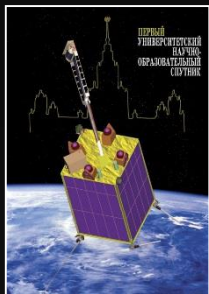


# Космический проект Московского университета «Созвездие-270»: первые результаты



# Космическая программа МГУ: основные цели



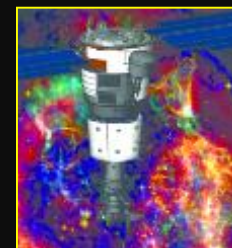
Татьяна-2  
2009



Ютсат  
2011



Рэлек  
2014



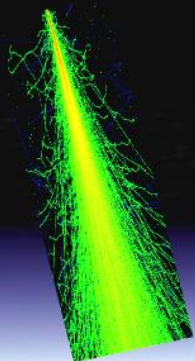
Нуклон  
2014



Ломоносов  
2016

Татьяна  
2005

Космические лучи  
галактического и  
внегалактического  
происхождения

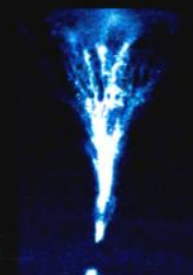


Космические  
гамма-всплески



Околоземная  
радиация

Атмосферные  
световые транзиенты



Атмосферные свечения



программа Московского университета «Универсат-СОКРАТ»  
(Система Оповещения Космической  
Радиационной, Астероидной и Техногенной опасности)



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

# Создание группировки нано-спутников формата кубсат :

- развитие системы мульти-спутникового мониторинга радиационного состояния околоземного космического пространства;
- наблюдения космических гамма-всплесков, в том числе в ходе много-канальных наблюдений слияния релятивистских компактных объектов;
- мониторинг электромагнитных транзиентов из атмосферы Земли.



# **Задачи мульти-спутниковой группировки в части мониторинга космической радиации**

- - 1) последовательный пролет одной и той же области близко расположенными спутниками, что позволит наиболее надежно разделить пространственные и временные эффекты;
- - 2) одновременные измерения на разных L-оболочках, что необходимо для восстановления динамической картины распределения потоков захваченных частиц в широком диапазоне орбит, что, в частности, позволит наблюдать смещение максимумов радиационных поясов во время геомагнитных возмущений;
- - 3) одновременные измерения на одной высоте однотипными приборами, расположенными на нескольких спутниках, смещенных по долготе друг относительно друга, что позволит оценить влияние фактора локального времени на динамику потоков частиц.



# **Задачи мульти-спутниковой группировки в части мониторинга электромагнитных транзиентов**

- - 1) мониторинг гамма-всплесков в рамках много-канальной астрономии
- - 2) контроль верхней атмосферы Земли в ИФ, оптическом, УФ, рентгеновском и гамма диапазонах;
- - 3) мониторинг и локализация источников вспышек и светящихся движущихся объектов в том числе в арктическом регионе;
- - 4) контроль трафика воздушных и водных судов, в том числе в арктическом регионе.

На сегодняшний день в рамках проекта «Созвездие-270» запущено 18 наноспутников формата кубсат, из них 11 функционируют на орбите.



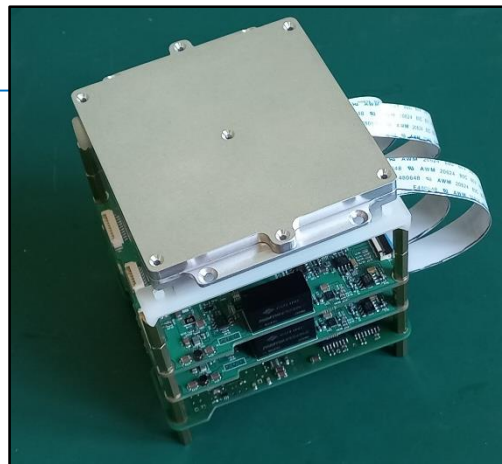
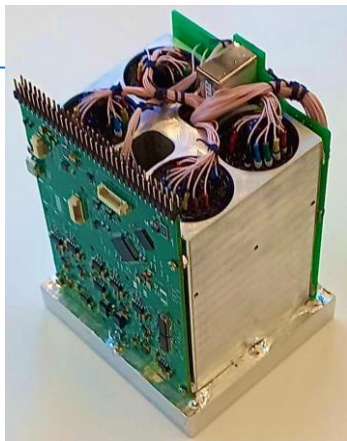
# ТЕКУЩИЕ И БУДУЩИЕ МИССИИ

27 июня 2023 г. выведены на орбиту:

**«Авион»:** 6U кубсат с комплексом **ДеКоР** из трех приборов (мониторинг космической радиации, астрофизических и атмосферных гамма-всплесков и солнечных вспышек).

**«Монитор – 2, 3, 4», UTMN-2, Sirius-SINP-3U, САТУРН:** 3U кубсаты с приборами **ДеКоР-2** и **АУРА** (мониторинг космической радиации, исследование астрофизических и атмосферных гамма-всплесков, образовательная программа)

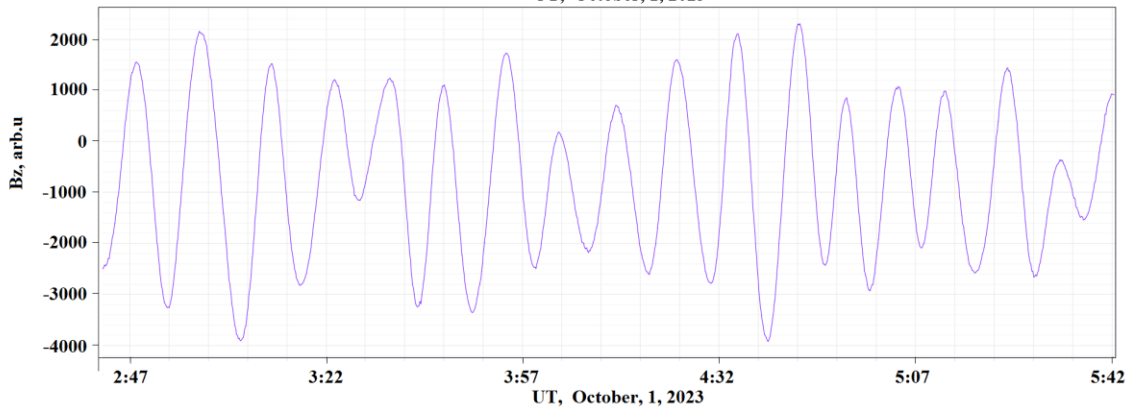
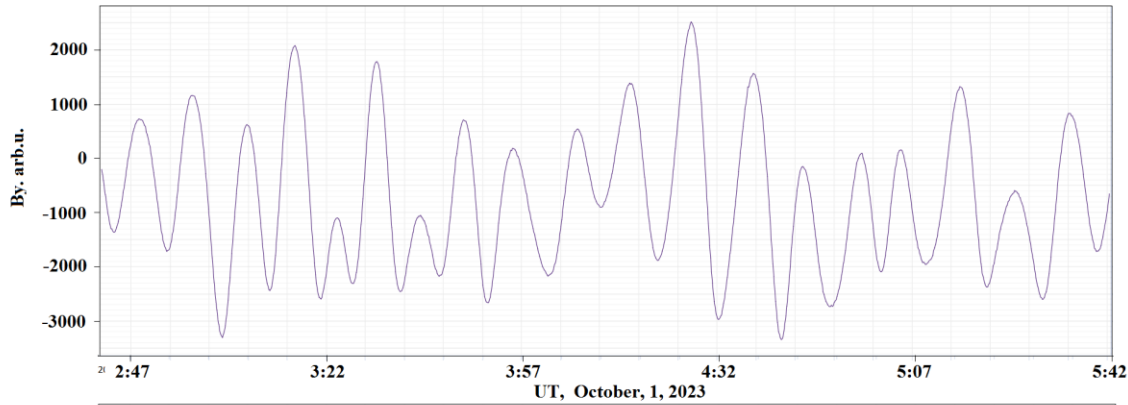
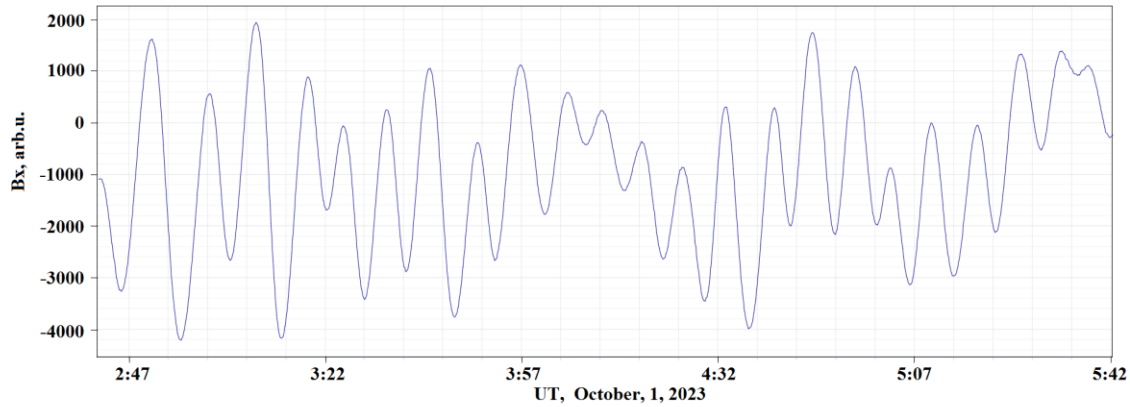
До конца 2023 планируется запуск еще двух кубсатов (6U и 3U) с модифицированными детекторами гамма-излучения и заряженных частиц



