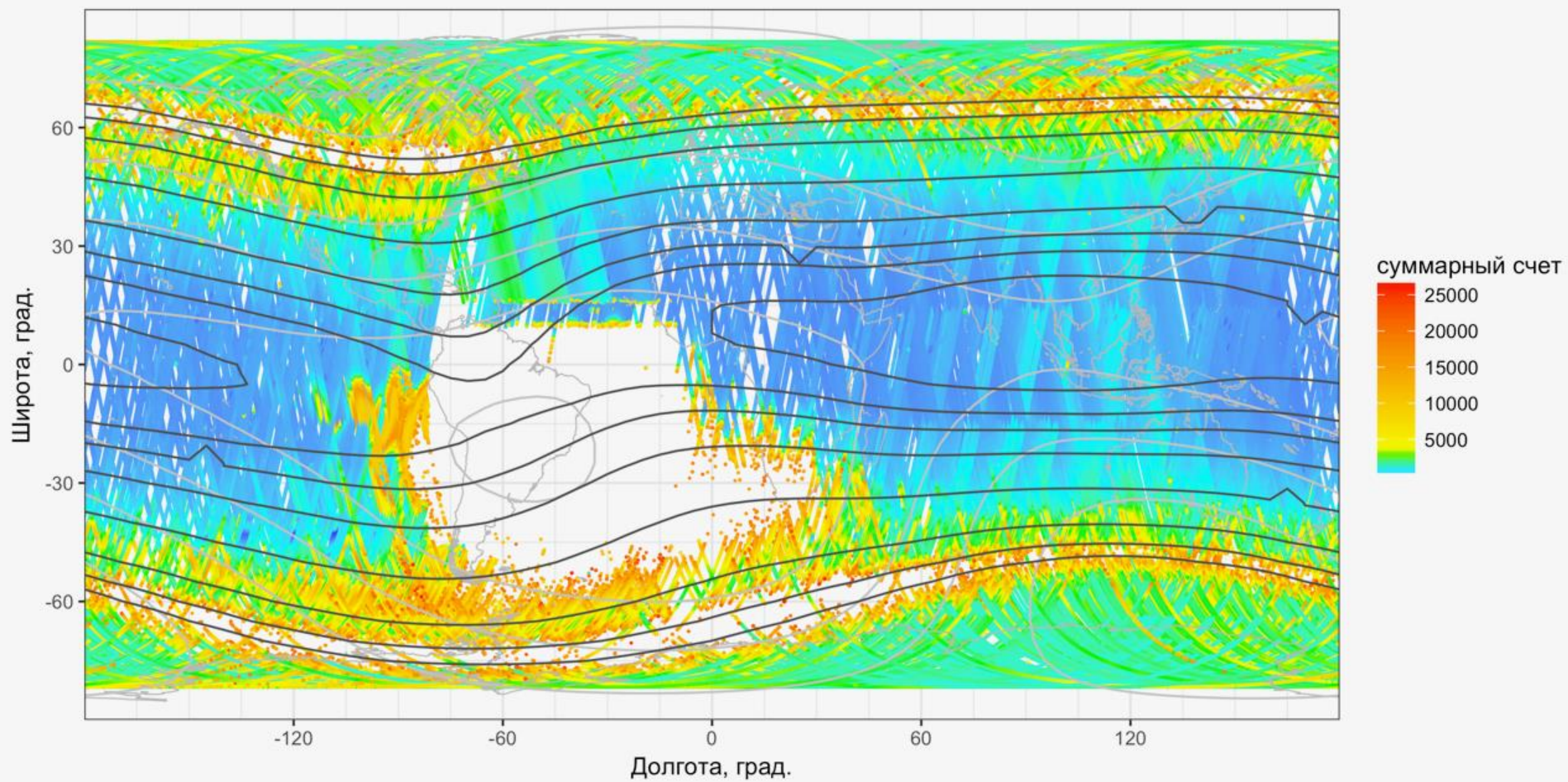


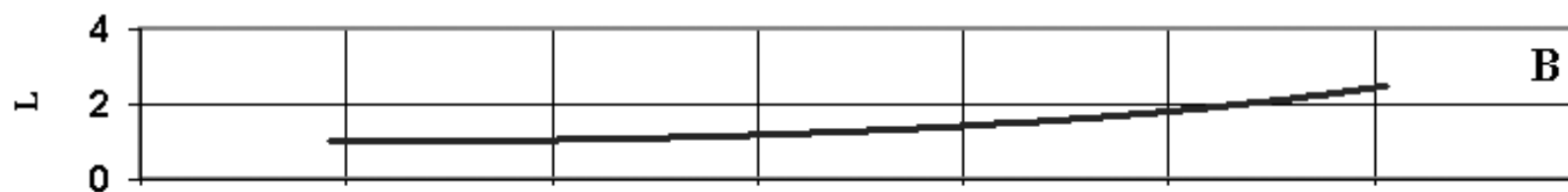
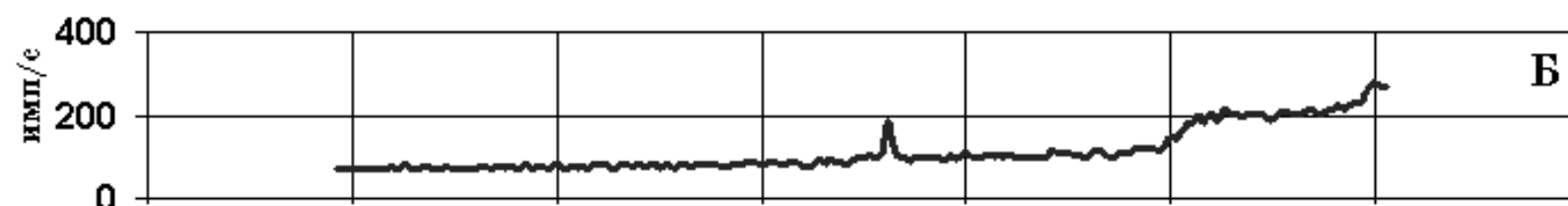
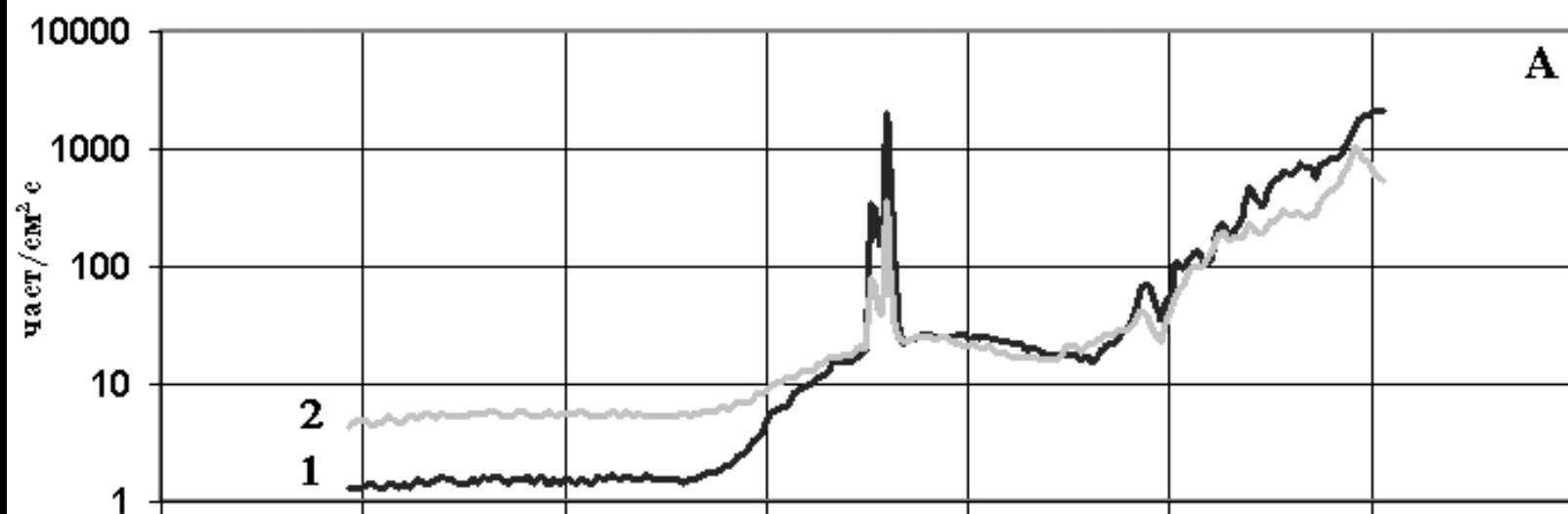


—● NaI 1-3 —● NaI 3-1 —● NaI 3-3 —● NaI 1-1



DRGE-31, DRGE-32, DRGE-33 counts along orbit, 1 – polar cap, 2 – near equator, 3 – outer belt, 4- Brazil Anomaly, 5 – precipitation and quasi-trapped particles

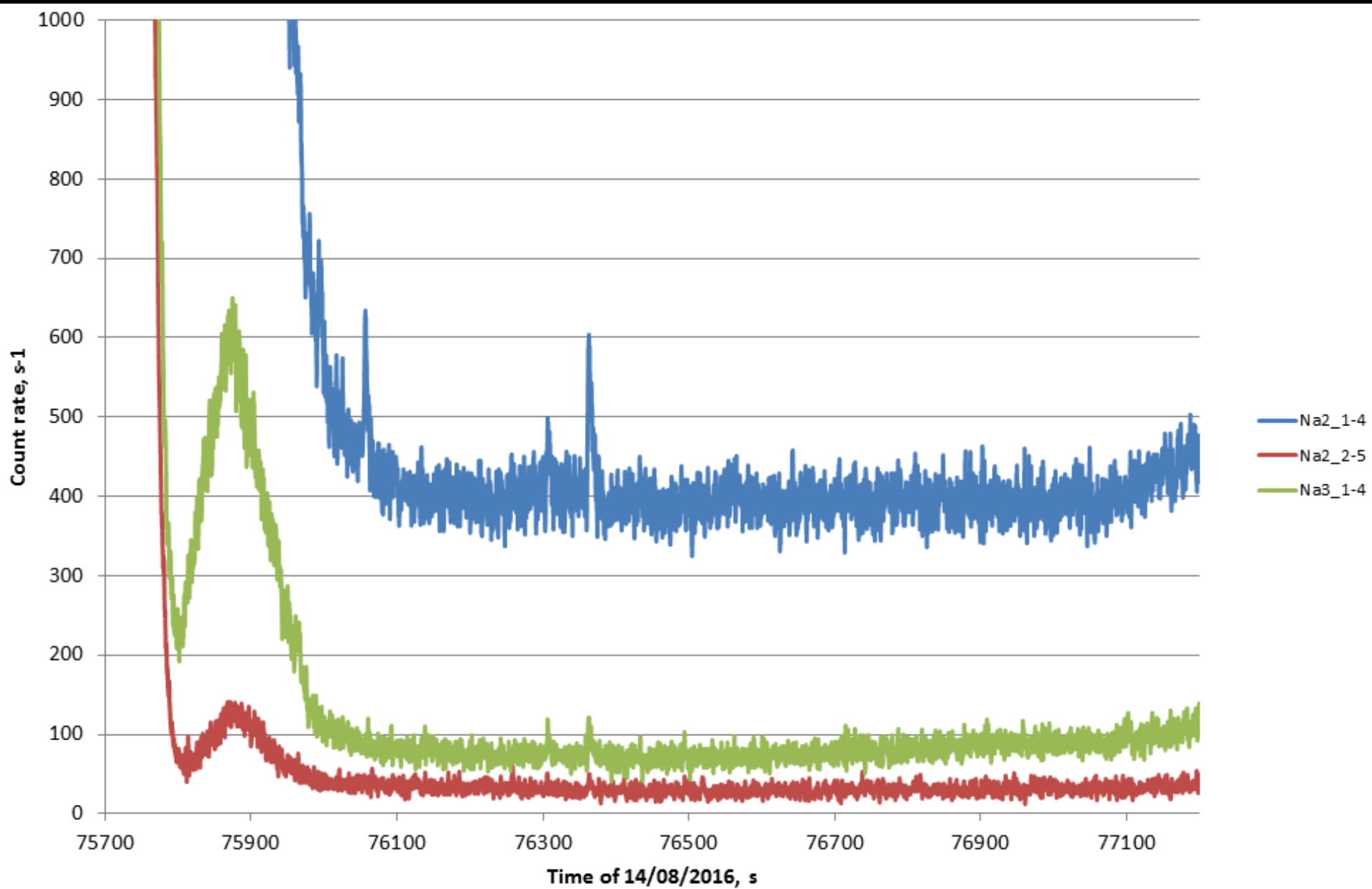


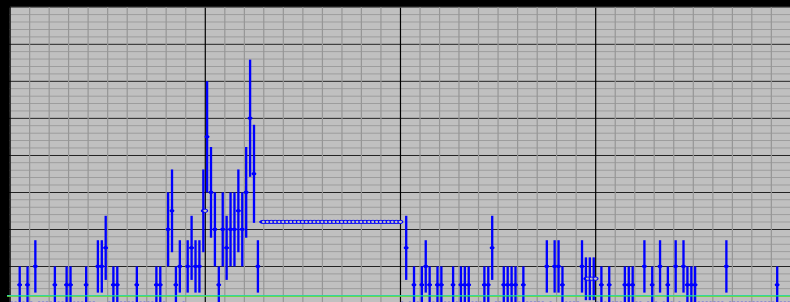
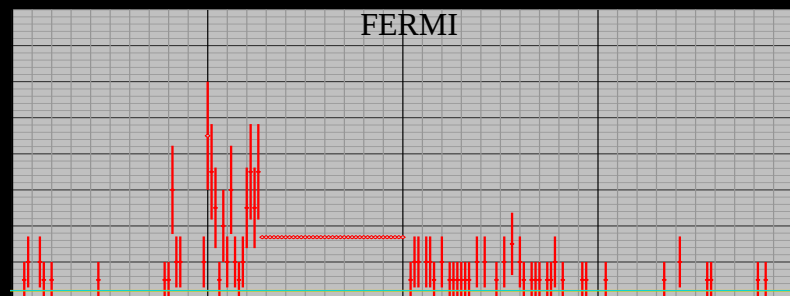
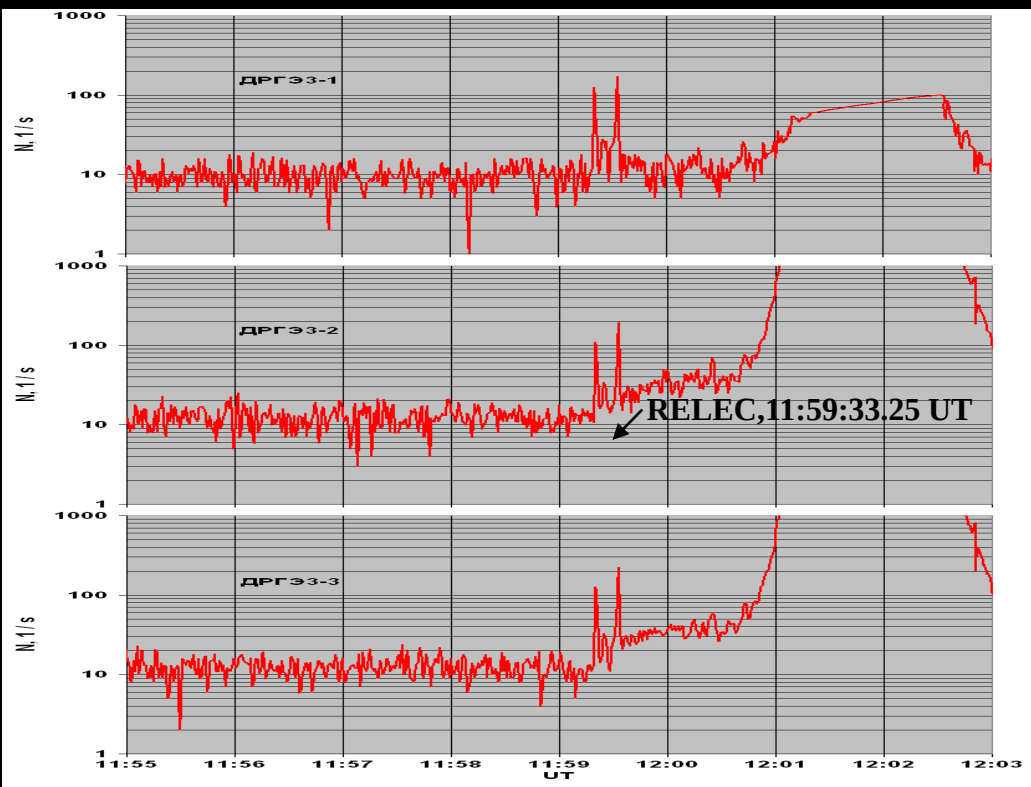


