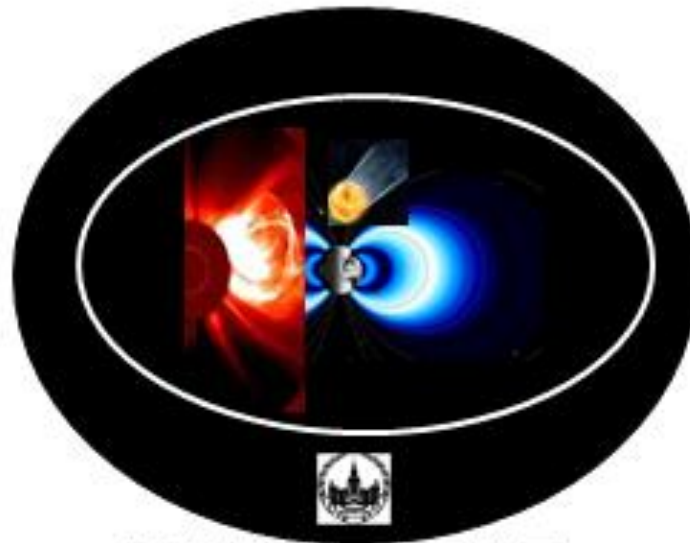




# Космический проект Московского университета "Созвездие-270": мониторинг космической радиации и электромагнитных транзиентов



# Космический проект Московского университета «Созвездие-270»



УНИВЕРСАТ

**Space-PI**

*Создание космической группировки малых спутников для мониторинга космической радиации и электромагнитных транзиентов*

# Основные задачи

- Определение пространственно-временных характеристик распределений потоков энергичных заряженных частиц в различных областях околоземного пространства.
- Определение механизмов быстрых вариаций потоков электронов высоких энергий во внешнем радиационном поясе Земли.
- Регистрация электромагнитных транзиентов
- Мониторинг потоков протонов ГКЛ и СКЛ для построения динамической модели космической погоды.
- Интерактивные программы обучения школьников и других категорий учащихся методам обработки и анализа данных космических экспериментов



# Результаты работ 2024 г.

- - осуществлен запуск КА формата кубсат 6U «Альтаир» и КА формата кубсат 3U «АрктикСат» с полезной нагрузкой НИИЯФ МГУ;
- - обработка и анализ информации, поступающей с действующих спутников, составление каталогов солнечных вспышек и космических гамма-всплесков, анализ эффектов космической погоды;
- - создана полезная нагрузка КА формата кубсат 16U «Скорпион» (проект «Астробиология»);
- - отработка сеансов связи с действующими КА группировки Московского университета с помощью приемных антенн МГУ;
- - разработаны программы баллистического обеспечения действующих КА, расчет вероятной траектории схода и времени прекращения существования для КА, выработавших ресурс (совместно с ФКИ);
- - разработаны учебные программы, курсов, практикумов, основанных на использовании результатов экспериментов с КА формата кубсат, для студентов и школьников.