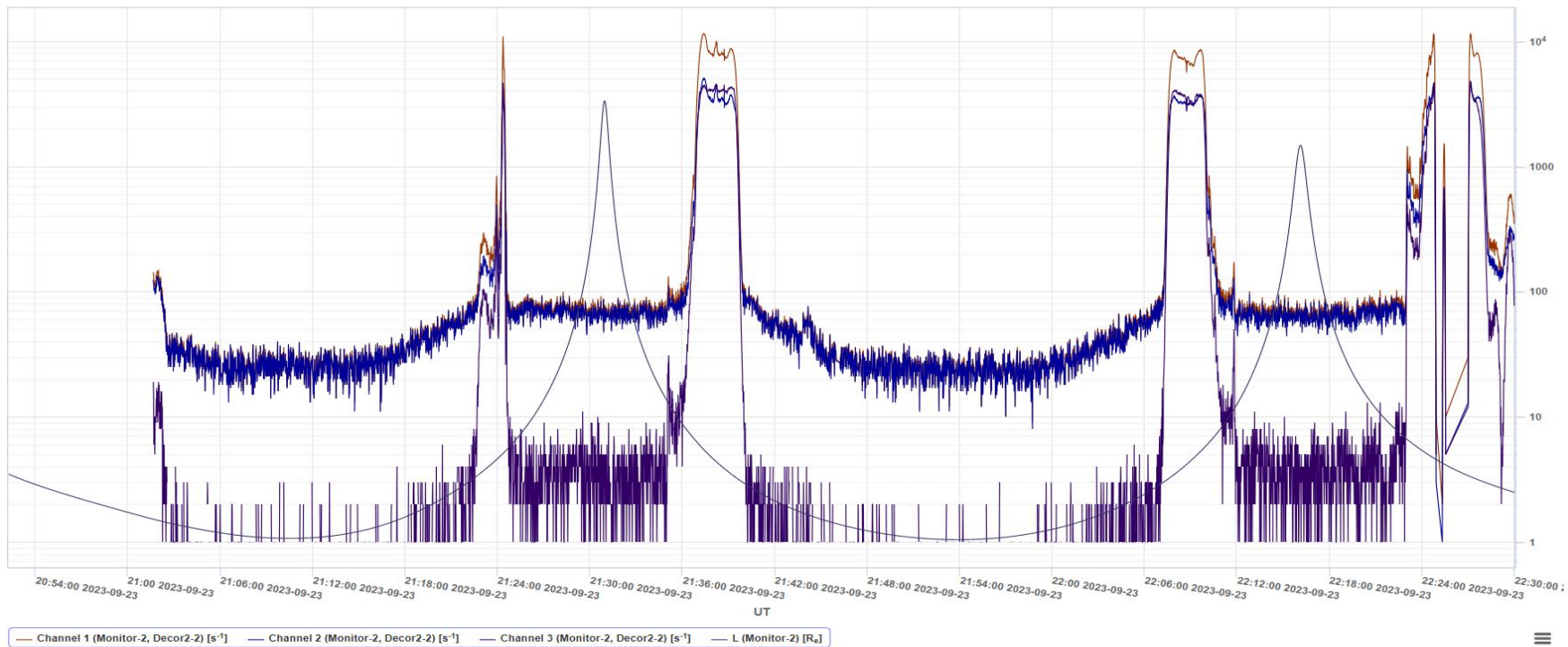
**АВИОН**

Чувствительная площадь прибора ДеКоР-2 увеличена до 64 см<sup>2</sup>

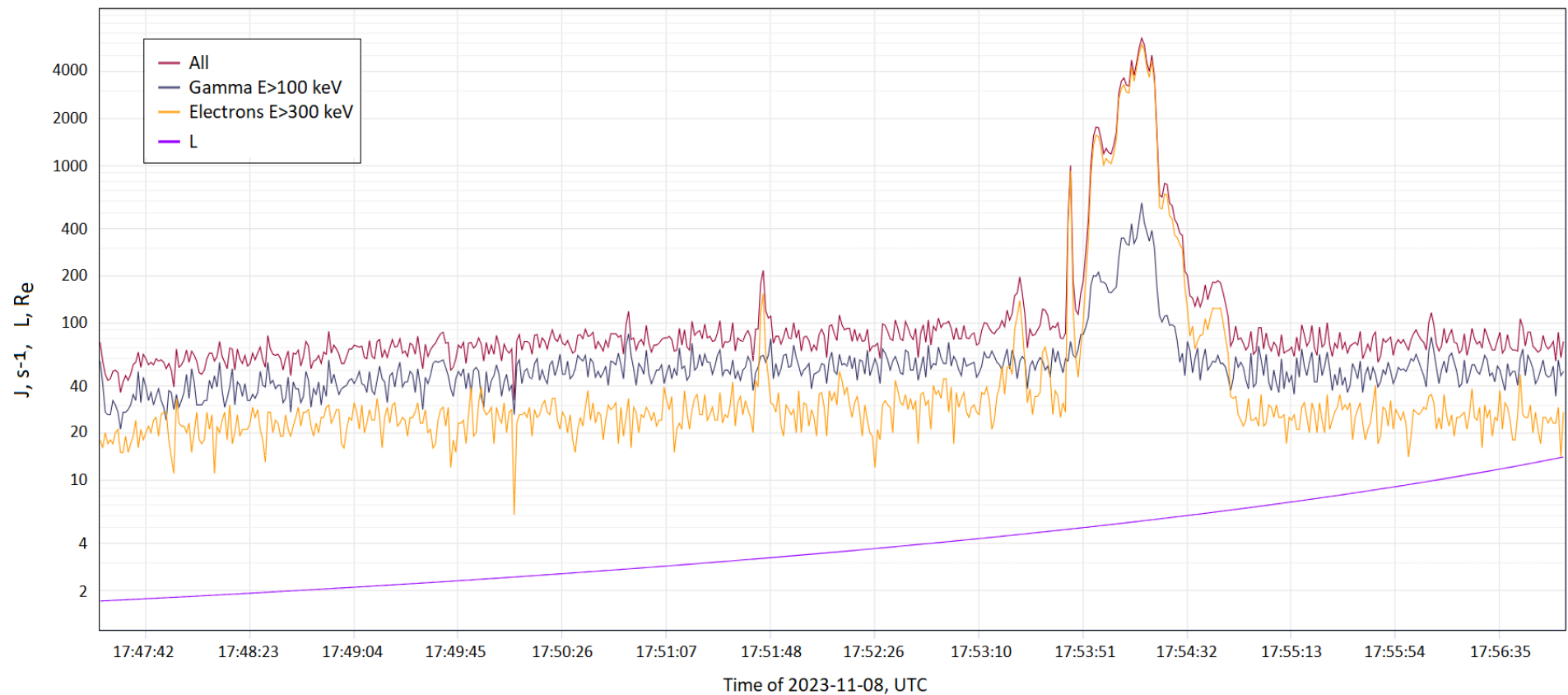




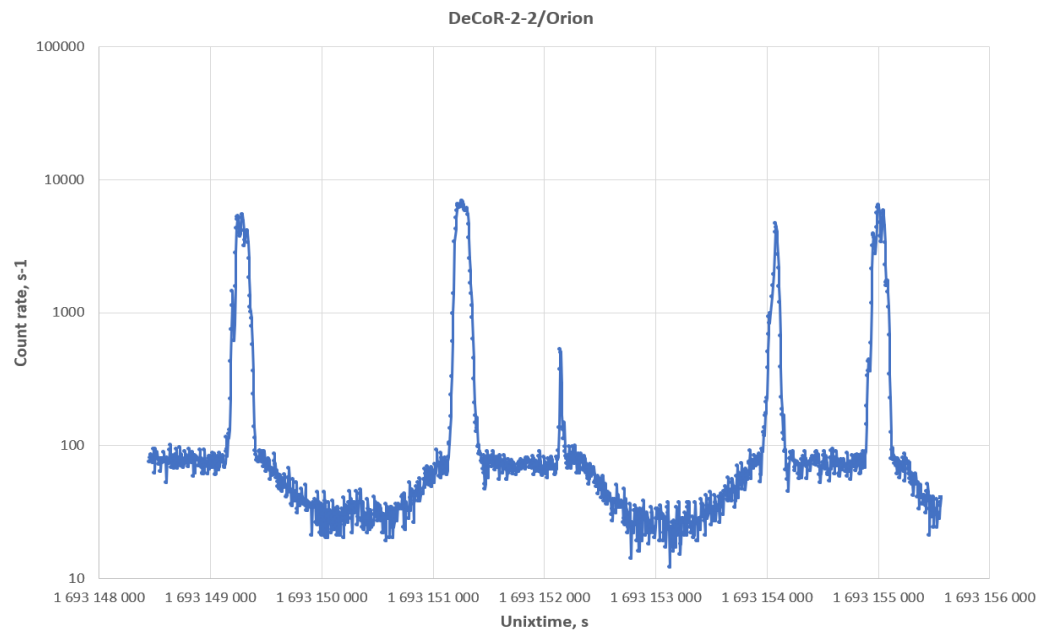
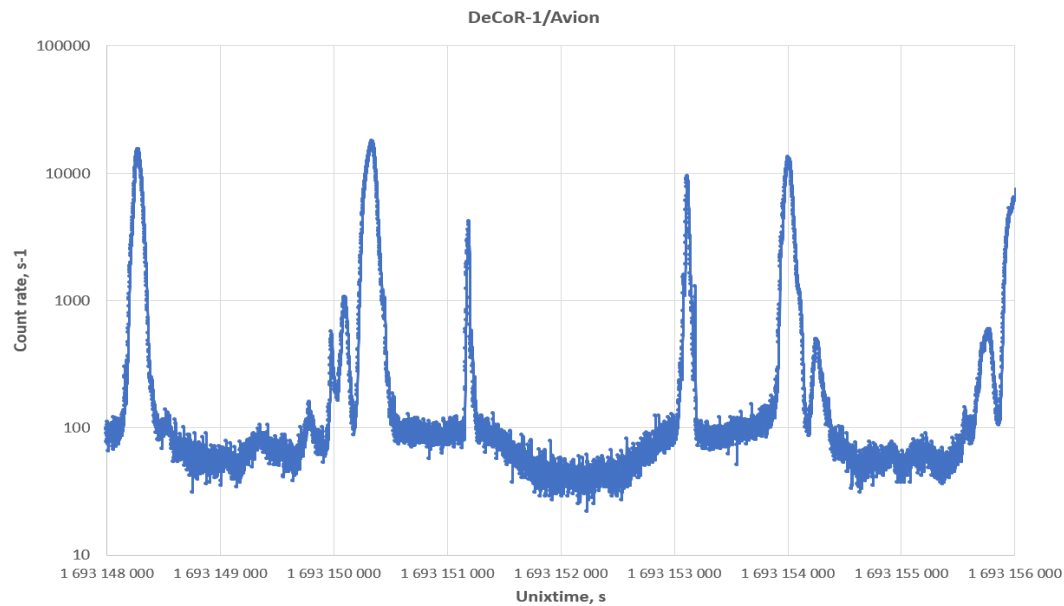
Time dependences of magnetic field components measured using a magnetometer on board the Avion satellite.



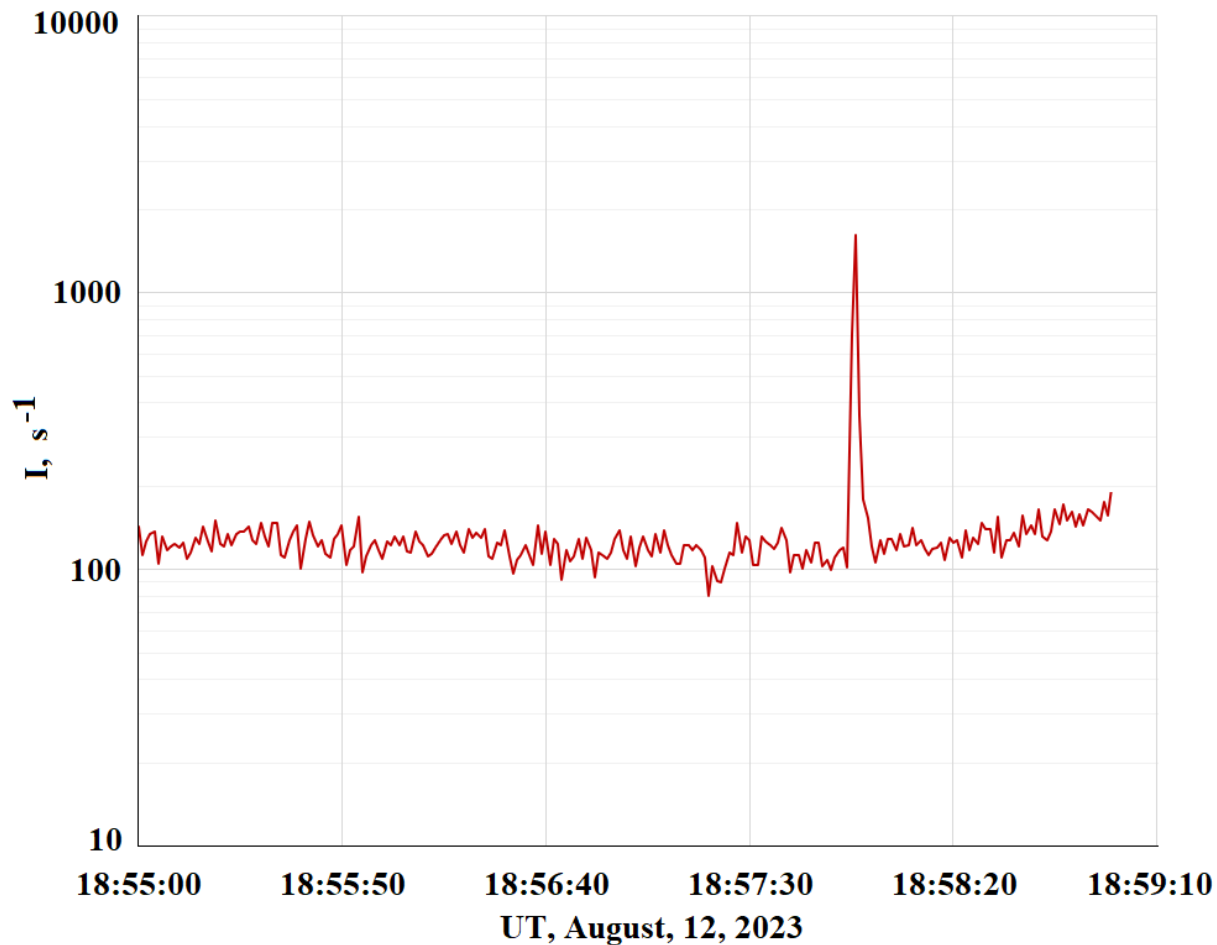