21:46

13.01.1996

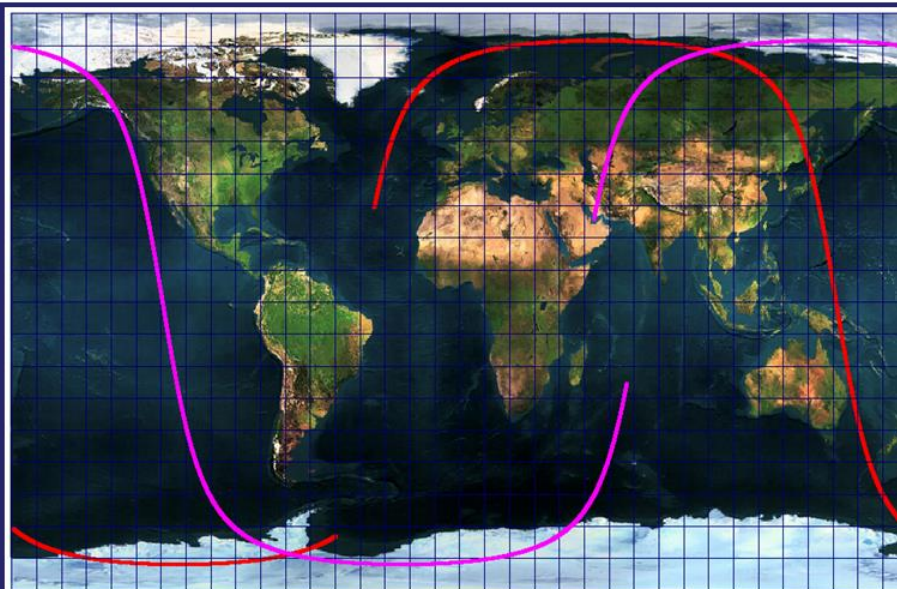
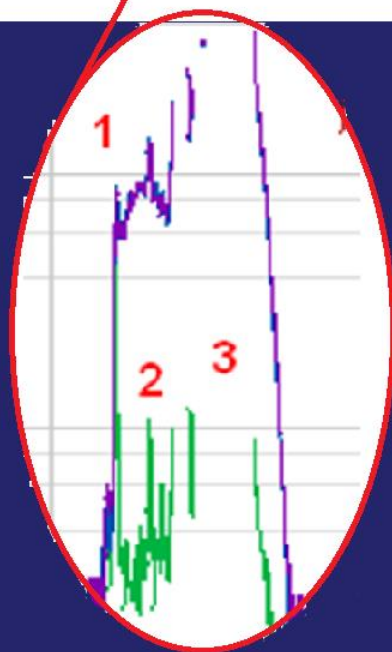
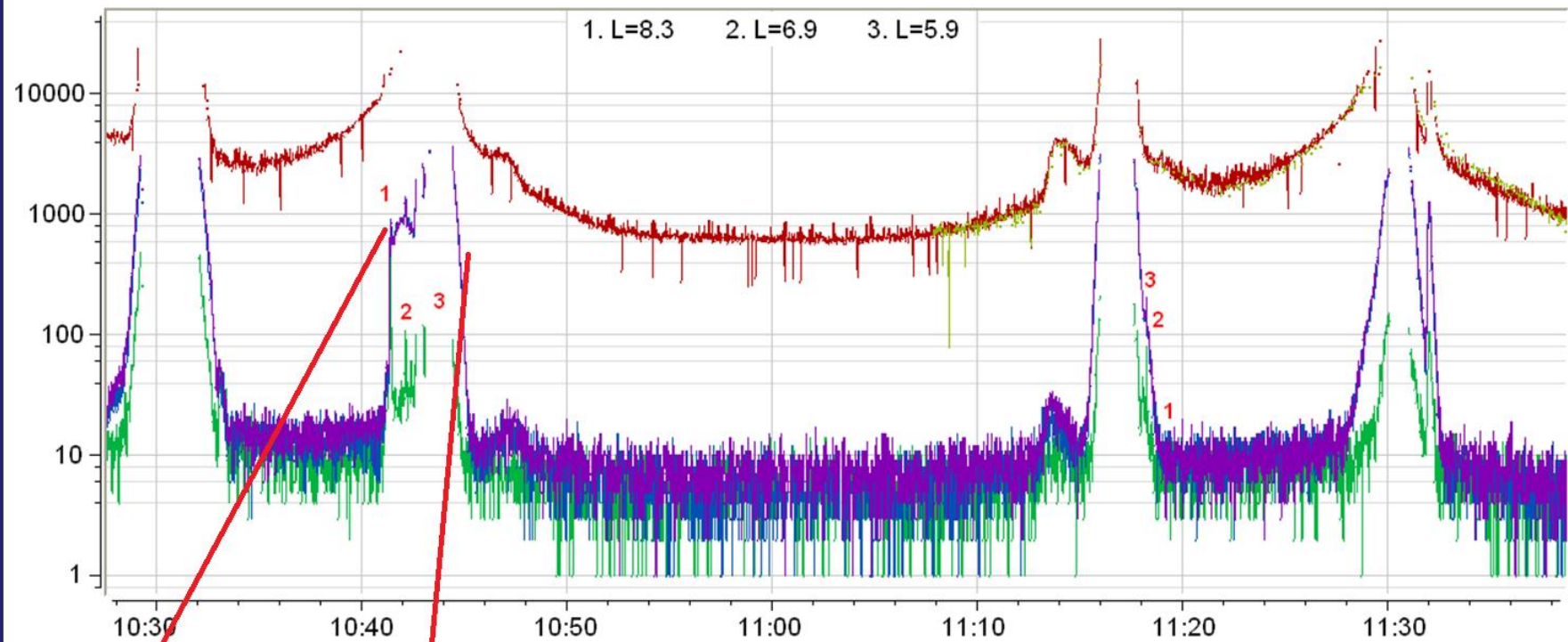
22:03



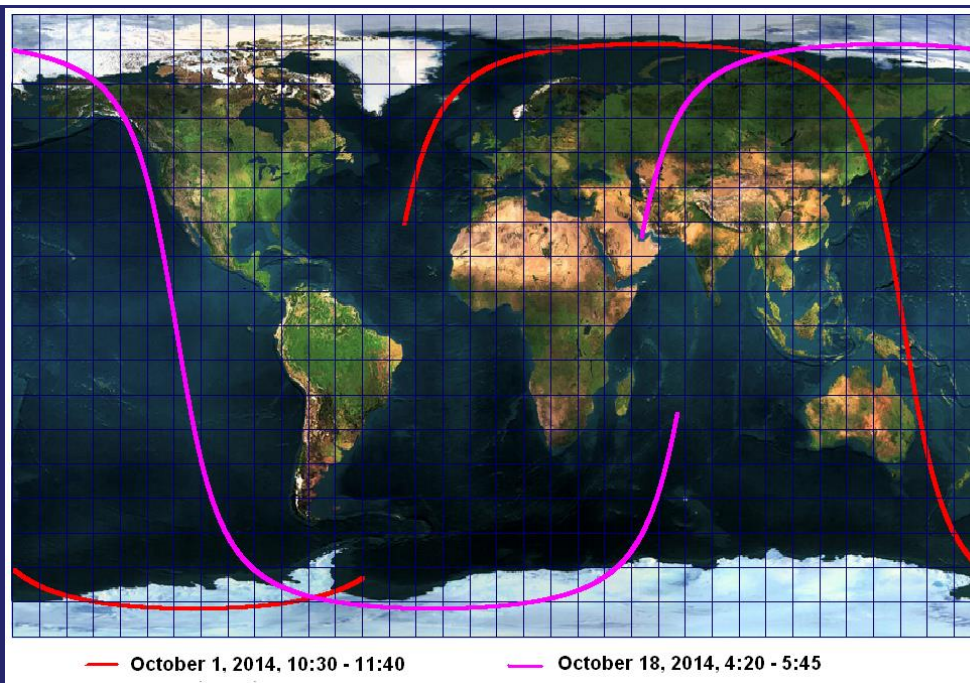
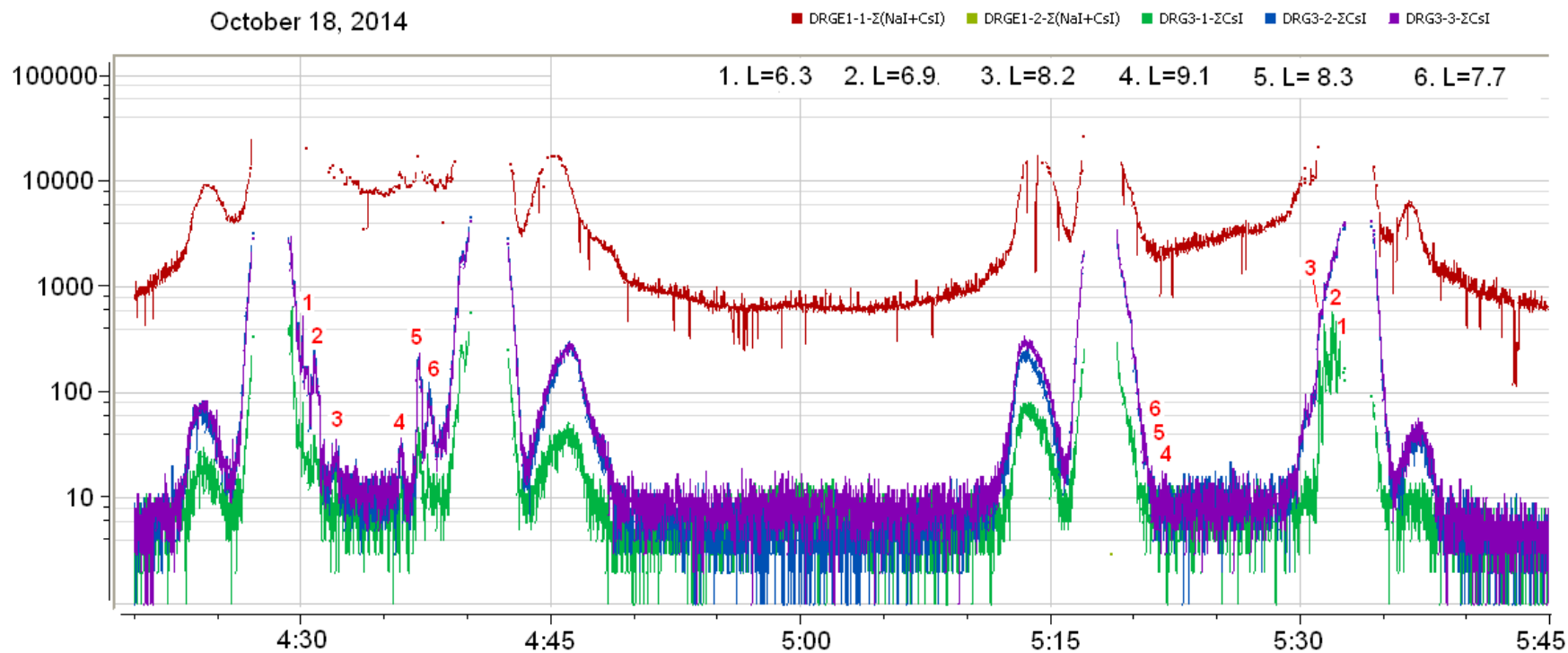


October 1, 2014

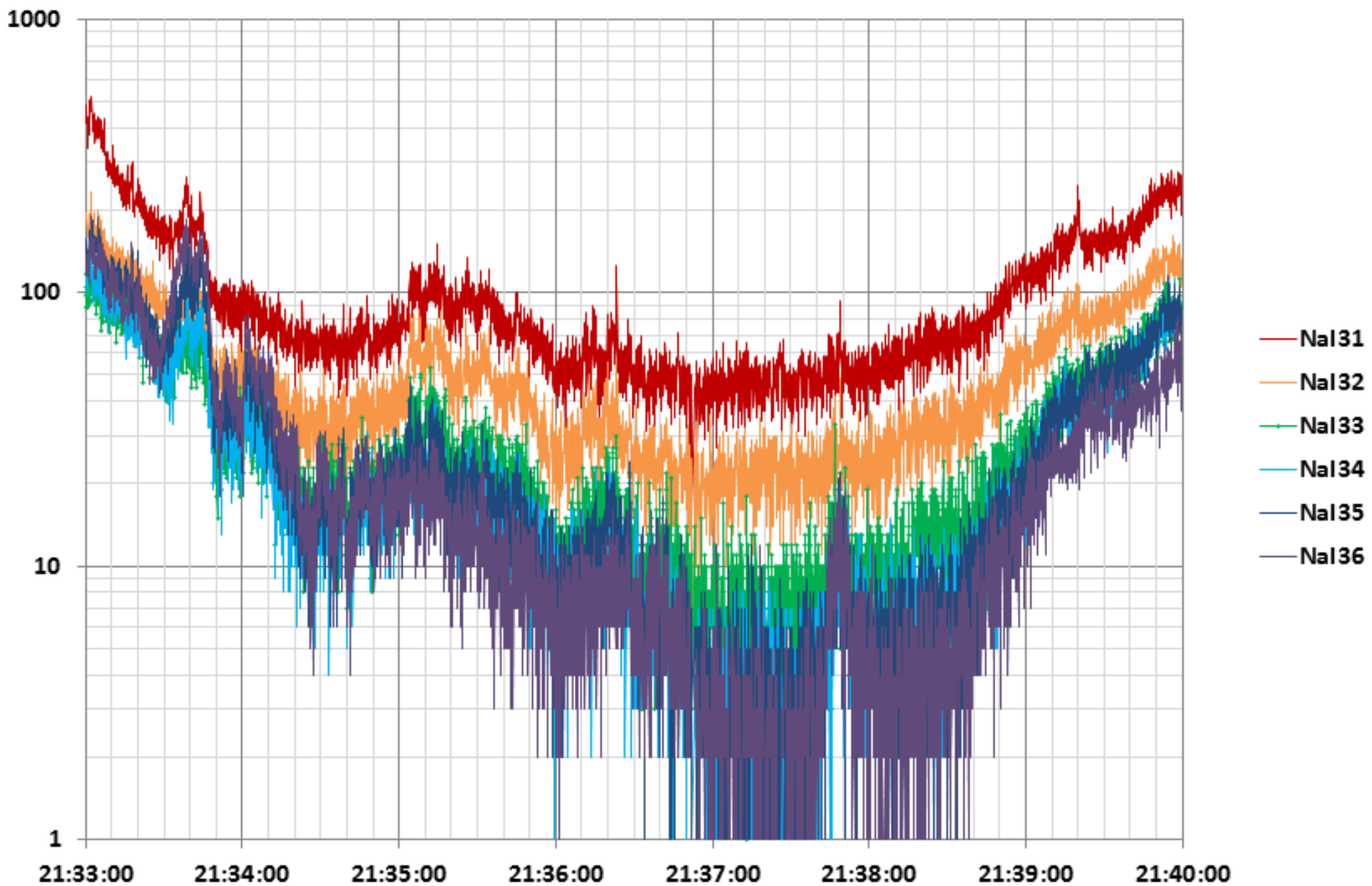
DRGE1-1-Z(NaI+CsI) DRGE1-2-Z(NaI+CsI) DRG3-1-ZCsI DRG3-2-ZCsI DRG3-3-ZCsI