Временные ряды показаний прибора ДеКоР-2 на спутнике Монитор-2 (Орион) 23.09.2023г.



Временные ряды показаний прибора ДеКоР-1 на спутнике Авион вблизи внешнего радиационного пояса 08.11.2023 г.

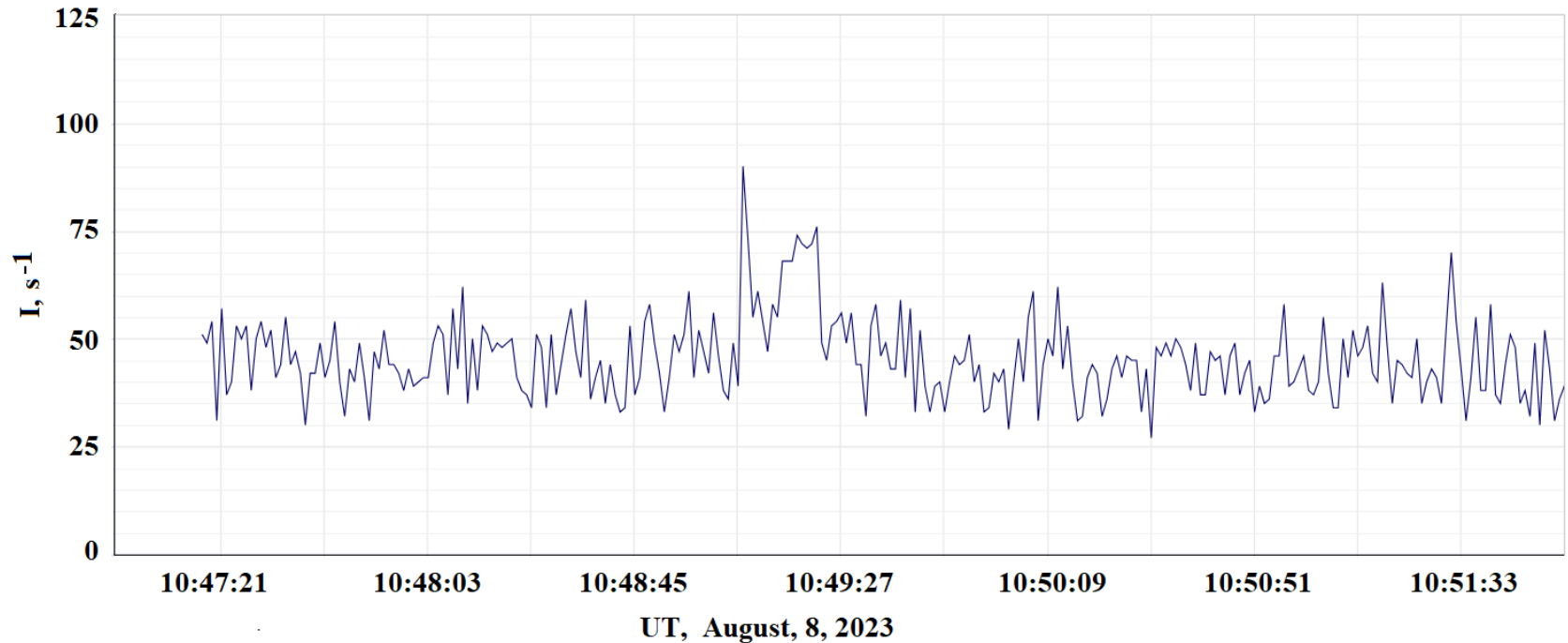


Верхний рисунок: Показания прибора ДеКоР-1 на спутнике Авион 27.08.2023г. Нижний рисунок: Показания прибора ДеКоР-2 на спутнике Монитор-2 (Орион) 27.08.2023г



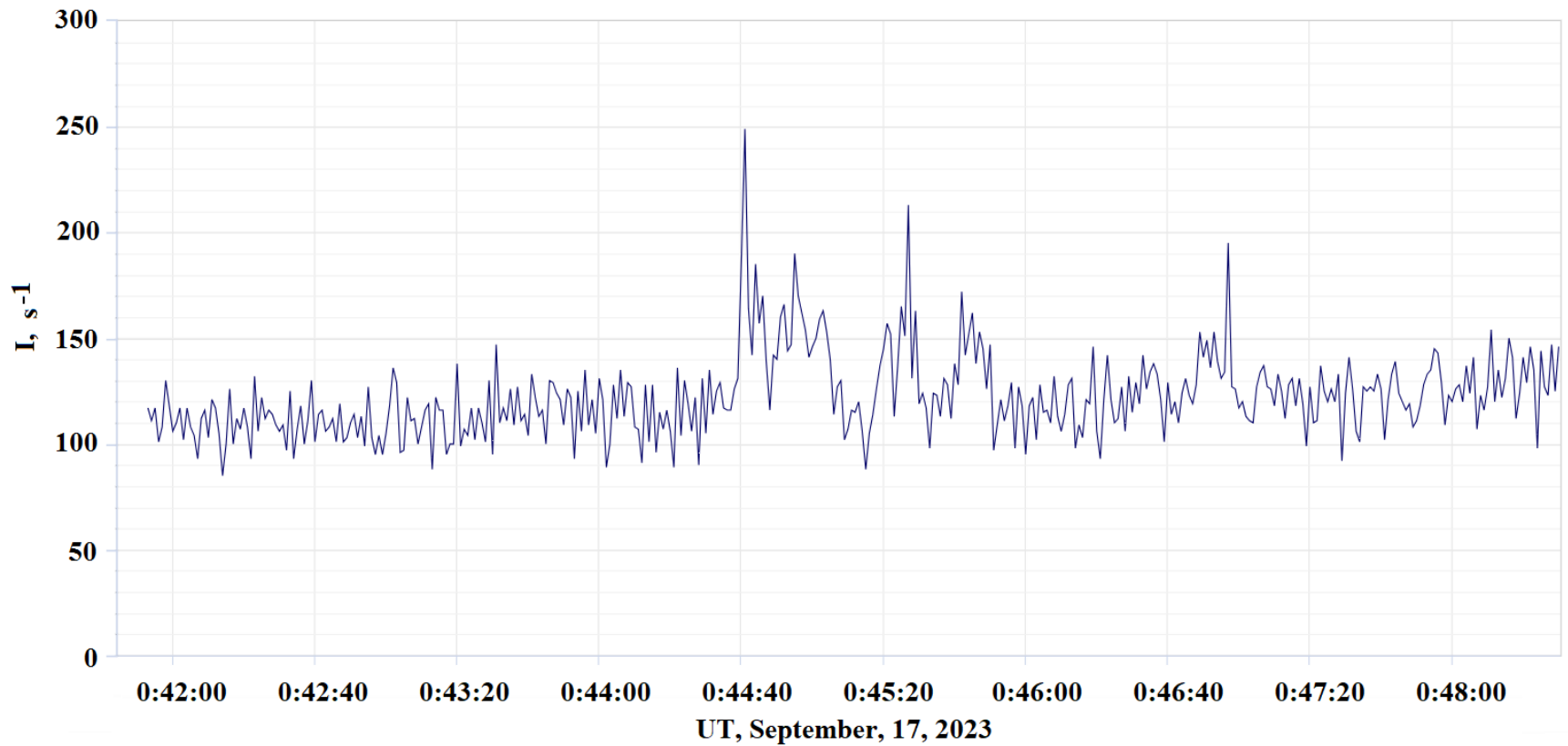
Count rate of the DeCoR-2 on-board Avion around the burst GRB 230812B peak.

18:58:12 UT, August 12, 2023, the Gamma-ray Burst Monitor (GBM) on-board Fermi space observatory triggered and located GRB 230812B. The GBM Fermi light curve of this GRB consists of an extremely bright short pulse, with the bulk of the emission during the first 2 seconds, and continued emission out to roughly 20 seconds (Lesage et al., 2023).



Time dependence of the DeCoR-1 Avion output count rates during the detection of the burst GRB 230808A.

An increase in intensity is visible in the form of two peaks, one at approximately 10:49:06 UT (at  $\sim 7s$  level) and another at 10:49:16 UT (at  $\sim 5s$  level) 08.08.2023. At 10:49:12.78 UTC of August 08, 2023, Fermi GBM has detected relatively long gamma ray burst GRB 230808A



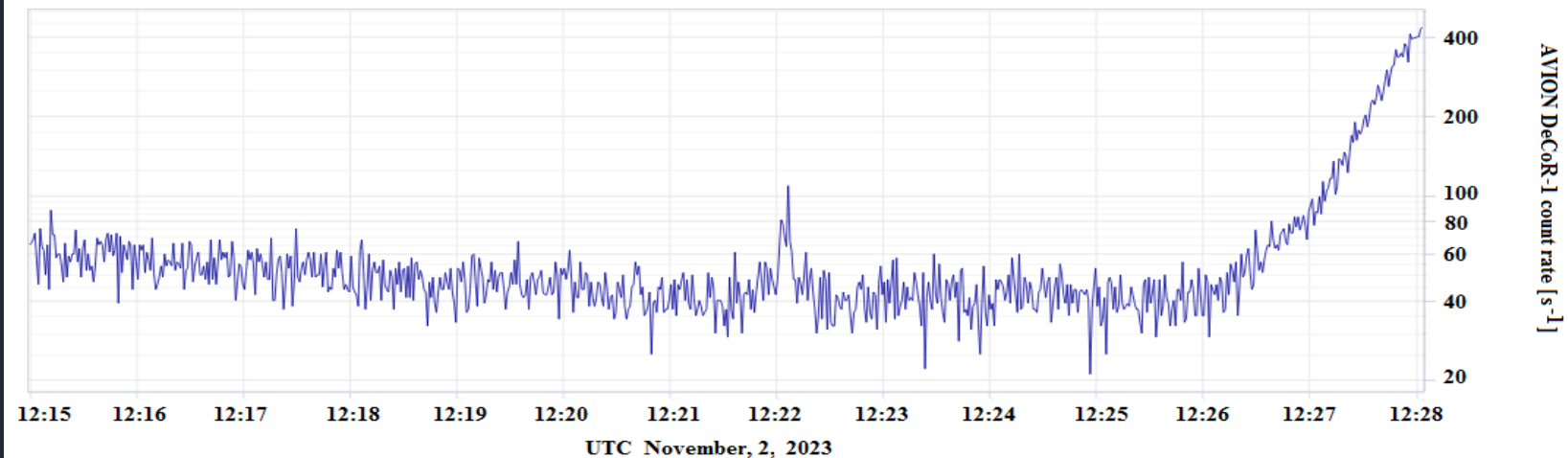
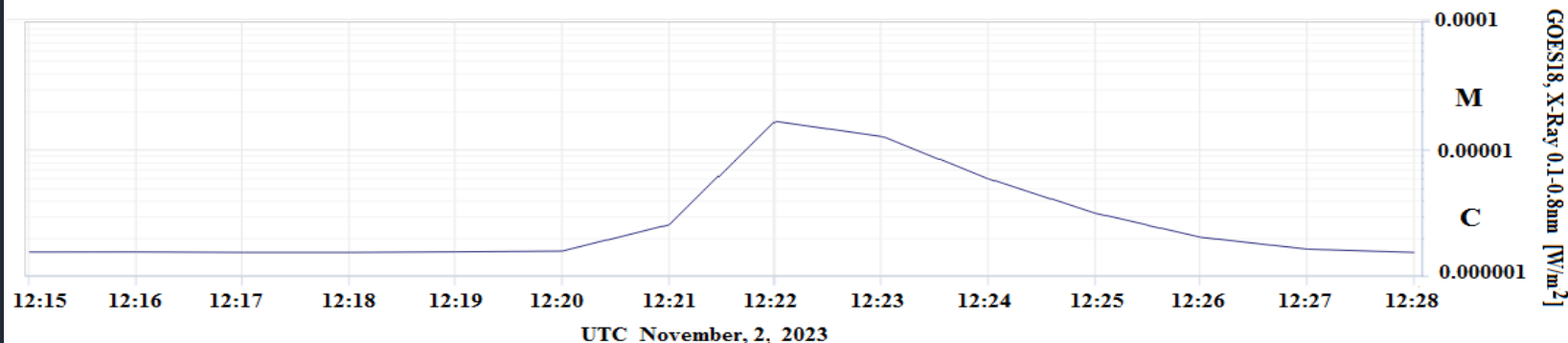
Time course of the DeCoR-1 Avion output counting rates during the detection of the burst GRB 230917A.