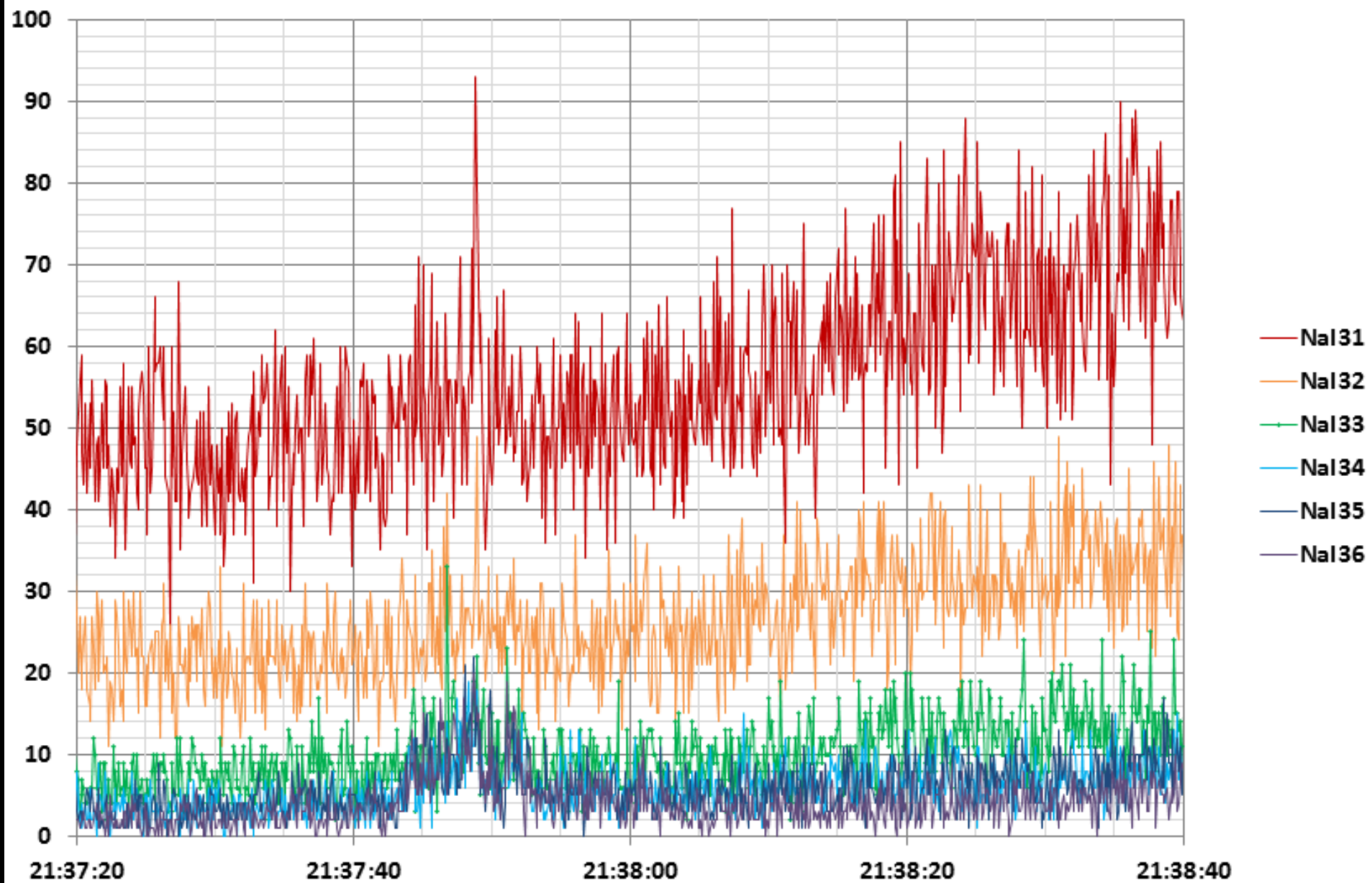
October 18, 2014



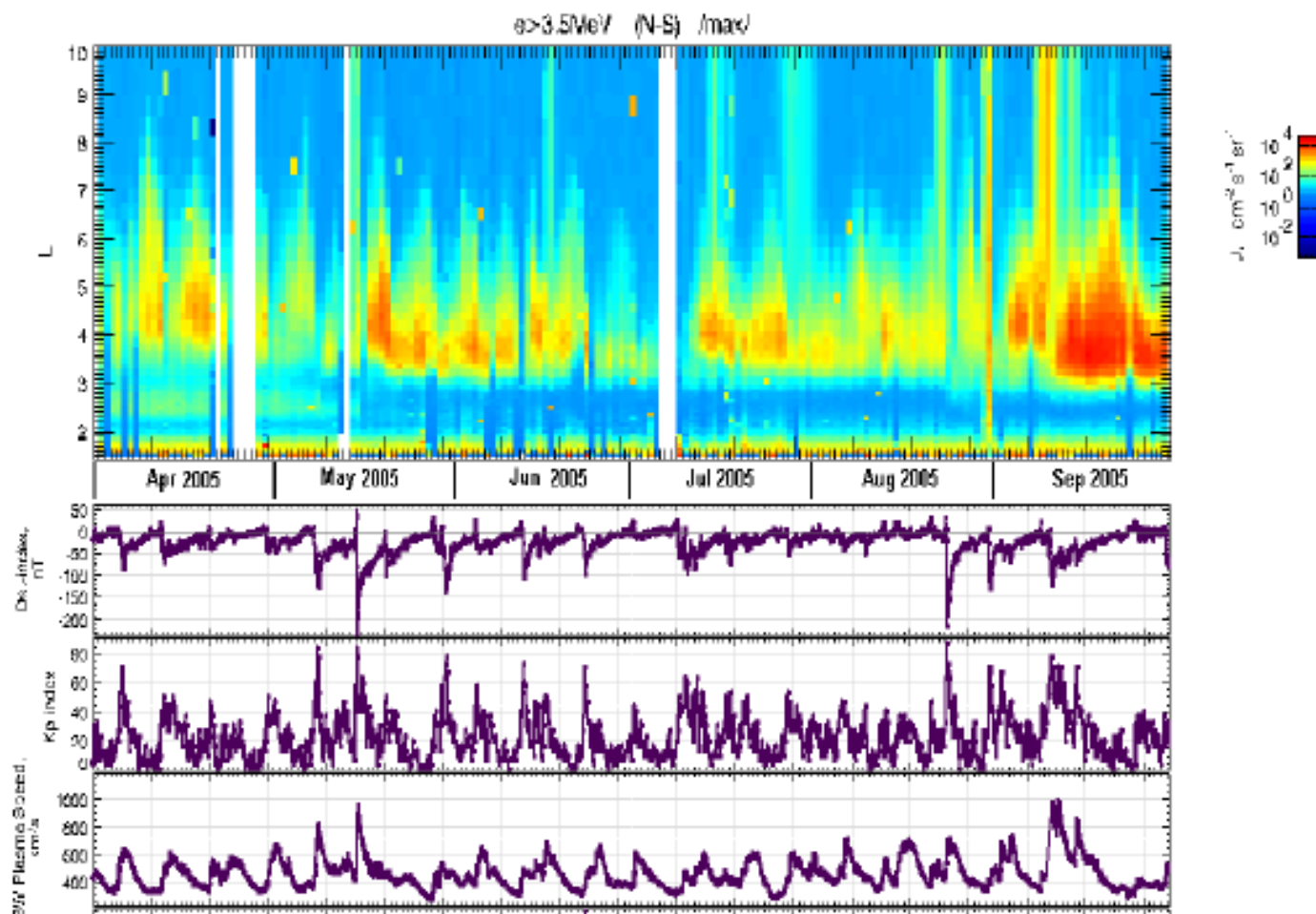
BDRG 3 NaI



BDRG 3



Геомагнитная активность и вариации внешнего радиационного пояса

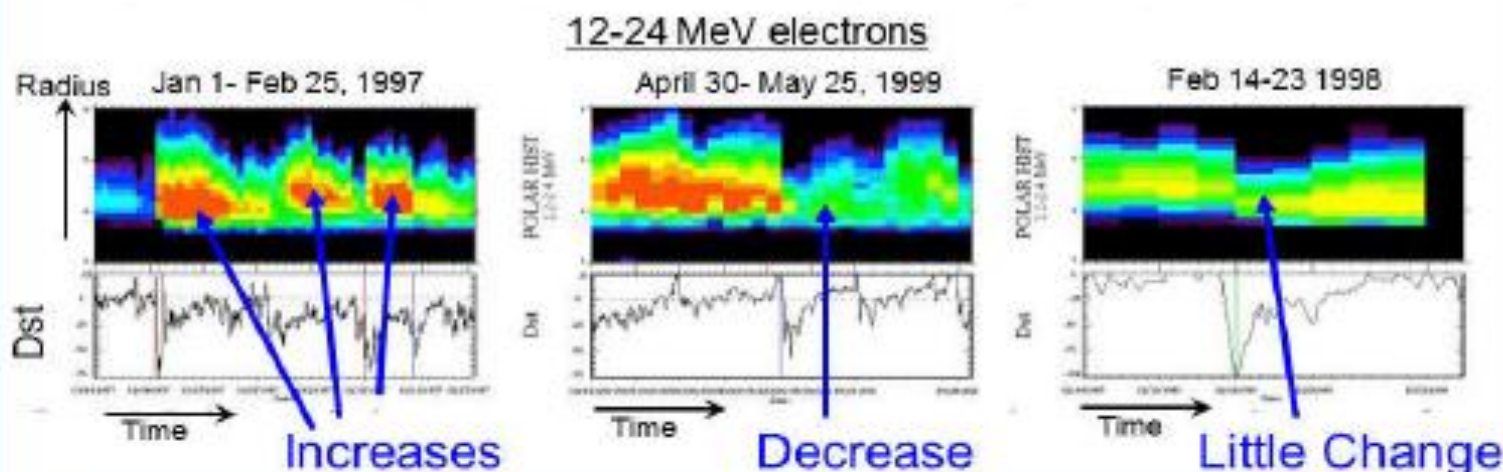


«Университетский-Татьяна» $e > 3.5 \text{ MeV}$

Вариации внешнего радиационного пояса

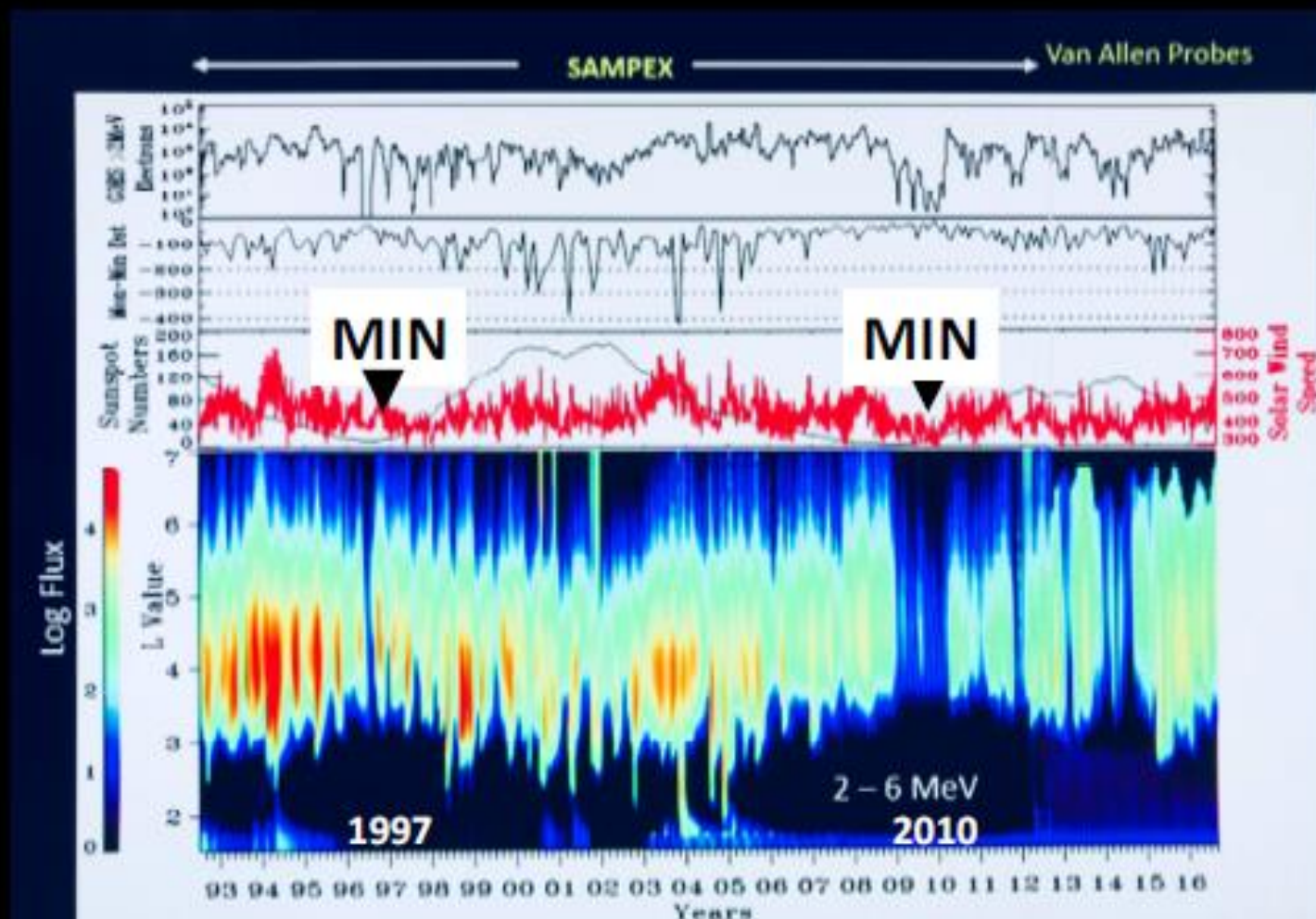
Radiation Belt Responses are Unpredictable

Response of radiation belt electrons to **geomagnetic storms** (measured by geomagnetic index Dst) cannot yet be predicted.

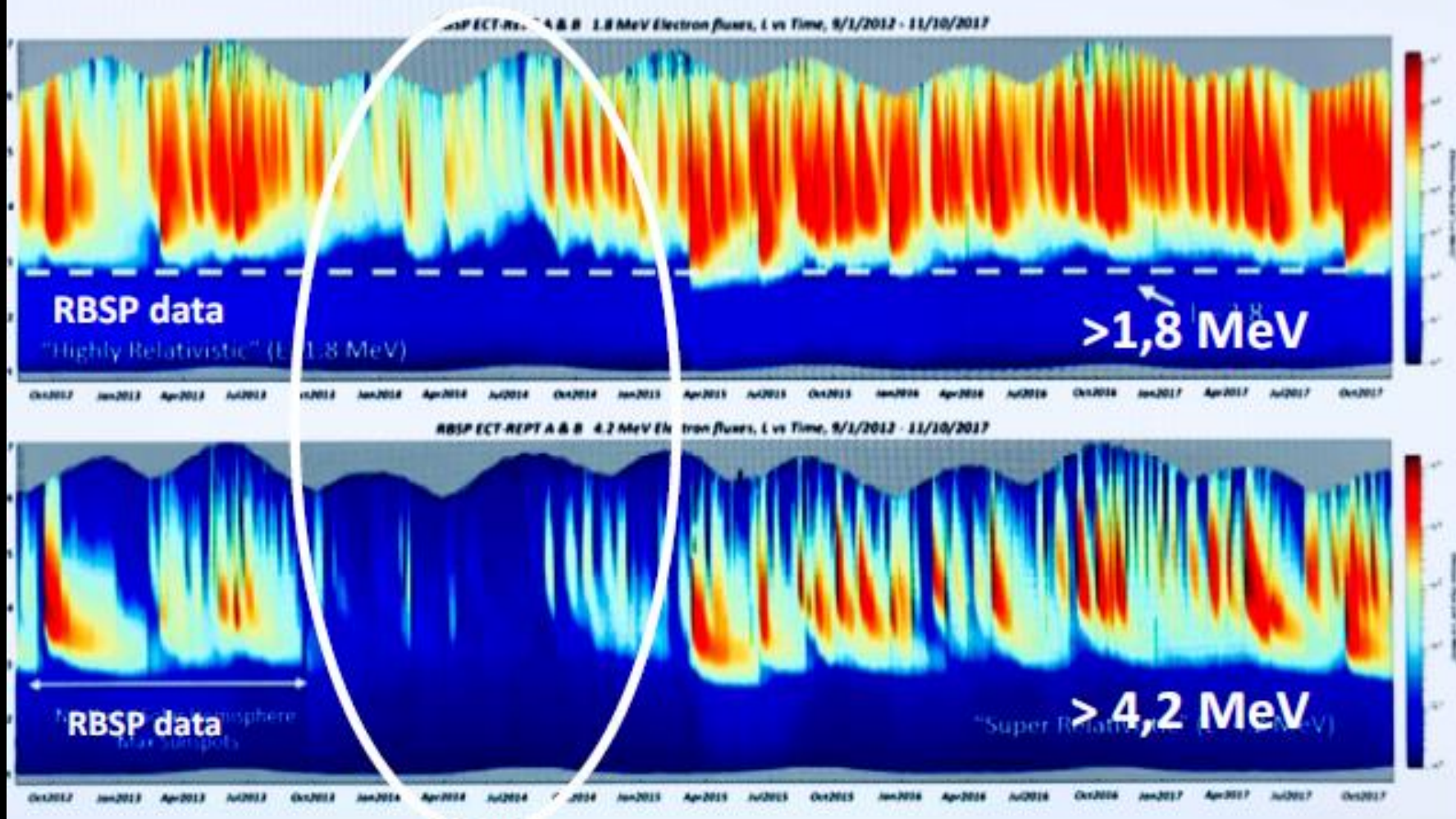


We do not understand the **fundamental physics**: the response of acceleration and loss mechanisms to solar-induced geomagnetic storms