A multi-peak structure is visible in the form of several intensity increases at the time interval from 00:44:40 to 00:47:00 UT 17.09.2023. Approximately at this time during 17.09.2023 a long-duration GRB 230917A was detected by CZTI AstroSat (Navaneeth et al., 2023). This burst was also detected by KONUS-Wind (reported in IPN\_RAW GCN notices). The source was clearly detected in the CZT AstroSat detectors at the 20-200 keV energy range. The light curve shows multiple peaks of emission with the strongest peak at 00:44:43.5 UTC. The measured T90 value from CZT data is 67 (+11, -4) s. The source was also clearly detected by the AstroSat Csi anticoincidence (Veto) detector in the 100-500 keV energy range. The light curve showed multiple peaks of emission with the strongest peak at 00:44:44.6 UTC and with measured T90 value of 89 (+24, -15) s from the cumulative Veto light curve.

# Список вспышек, наблюдавшихся в жестком рентгеновском излучении на кубсатах группировки МГУ

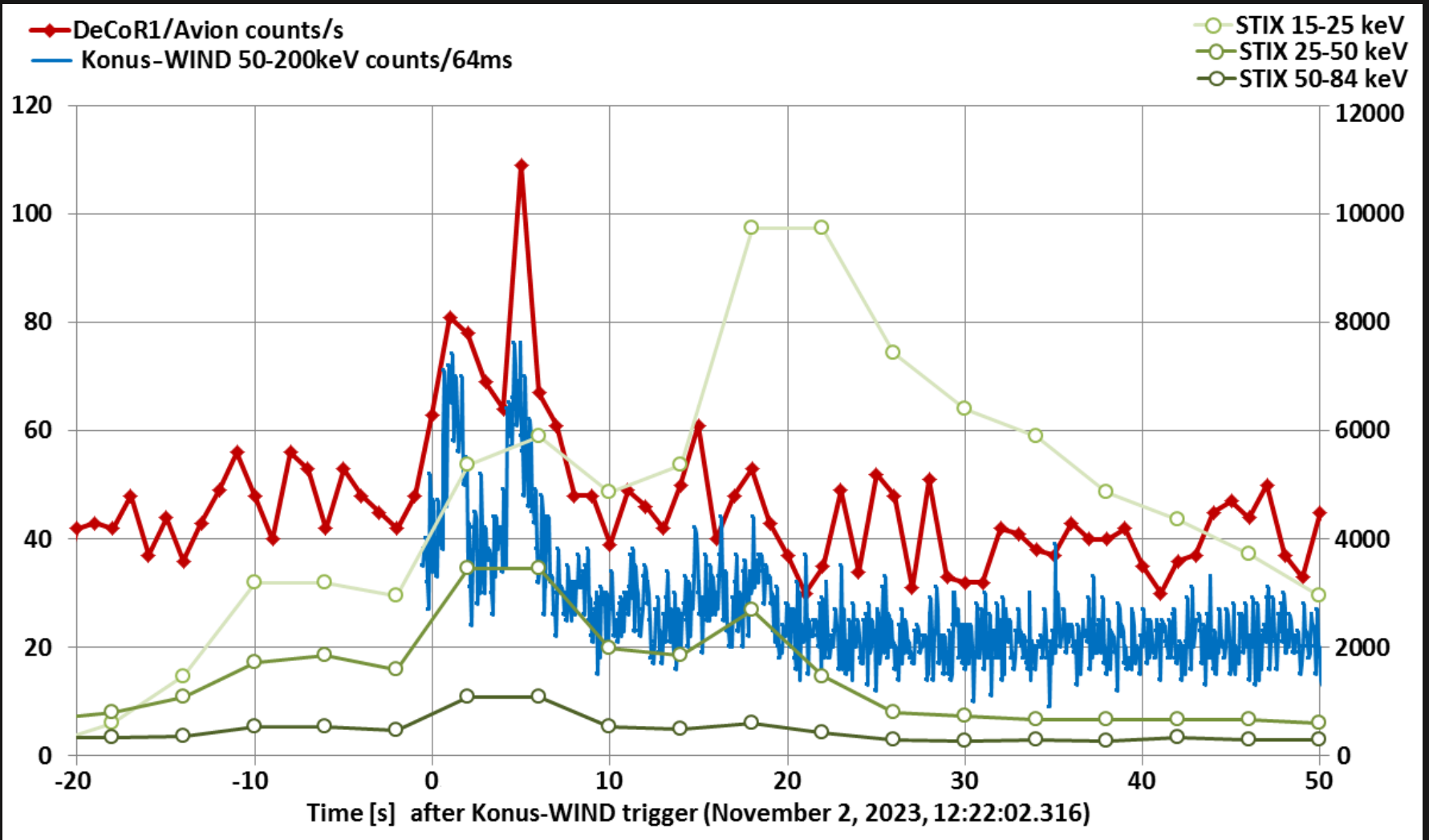
| № | Дата       | Время GOES        | Класс | Кубсат    | Время НХР   | Длительность                  |
|---|------------|-------------------|-------|-----------|-------------|-------------------------------|
| 1 | 2023-09-19 | 20:01-20:14-20:21 | M4.0  | Авион     | 20:09-20:10 | > 1 мин. (виден только конец) |
| 2 | 2023-10-01 | 03:21-03:24-03:30 | C9.3  | Авион     | 03:23-03:23 | 10 сек.                       |
| 3 | 2023-11-02 | 12:18-12:22-12:26 | M1.6  | Авион     | 12:22-12:22 | < 20 сек.                     |
| 4 | 2023-12-15 | 07:03-07:15-07:23 | M6.3  | Монитор-4 | 07:09-07:16 | 7 мин.                        |
| 5 | 2024-01-04 | 01:10-01:16-01:22 | M1.1  | Авион     | 01:12-01:14 | 2 мин.                        |
| 6 | 2024-01-29 | 03:54-04:38-05:15 | M6.8  | Авион     | 04:16-04:21 | 5 мин.                        |

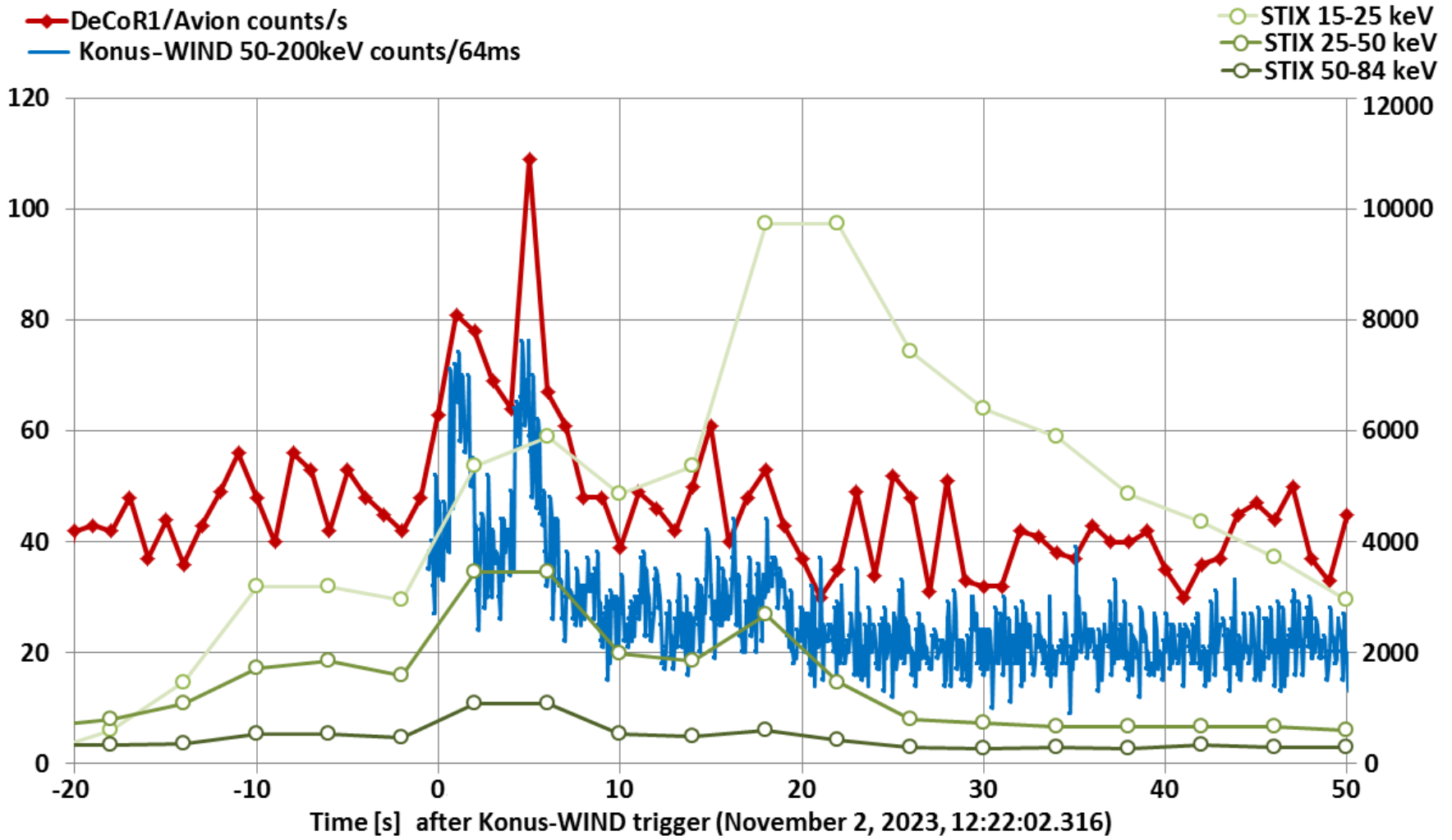
**Solar flare 2023/11/02 M1.6. AR #3474 (S19W31). GOES18 Start:12h18m, Max:12h22m, End:12:26m**





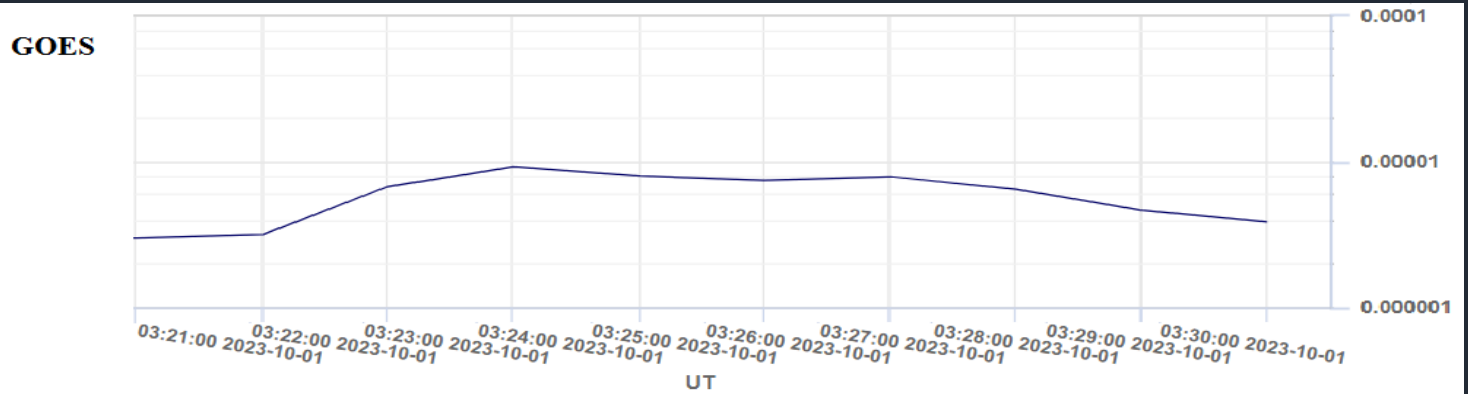
# Наблюдение солнечной вспышки 02.11.2023 (M1.6) на спутнике Авион



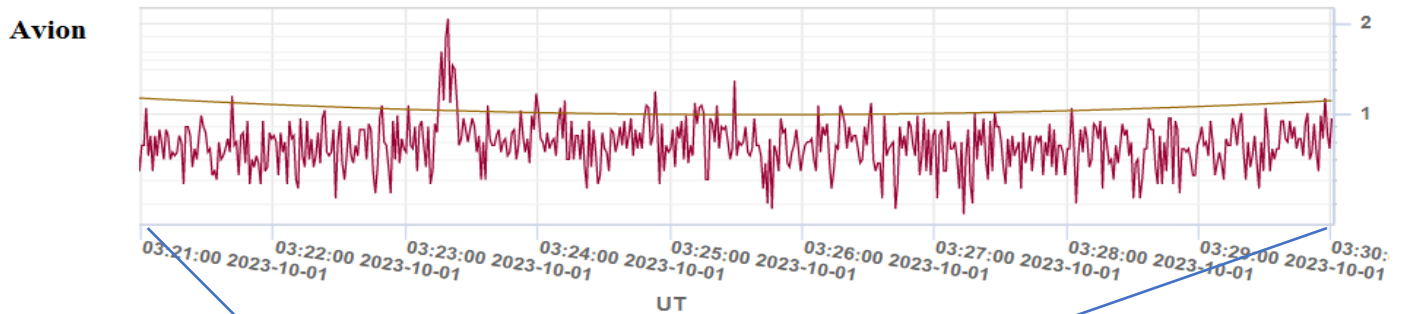


# Наблюдение солнечной вспышки 1.10.2023 г (C9.3)

GOES

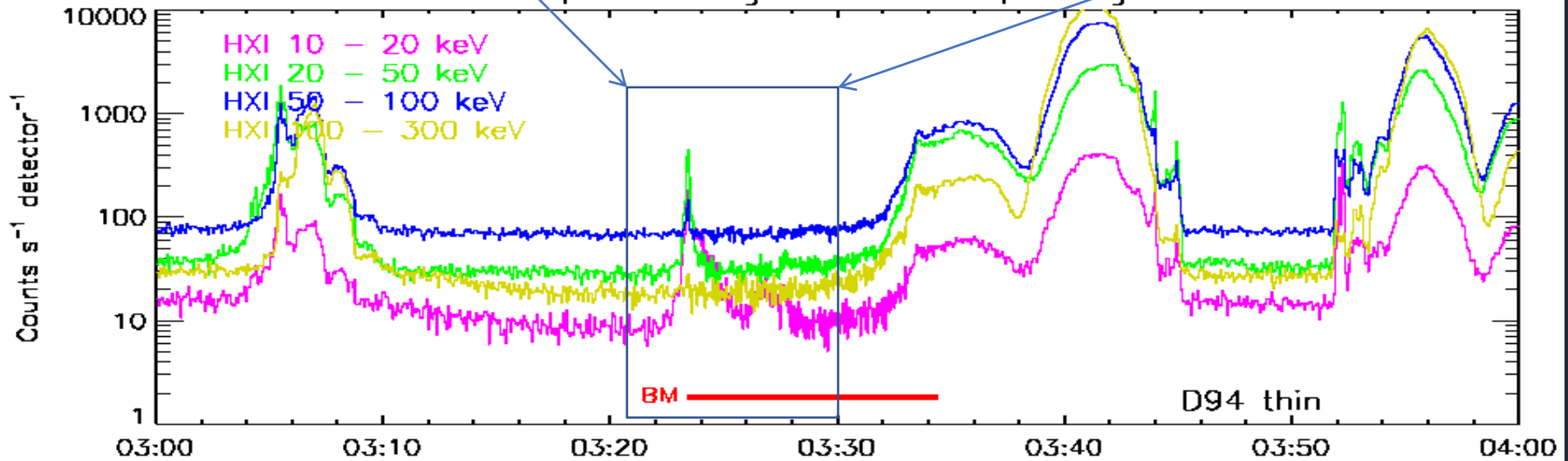


Avion



ASO-S

HXI quicklook lightcurve and spectrogram



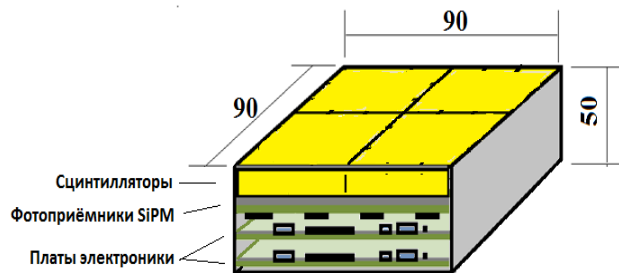
# БУДУЩИЕ МИССИИ

В 2024 г. планируется запуск еще трех кубсатов:

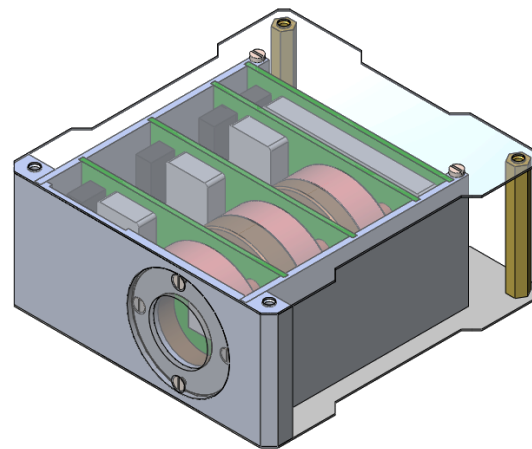
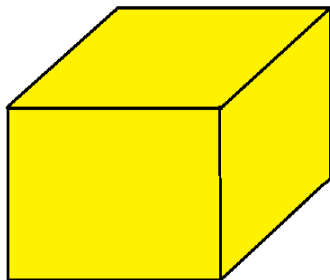
3U – с ПН ДеКоР-2 совместно с САФУ

6U - «Альтаир» с модифицированными детекторами гамма-излучения и заряженных частиц

16U – «Астрофизика и Астробиология»



CsI(Tl), 6x6x4 см

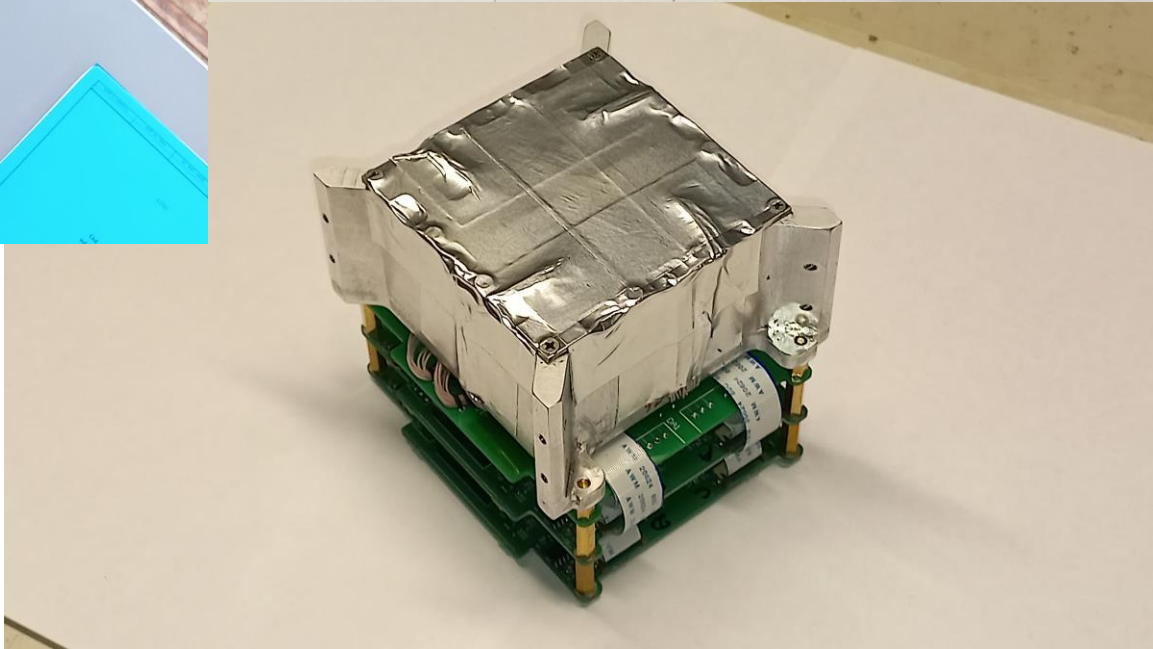
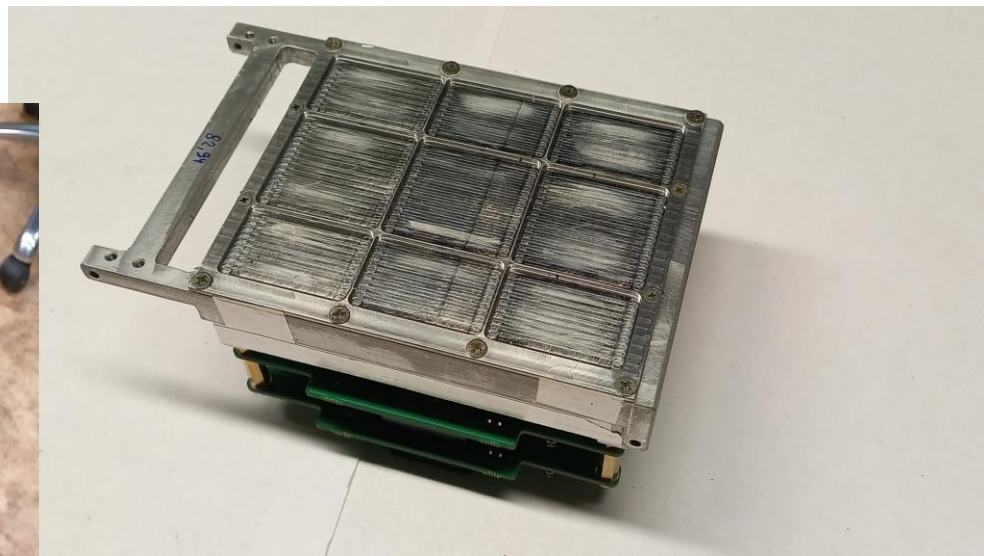


СУП – спектрометр универсальный полупроводниковый

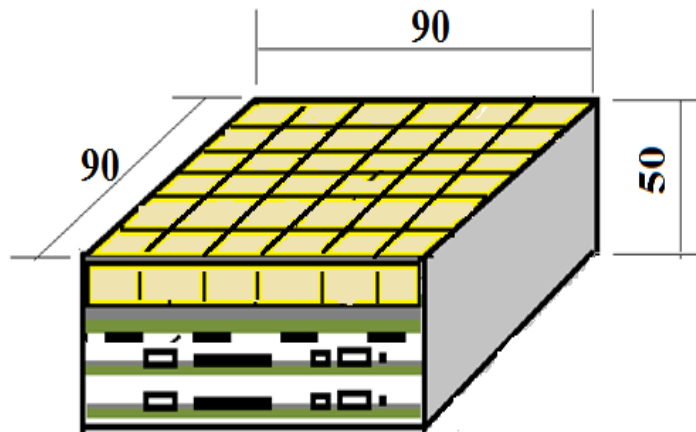
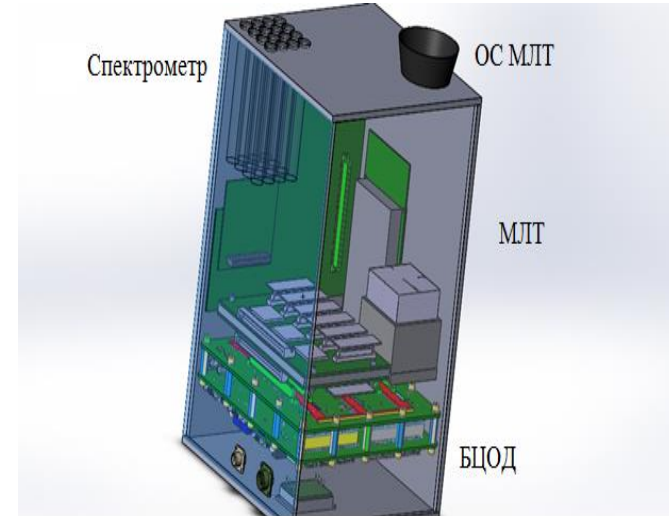
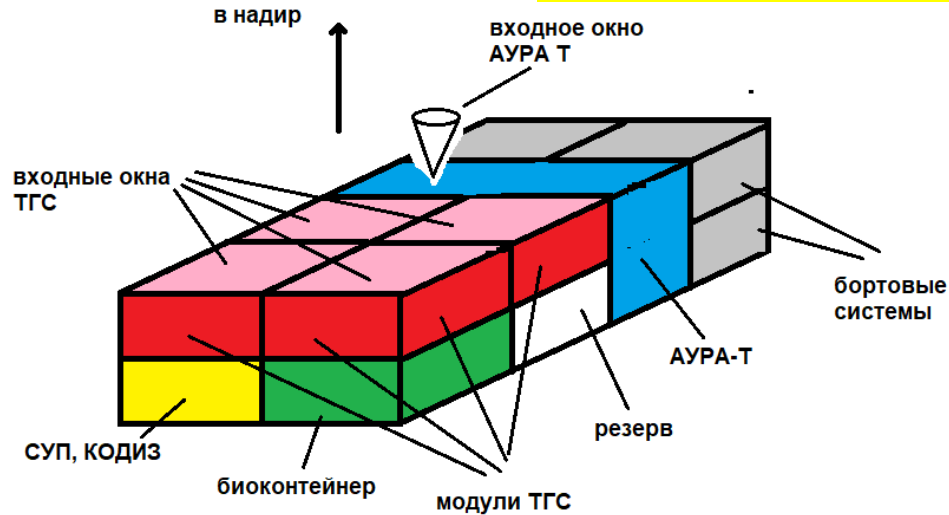