Вариации электронных РП (2-6 MeV)



Вариации релятивистских электронов во внешнем РП



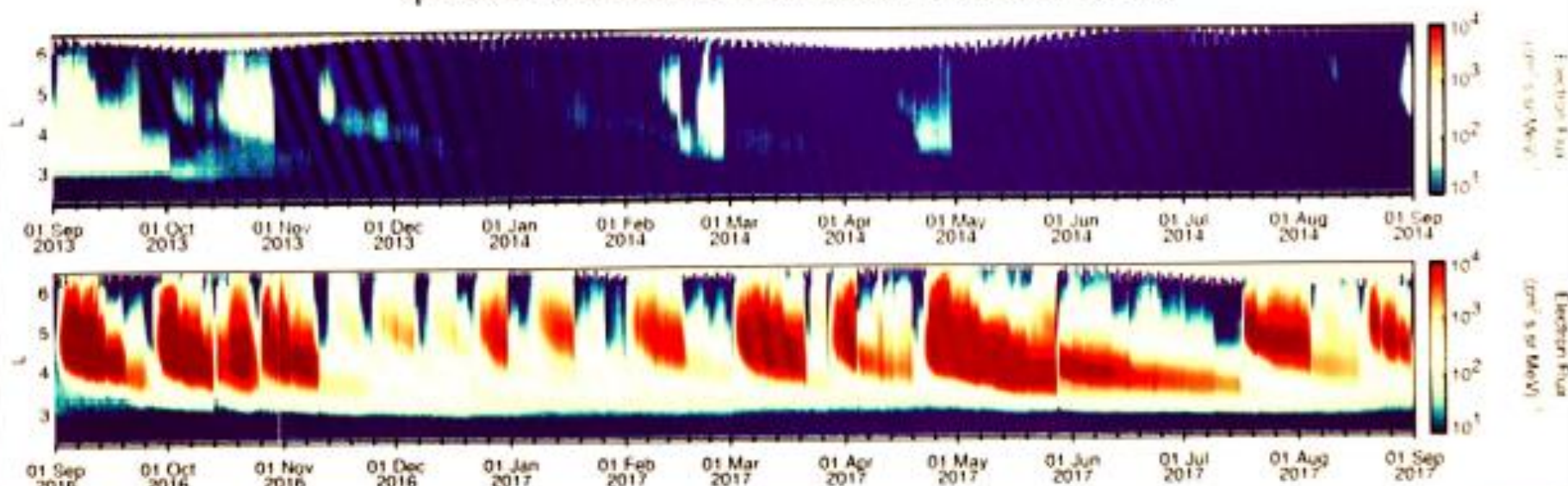
2013 -2014

Oct., 2012

Oct., 2017

Вариации релятивистских электронов > 4,2 MeV во внешнем РП

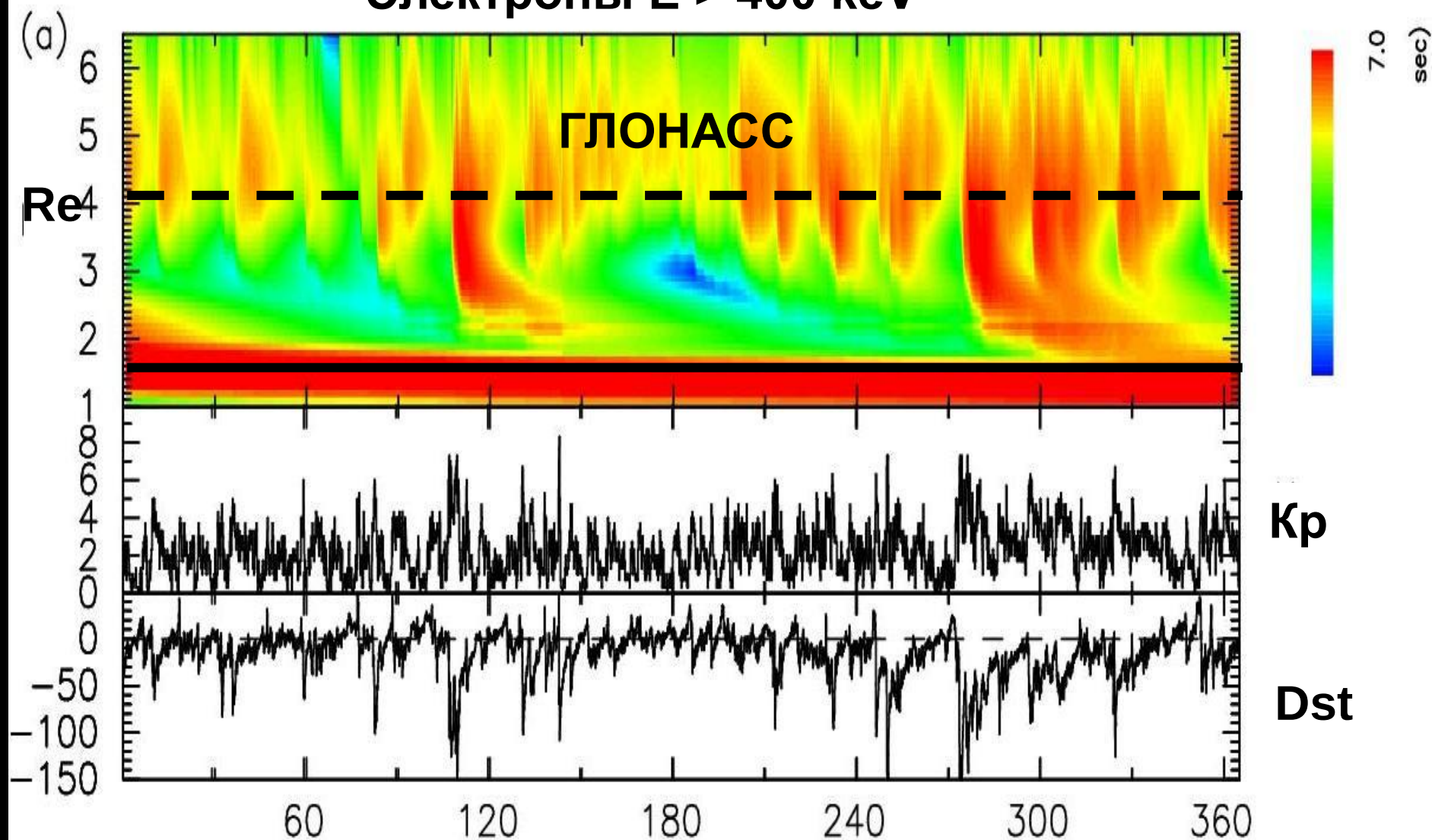
4.2 MeV electrons in the outer radiation belts



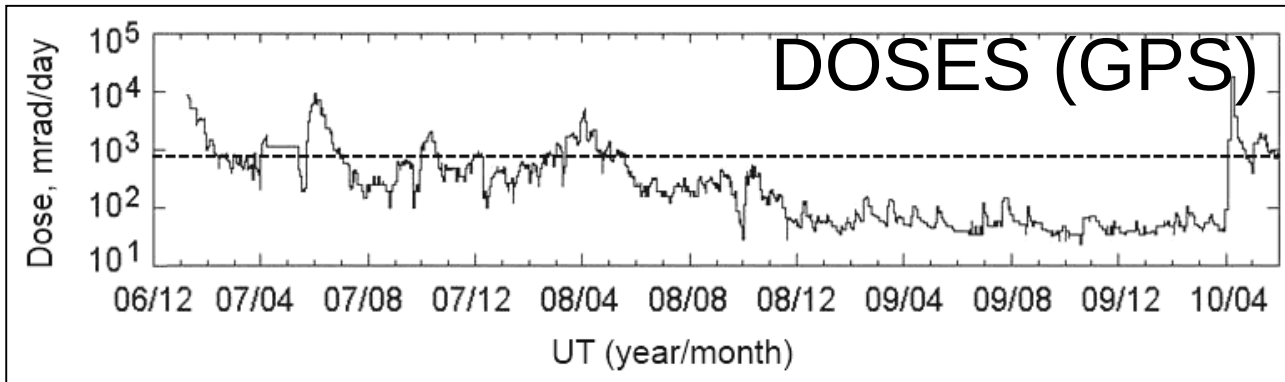
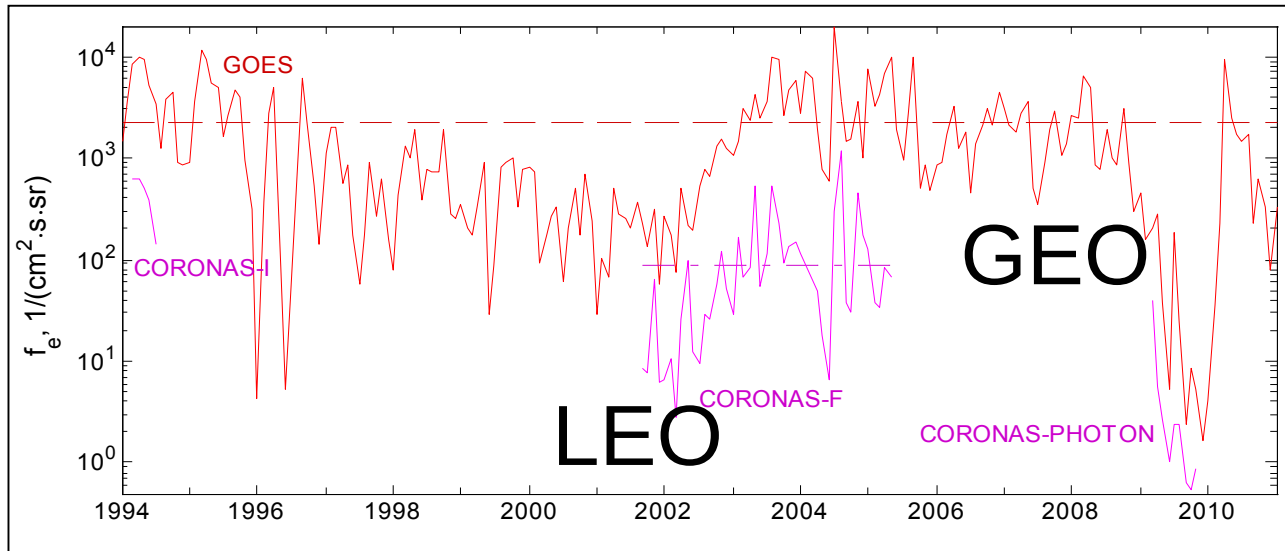
В течение 2-х лет (2013- 2014) во внешнем РП
не было электронов с $E > 4.2 \text{ MeV}$!

Опасность для GPS, GEO – спутников в 2016-2017 г.г.

Электроны $E > 400$ keV

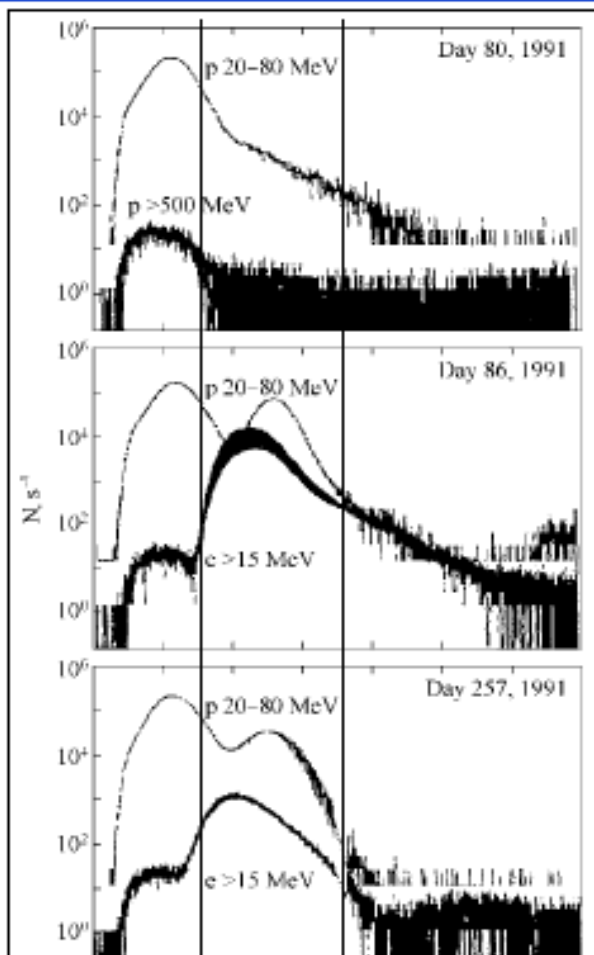


Long-term variations of Earth's radiation belts



Вверху: вариации потоков релятивистских электронов на геостационарной орбите (GEO) и на малых выстоах (LEO). Внизу: дозы радиации на орбите Глонасс (GPS). Пунктир – модельные расчеты.

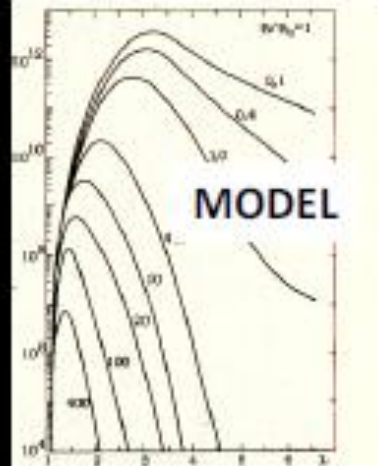
Быстрые вариации потоков релятивистских частиц в радиационных поясах Земли



«CRESS – эффект»

Данные 1991 г. : в течение нескольких минут потоки электронов с энергией >15 МэВ и протонов с энергией > 20 МэВ возросли более, чем на порядок величины во время магнитной бури. В результате, на расстоянии 2-3 радиусов Земли сформировался новый пояс частиц, представляющий реальную угрозу для космических аппаратов

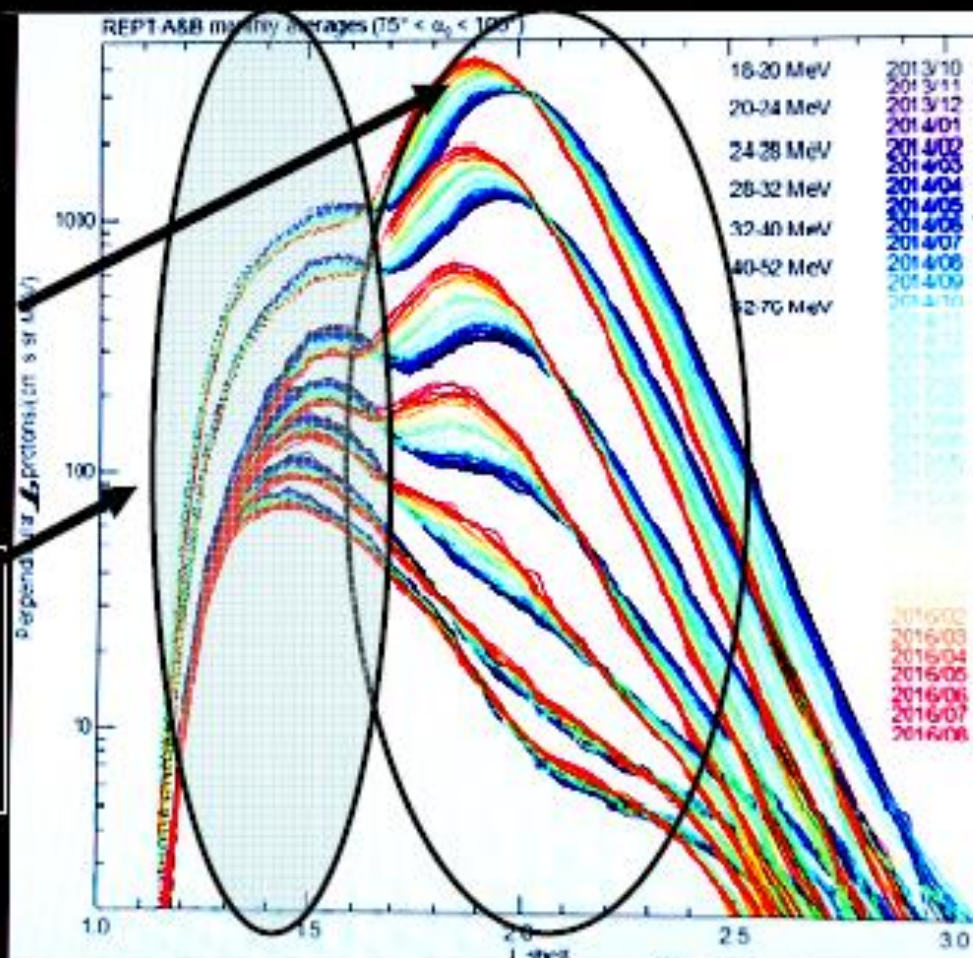
НЕОБХОДИМОСТЬ МОНИТОРИНГА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ



Вариации протонного пояса (>16 MeV)

Радиальная
диффузия
солнечных
протонов

CRAND
Распад
нейтронов
альbedo



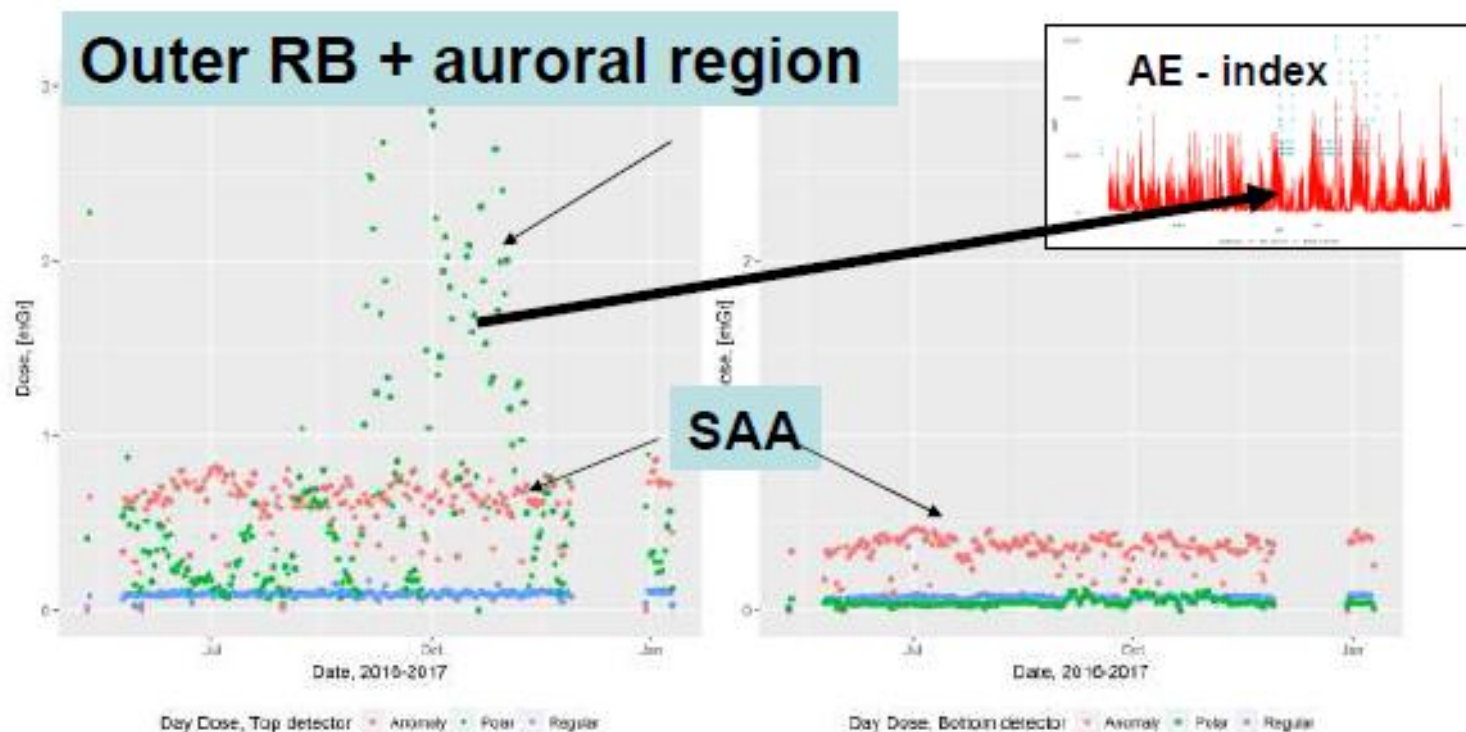
2014

RBSP

2016

Опасность для LEO- спутников в 2016

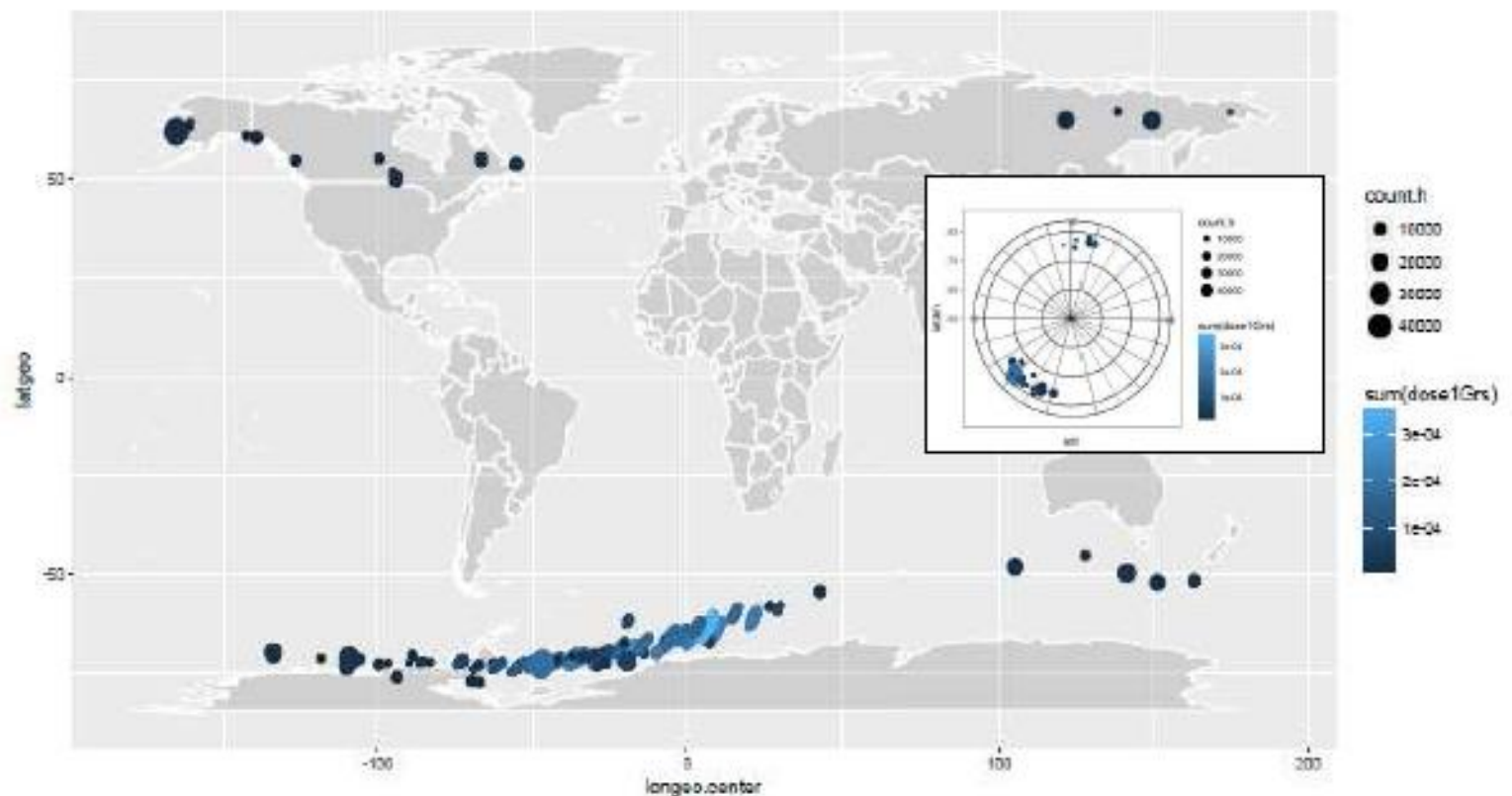
DEPRON/LOMONOSOV data



Integral daily dose for 2 different time periods

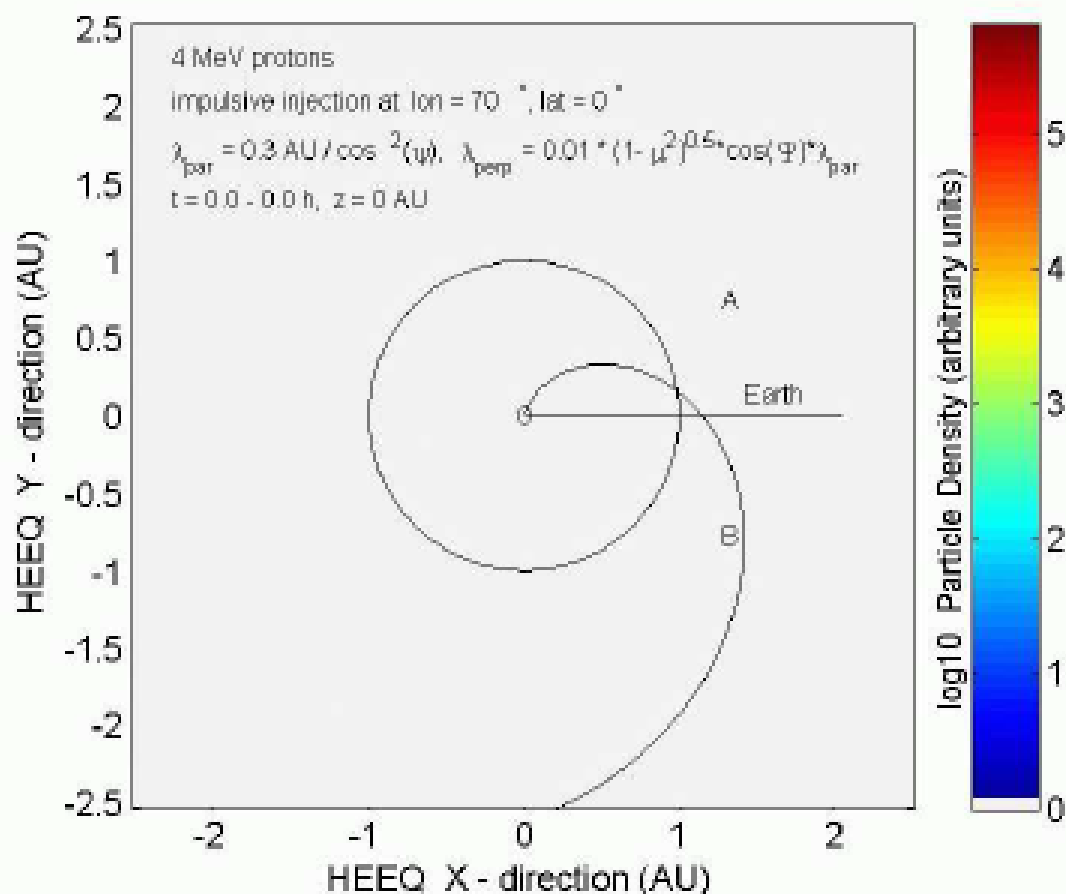
Phenomenology of TREPs: spatial characteristics