Альтаир

# КА Альтаир



# КА Скорпион



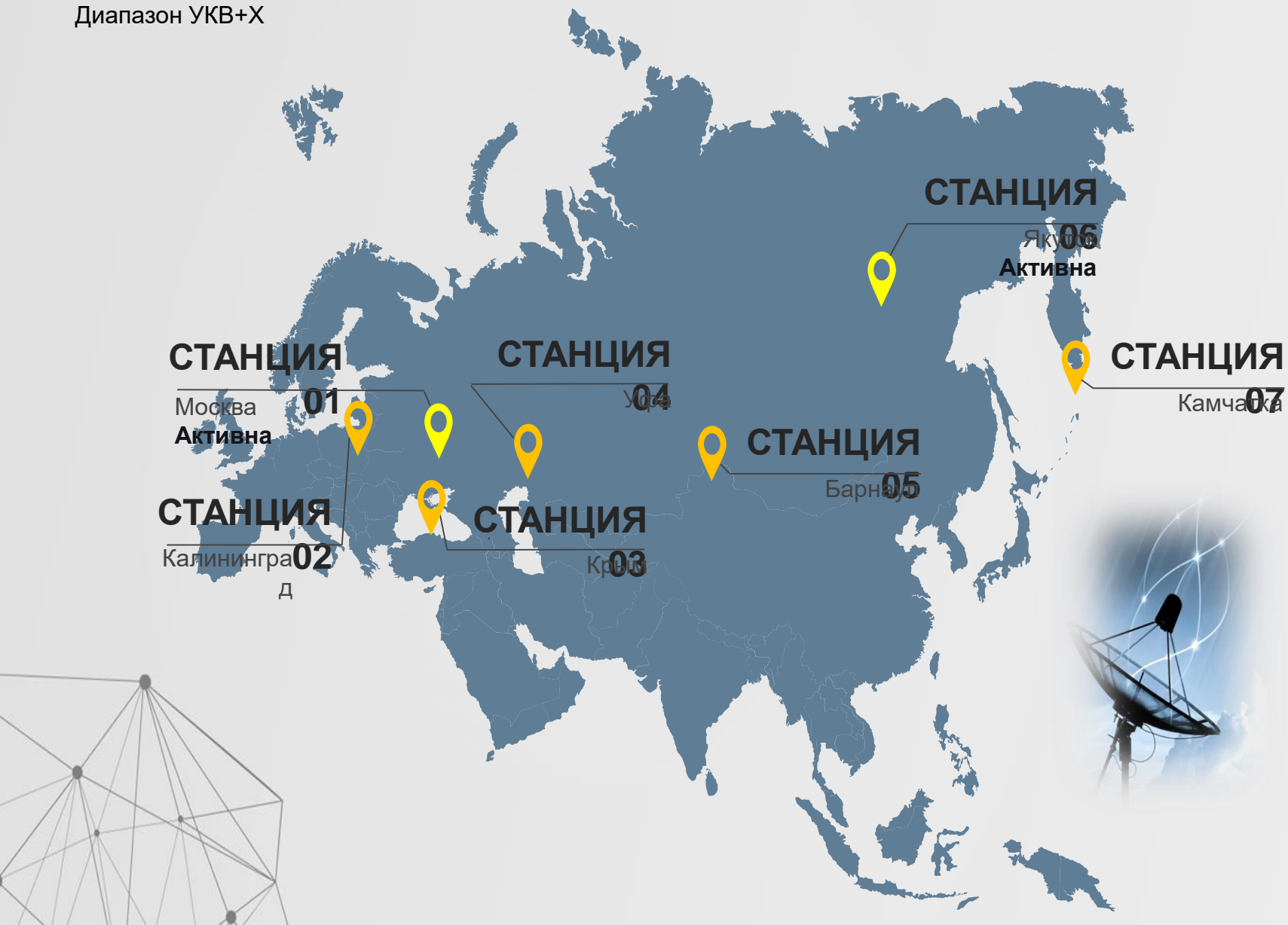
Многопиксельный вариант. Детектор состоит из набора отдельных сцинтилляционных пикселей (Ce:GAGG - дорогой вариант или CsI(Tl) - дешёвый) размером 15-20 мм, просматриваемых несколькими SiPM

Основные характеристики МЛТ-С:

- предварительные габаритные размеры МЛТ-С - не более 220x220x350 мм;
- предварительная масса МЛТ-С - не более 10 кг;
- энергопотребление МЛТ-С: не более 20 Вт;
- высокое временное разрешение (порядка 1 мкс);
- наличие пространственного разрешения (10 км при орбитальных наблюдениях);
- широкое поле зрения (до 20°);
- высокая чувствительность (диаметр входного окна не менее 50 мм для спектрального детектора, и не менее 10<sup>3</sup> мм для телескопа);
- возможность измерения отдельных спектральных линий, полос (выбор и обоснование спектральных линий определяется спектрами свечения молний и TLE и диапазонами прозрачности атмосферы);
- вариативность режимов для измерения временной структуры на разных масштабах.

# КАРТА СТАНЦИЙ

Развёртывание распределённой сети приёмных станций с централизованным хранением принимаемых данных.  
Диапазон УКВ+Х

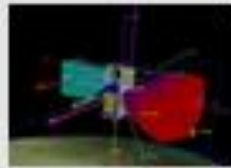


# ЦУП МГУ

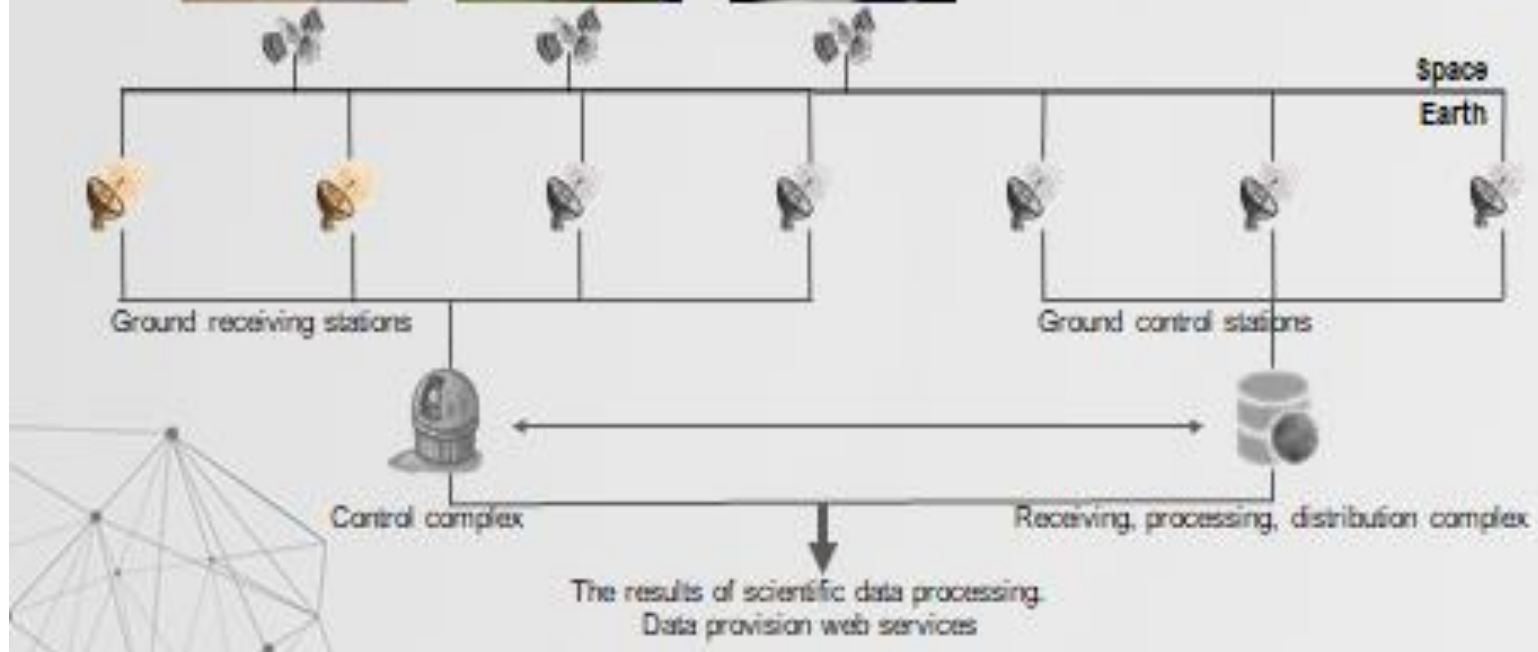




# SPACE-EARTH SYSTEM



– small satellites of various form factors with profile payloads





**Спасибо за  
внимание**