Observations in the evening and morning MLT sectors

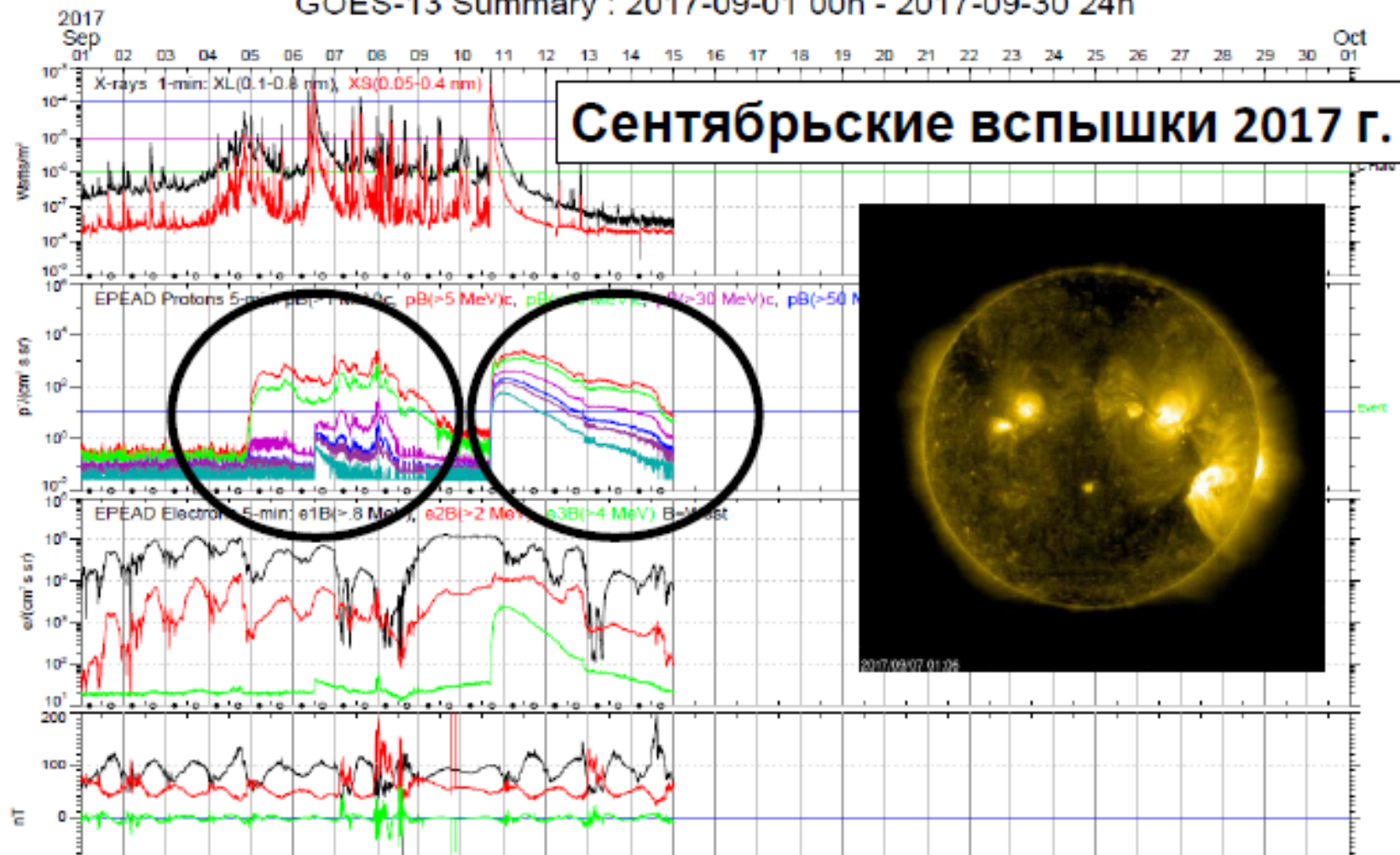


Солнечные энергичные частицы

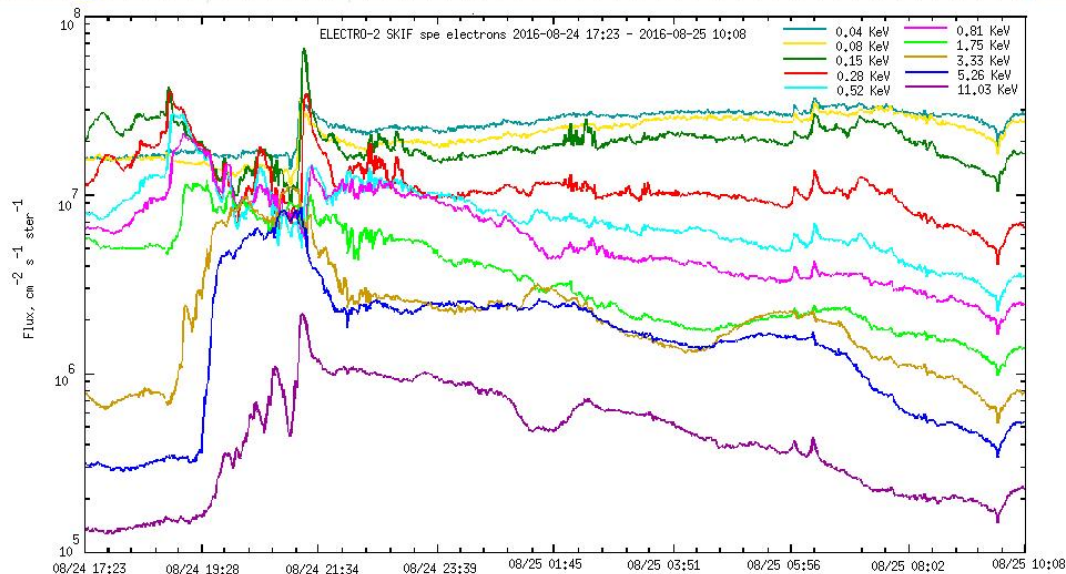
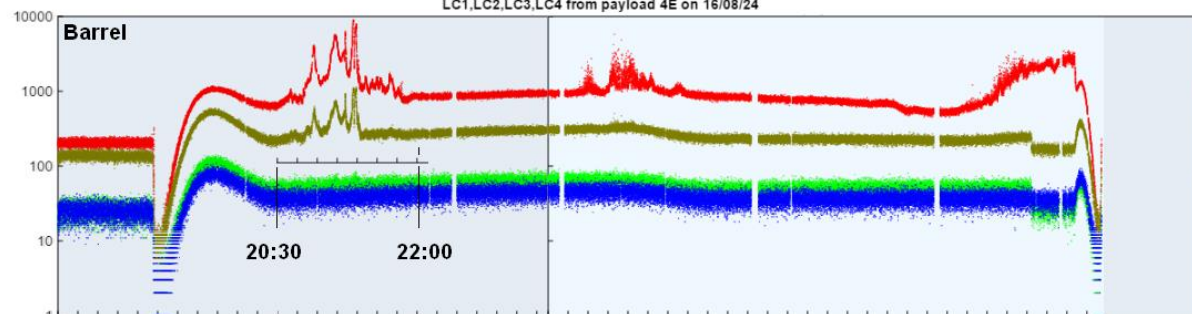
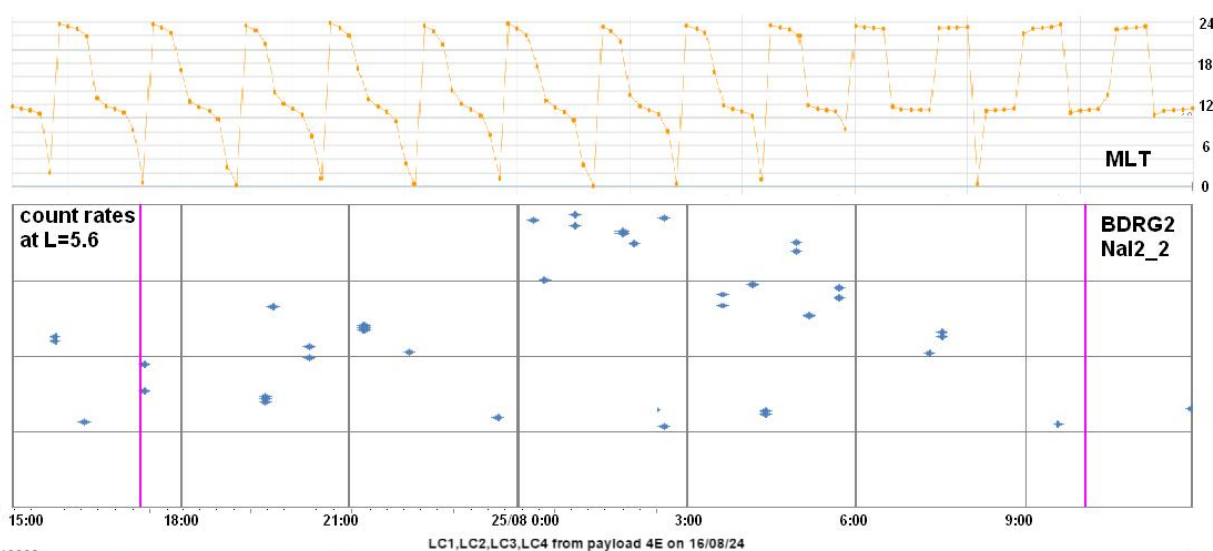
Прогноз СКЛ в настоящее время не обладает достаточной достоверностью и информативностью



GOES-13 Summary : 2017-09-01 00h - 2017-09-30 24h



**НЕОБХОДИМОСТЬ многоспутникового МОНИТОРИНГА
В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

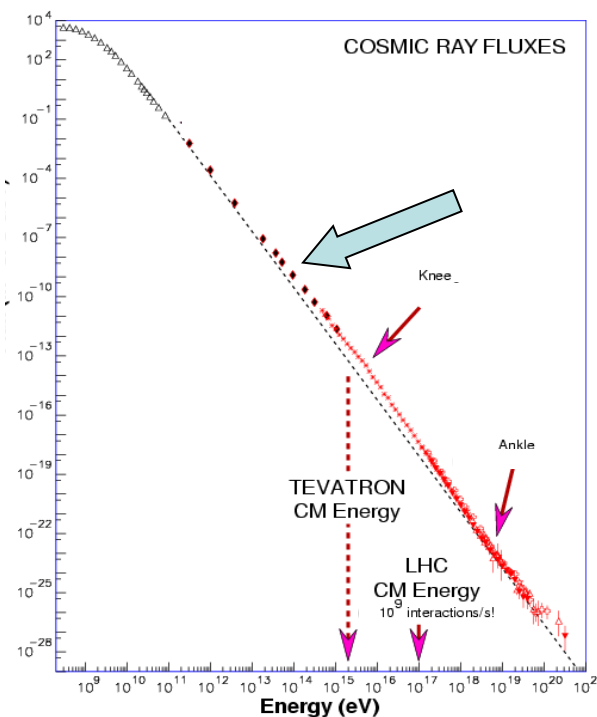
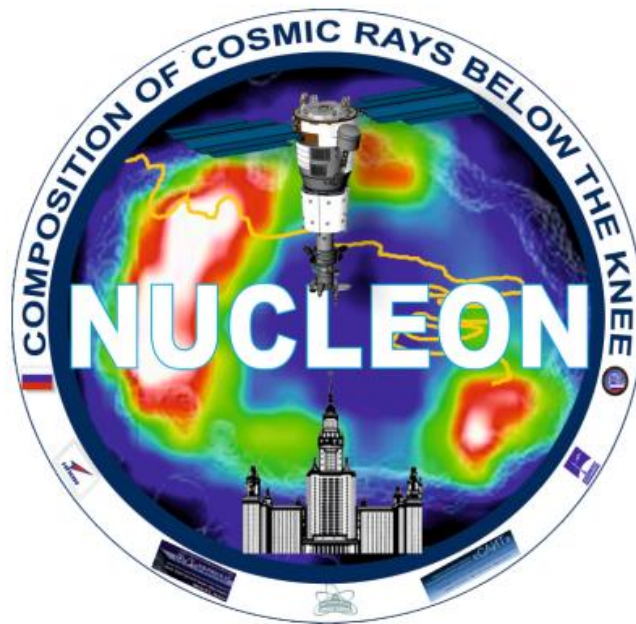
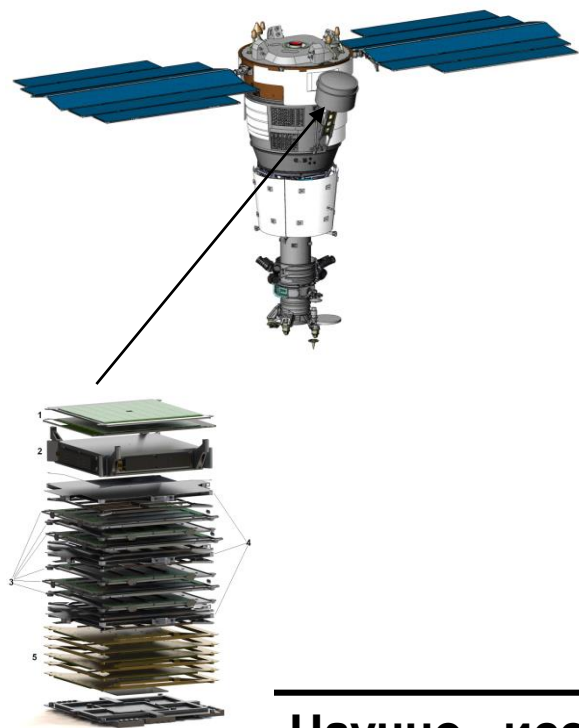


**Пример
совместных
наблюдений
высыпаний
энергичных
электронов на
спутниках
«Метеор»
(совместно с ИПГ),
«Ломоносов» и в
баллонных
экспериментах
BARELL**



Участие МГУ в выполнении Федеральной космической программы России

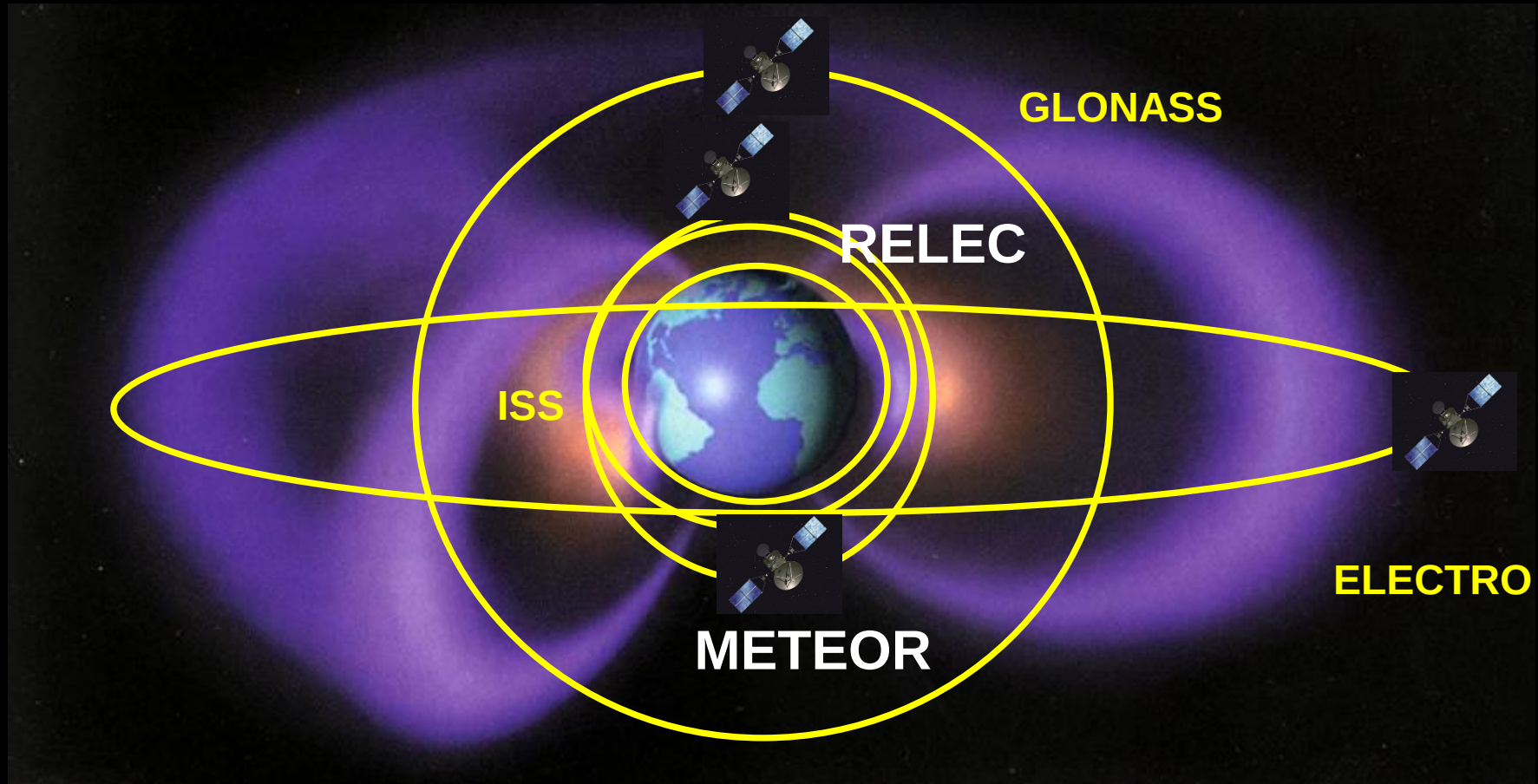
26 декабря 2014 года запущен спутник «Ресурс-П» С аппаратурой НУКЛОН для изучения состава высокоэнергичных космических лучей



Научно –исследовательский институт ядерной физики им.
Д.В. Скобельцына
Московский государственный университет им. М.В.
Ломоносова



Эксперименты МГУ по осуществлению мониторинга космической радиации



Космическая программа МГУ: эксперименты на борту специализированных КА 2005 – 2014 гг.



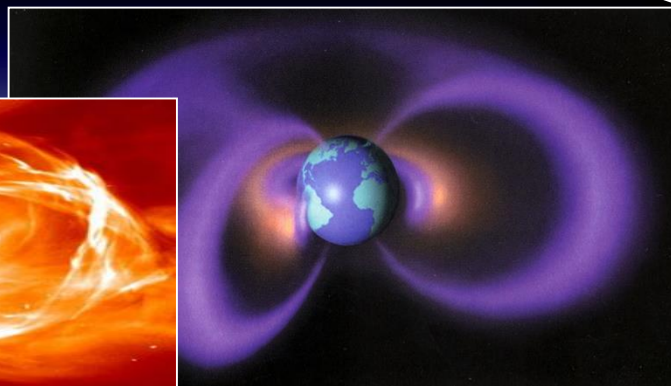
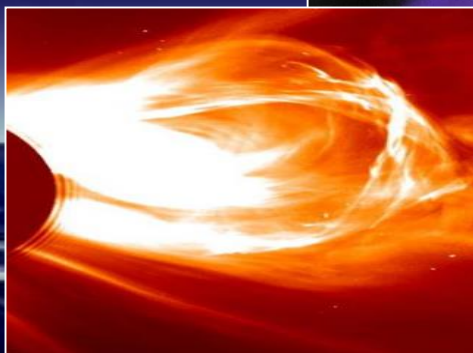
Глонасс
с 90-х гг.



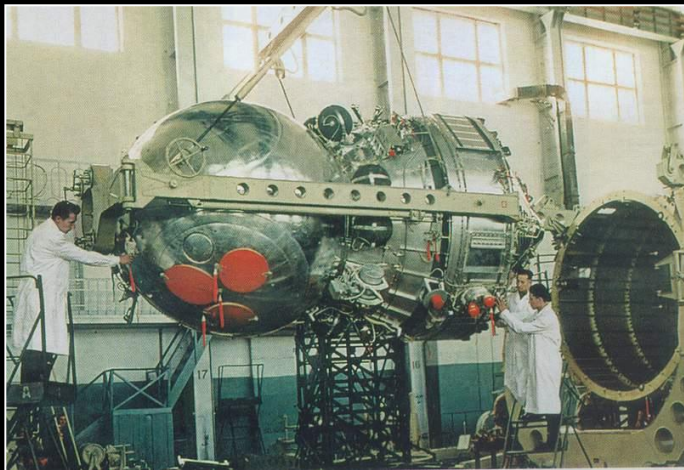
Метеор-М1
2009 г.



Электро-Л
2011 г.



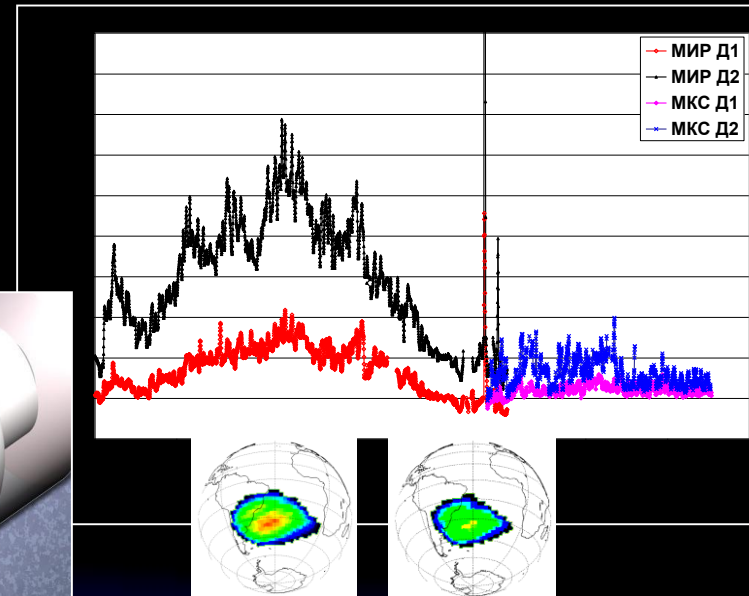
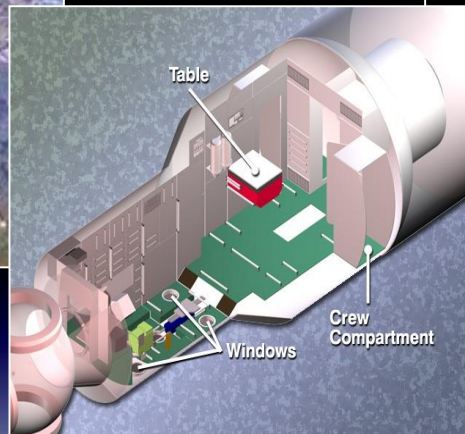
Космическая программа МГУ: эксперименты на борту КА серии «Космос» 2005 – 2014 гг.



Спутники серии «Космос»

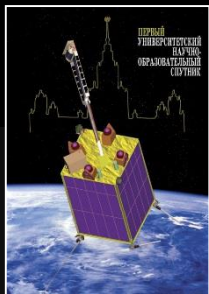
С 2005 г. по н.в. аппаратура НИИЯФ МГУ
была установлена на 8-ми КА серии «Космос».
Аппаратура НИИЯФ МГУ осуществляла постоянный дозиметрический
контроль радиации.

Космическая программа МГУ: эксперименты на борту МКС



Начиная с 2001г. на борту МКС работает Система радиационного контроля, разработанная и изготовленная в НИИЯФ МГУ

Космическая программа МГУ: основные цели



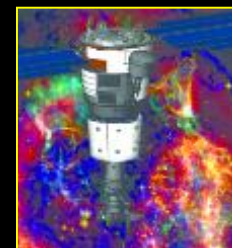
Татьяна-2
2009



Ютсат
2011



Рэлек
2014



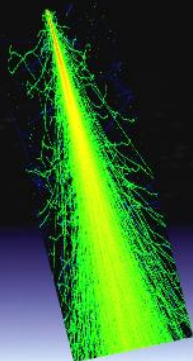
Нуклон
2014



Ломоносов
2016

Татьяна
2005

Космические лучи
галактического и
внегалактического
происхождения

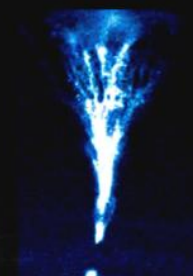


Космические
гамма-всплески



Околоземная
радиация

Атмосферные
световые транзиенты



Атмосферные свечения



On July, 8 , 2014, satellite "VERNOV" was launched on solar-synchronous LEO orbit to study physical processes in the Earth's atmosphere under influence of corpuscular radiation and electromagnetic field



МКА –ФКИ –ПН2



**Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics of Lomonosov Moscow State University
Co: IKI (Russia), Ukraine, Poland, Hungary**

Космический аппарат «Ломоносов»



Проект реализуется в рамках программы развития МГУ

Проект поддержан Президентом РФ (№ Пр-1796 от 21.06.2010) и утвержден перечнем поручений Президента РФ (Пр-22, пункт 14).

Проект в части эксперимента ТУС осуществляется в рамках ФКП России

Проект "Универсат-СОКРАТ" мульти спутниковой группировки для мониторинга природных и техногенных космических угроз: современный статус



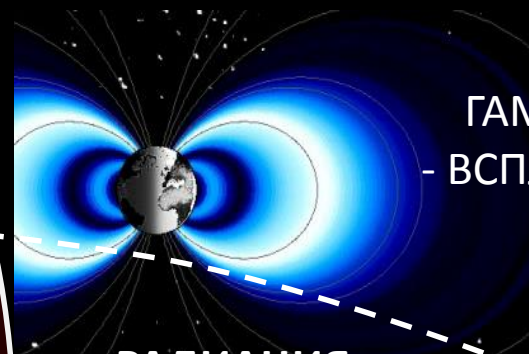
Создание космической группировки малых спутников для мониторинга, обнаружения и оперативного прогноза природных и техногенных космических угроз

Космические угрозы

СОЛНЕЧНЫЕ
ВЫСОКОЭНЕРГИЧНЫЕ ЧАСТИЦЫ

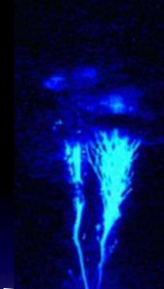


АСТЕРОИДЫ,
КОСМИЧЕСКИЙ
МУСОР

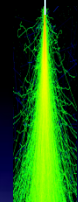


РАДИАЦИЯ

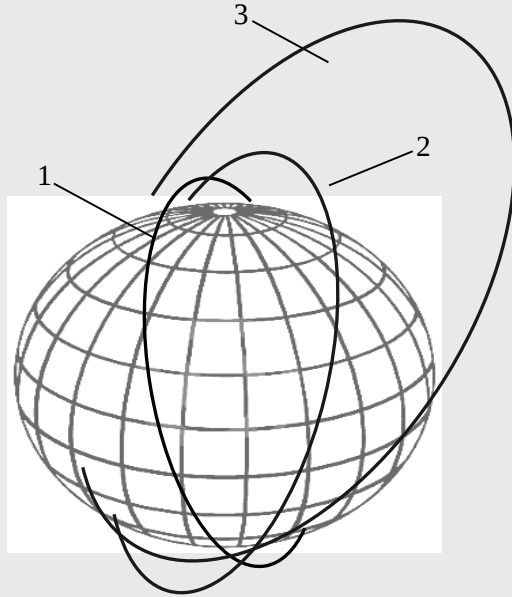
ГАММА
- ВСПЛЕСКИ



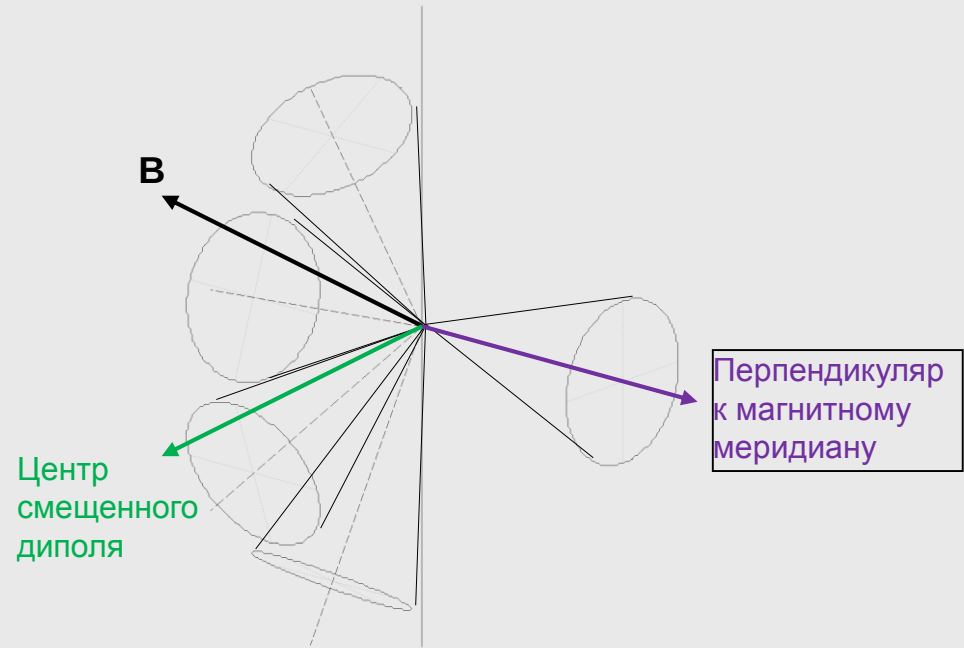
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ
ТРАНЗИЕНТЫ



Система мониторинга космических угроз: орбиты



Орбиты спутников мониторинга
околоземной радиации



Возможная ориентация детекторов
заряженных частиц

- 1–3 **малых/сверхмалых КА** для мониторинга радиации на орбите высотой 700 – 8000...10000 км, наклонением 63.4° , с аргументом перигея $\approx 310^\circ$.
- КА на низкой полярной круговой орбите**, несущий детекторы заряженных частиц, ЭМ транзиентов и оптические камеры, имеющий возможность оперативно сбрасывать информацию на Землю. Малые **космические аппараты системы «Универсат»** с полным или частичным составом КНА: **наноспутники** с детекторами заряженных частиц и ЭМ транзиентов, **различные КА**, ассоциированные с системой «Универсат» и имеющие на борту детекторы заряженных частиц и ЭМ транзиентов.

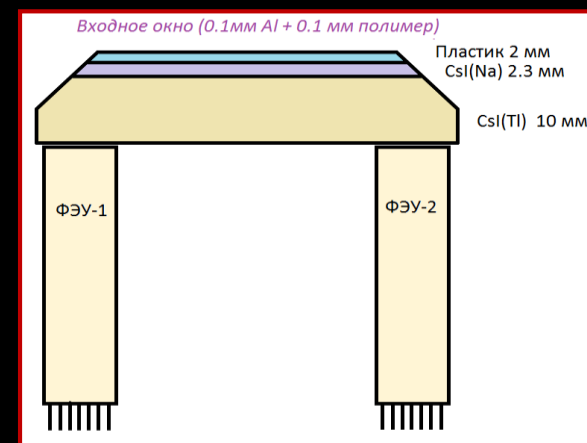
Кооперация по созданию научно-образовательных спутников

Сириуссат

Полезная нагрузка предназначена для измерения быстро меняющихся потоков заряженных частиц и гамма –квантов на низких орбитах

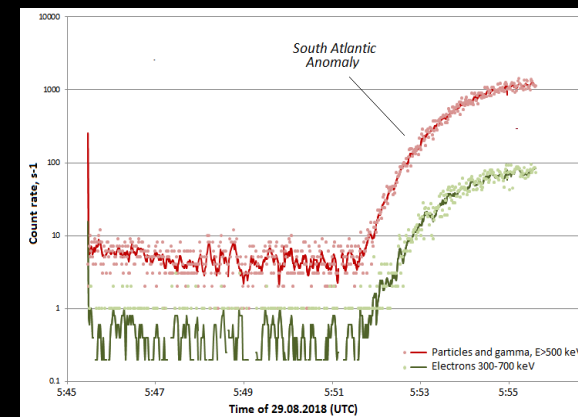
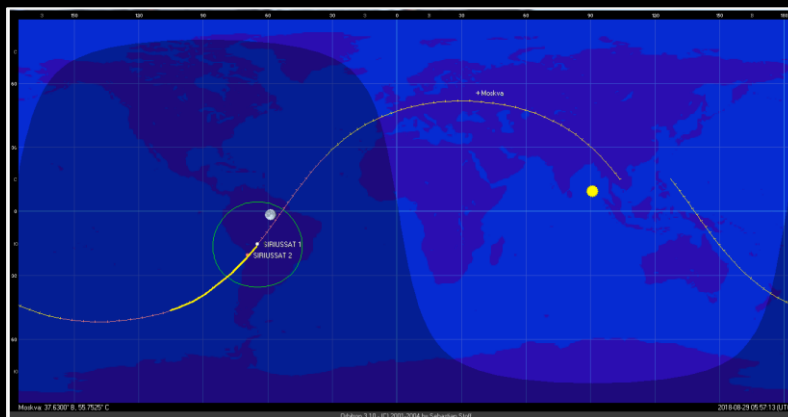


Types of detected particles	Gamma, electrons
Range of energy release	0.3 – 3 MeV
Effective area	4 cm ²
Dynamical range:	
Monitoring	0-10000 cm ⁻²
Spectral analysis and timing	0-100 cm ⁻²
Time resolution	20 us
Size	95x89x22 mm
Mass	240 g
Power voltage	8 V
Power consumption	0.65 W
Power consumption of digital part	0.1 W



Кооперация по созданию научно-образовательных спутников Сириуссат

Первые данные наблюдений

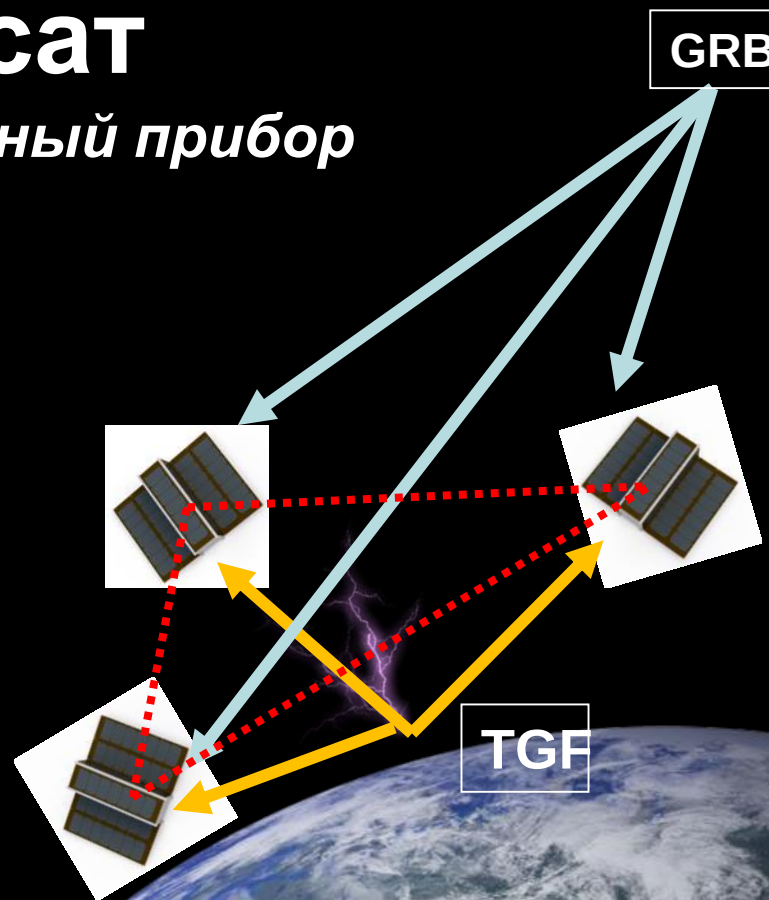


Группировка наноспутников типа кубсат

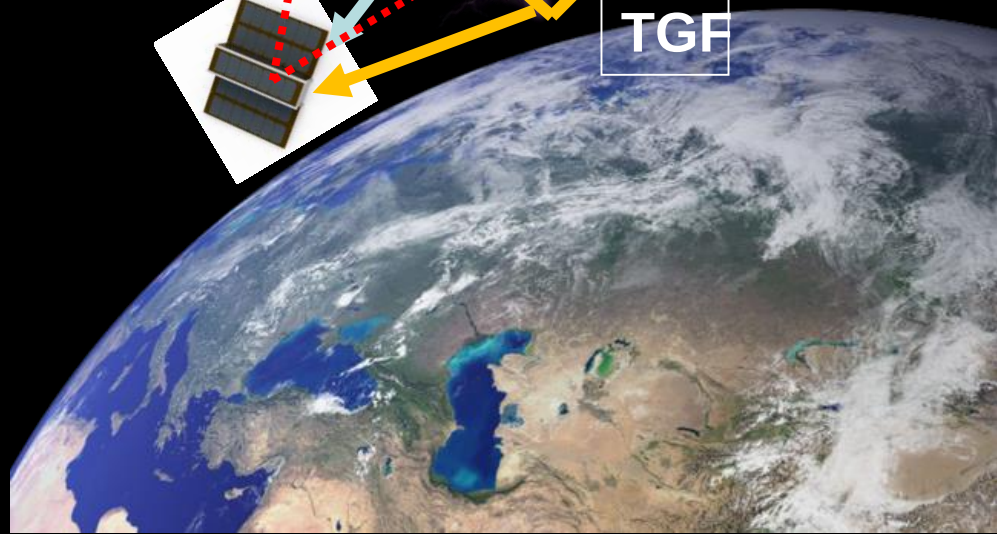


Группировка работает как единый прибор

- ✓ Первая группировка кубсатов для астрофизических исследований
- ✓ Изучение источников грав. волн в гамма-диапазоне
- ✓ Регистрация КГВ и ТГФ



МГУ имени М.В.
Ломоносова
Научно-технологический
институт Сколково



Первый этап летных испытаний Универсат-СОКРАТ



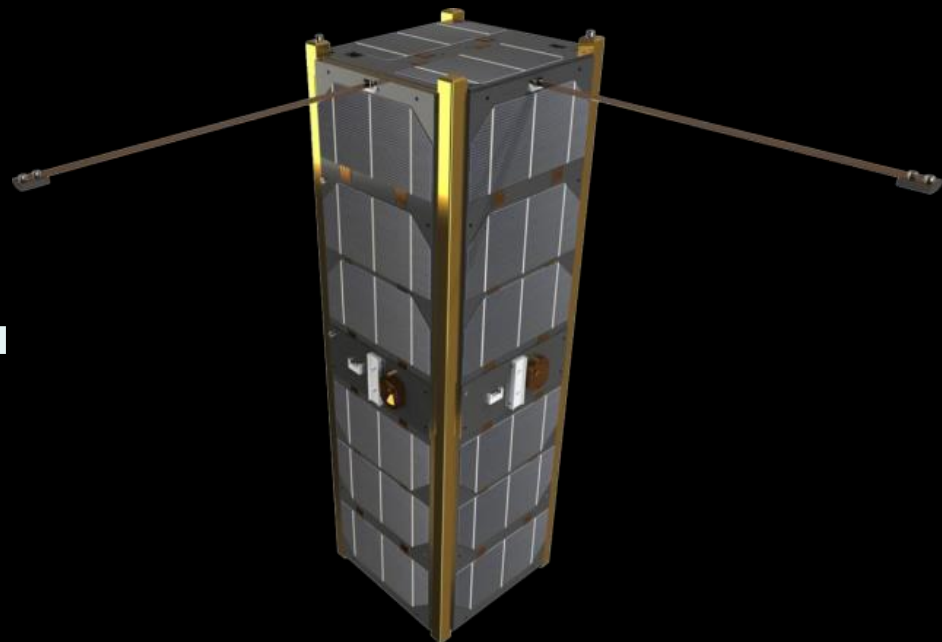
Запущено 5 июля 2019 г.

3 спутника типа кубсат 3U:

- СОКРАТ
- АмурСат
- ВДНХ-80

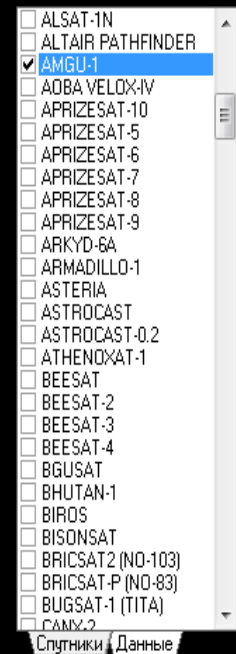
Полезная нагрузка:

- детектор космической радиации
ДЕКОР (АмурСат, ВДНХ-80);
- детектор УФ излучения АУРА
(ВДНХ-80);
- Дозиметр СОКРАТ-Р (СОКРАТ)
- технологические эксперименты с
источником высокого напряжения
(СОКРАТ) и фотоэлектронным
преобразователем (АмурСат)





4th COSPAR Symposium, 2019

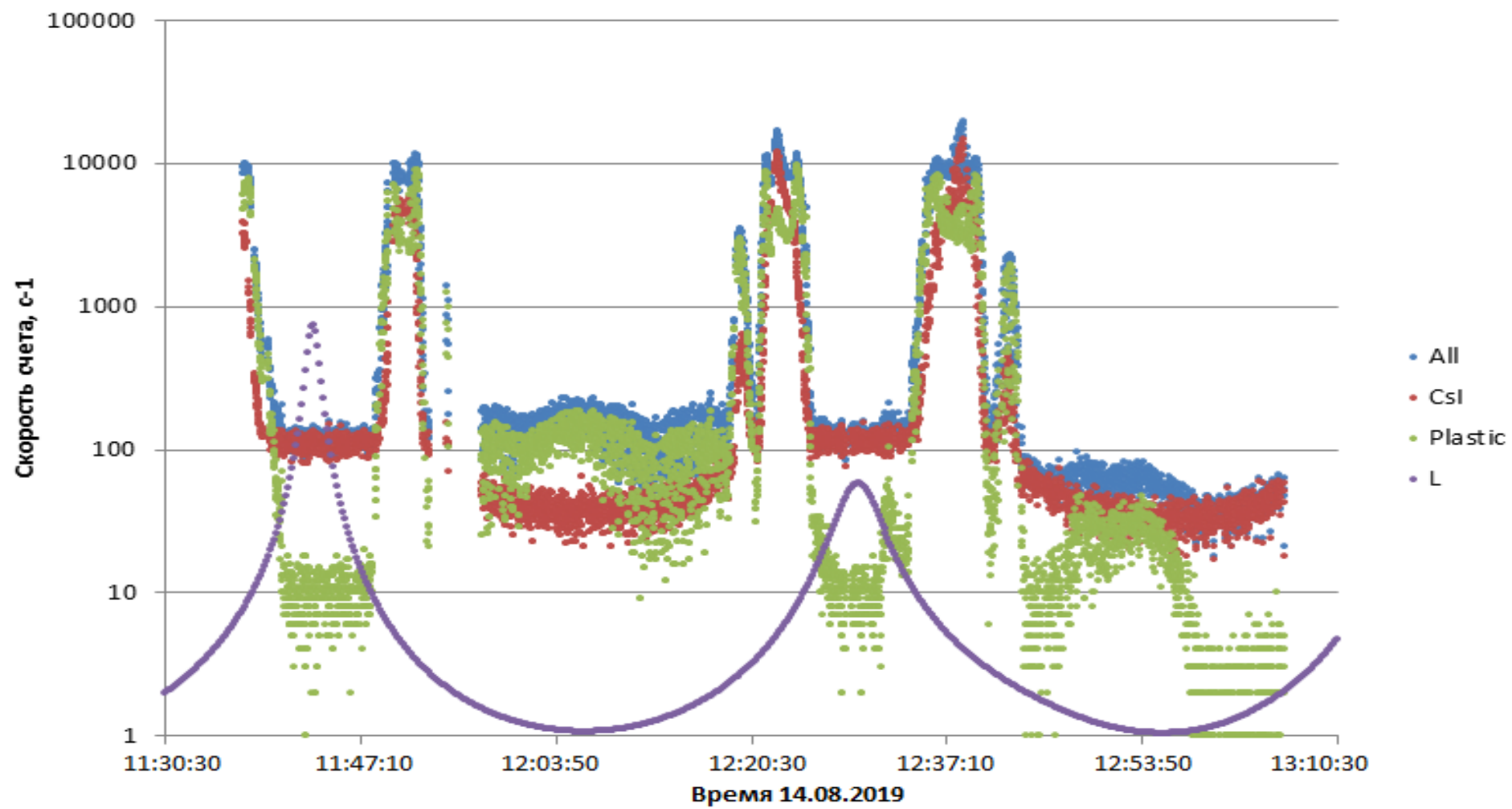


Загрузка TLE Следующий

СИМ АВТО-СТП UTC
11:30:29
2019-08-14



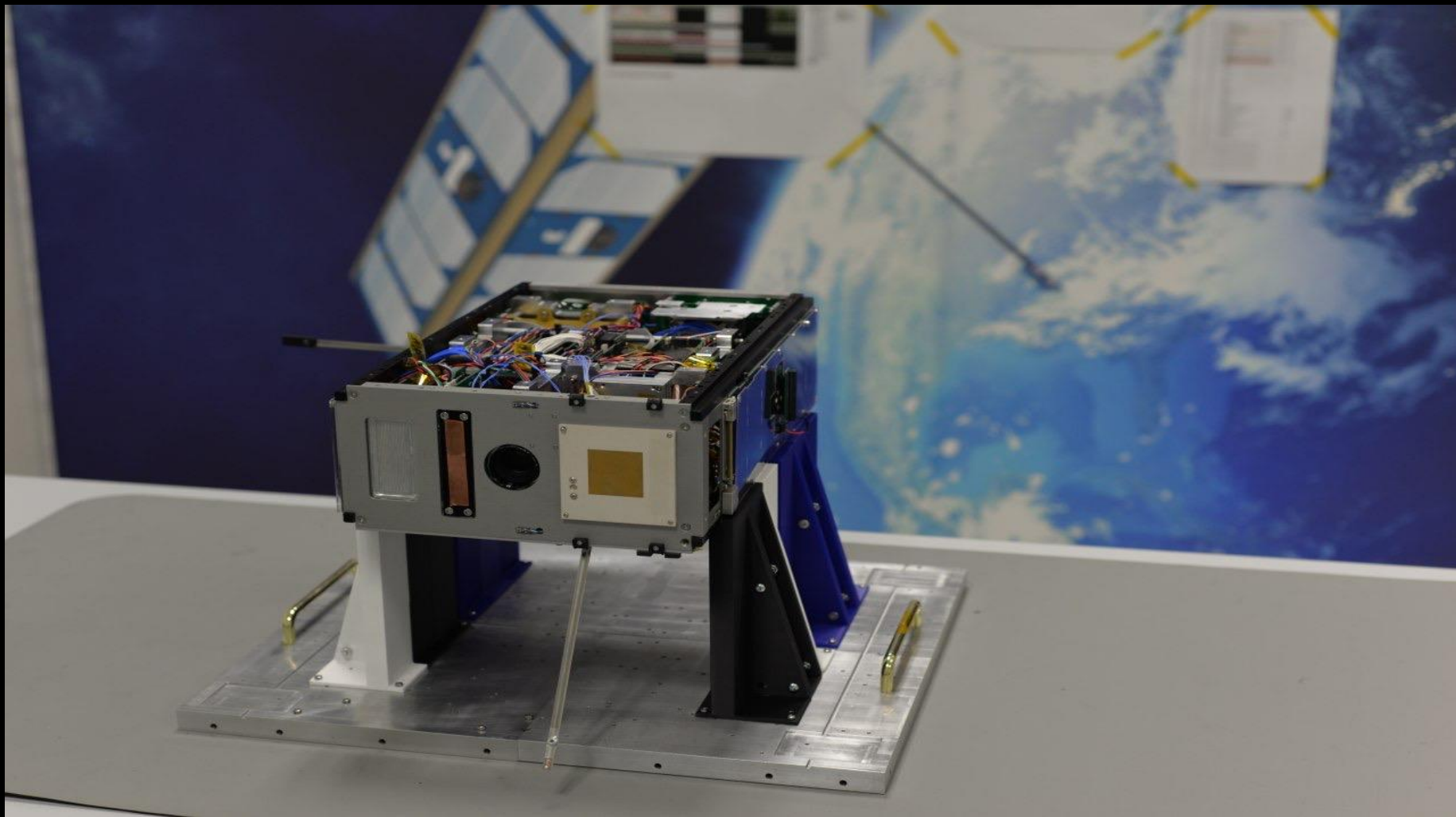
Orbitron 3.10 - (C) 2001-2004 by Sebastian Stoff

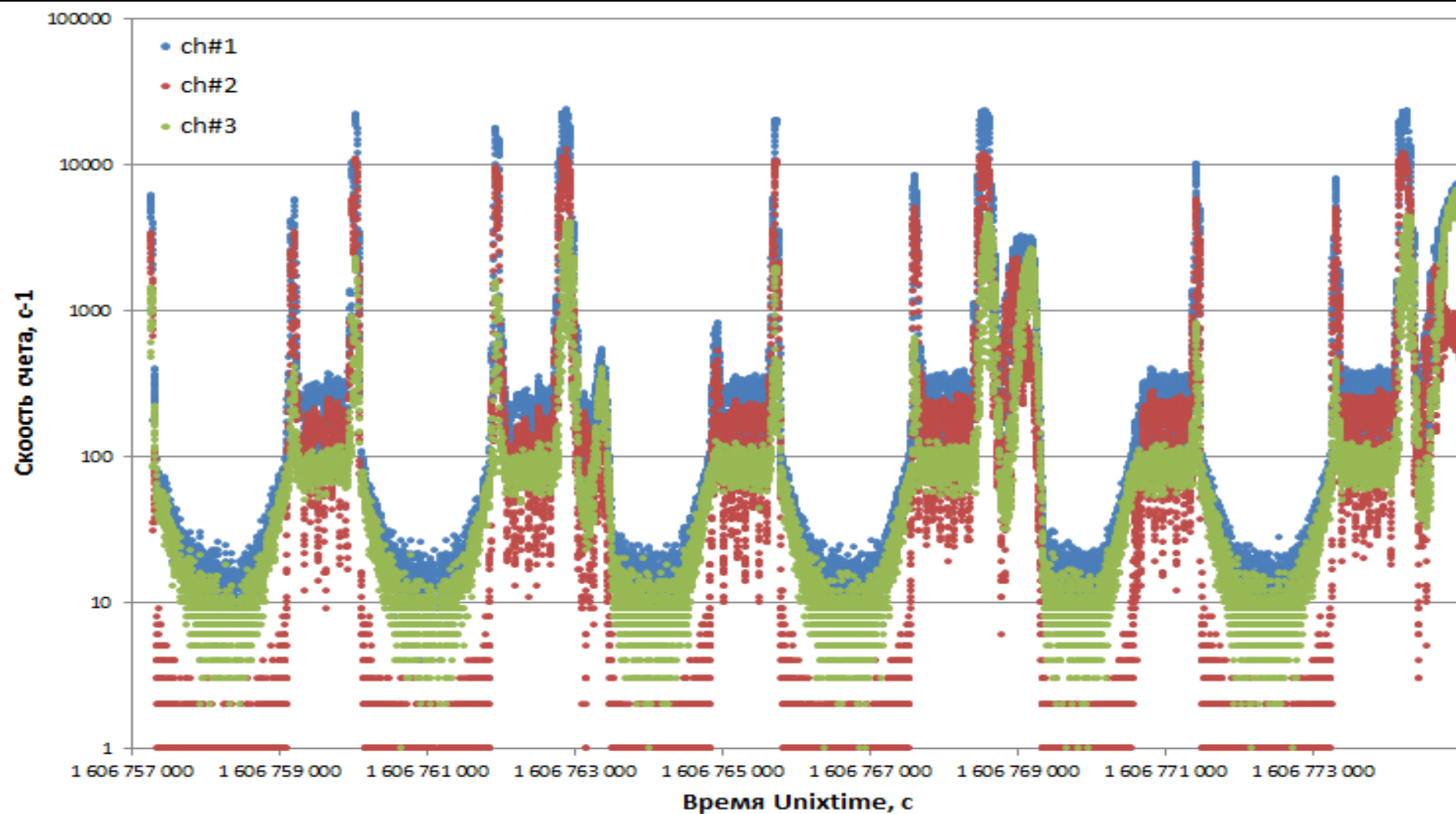


В сентябре 2020 г. осуществлен успешный запуск еще трех КА типа кубсат:

– спутник «ДЕКАРТ» формата 6U имеет в составе три прибора типа ДеКоР, а также усовершенствованный фотометр типа АУРА - АУРА-2.

- - спутник формата 6U, разрабатываемый совместно с Новосибирским государственным университетом имеет в составе прибор ДеКоР
- КА формата 1.5U, разрабатываемом совместно с Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана имеет в составе прибор ДеКоР







Спасибо за внимание