# Кубсаты с приборами Московского университета

**SiriusSat 1,2 (15.08.2018 – 09.12.2020)**

**SOCRAT (05.07.2019 – 2021)**

**AmurSat (05.07.2019 – 09.2022)**

**VDNKh-80 (05.07.2019 – 2023)**

**Norbi (28.07.2020 - )**

**DECART (28.07.2020 - )**

**MONITOR-1 (09.08.2022 – 04.2024)**

**SKOLTECH-1B (09.08.2022 – 09.2024)**

**SKOLTECH-2B (09.08.2022 – 09.2024)**

**Avion (27.06.2023 - )**

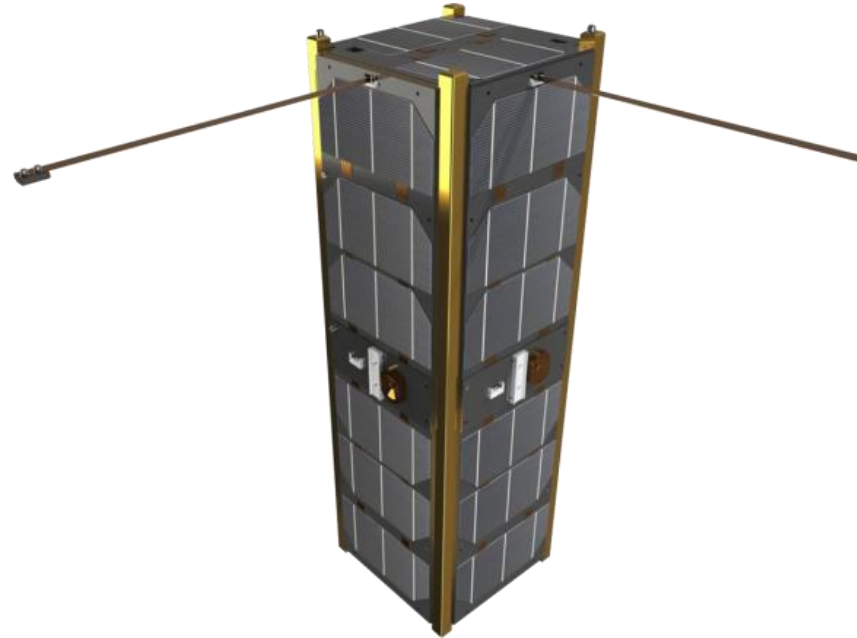
**Monitor – 2,3,4 (27.06.2023 - )**

**UTMN-2 (27.06.2023 - )**

**Saturn (27.06.2023 - )**

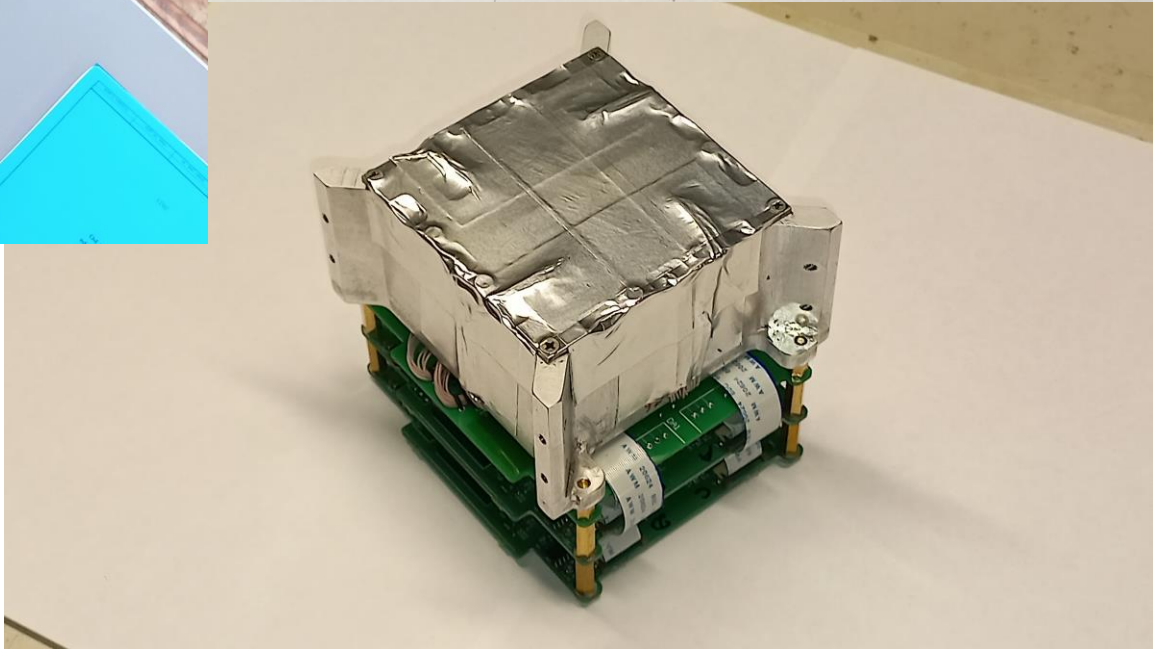
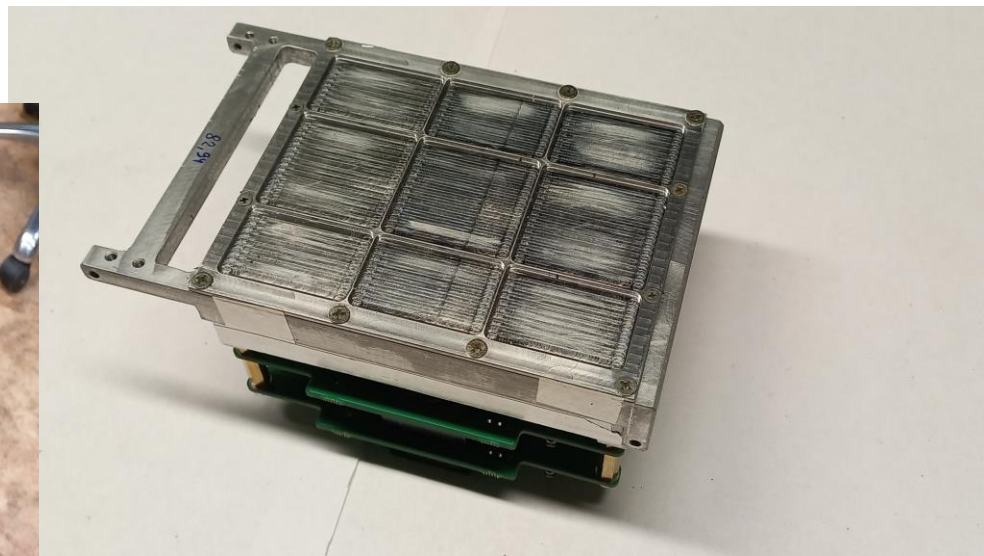
**Альтаир (05.11.2024 - )**

**АрктикСат (05.11.2024 - )**



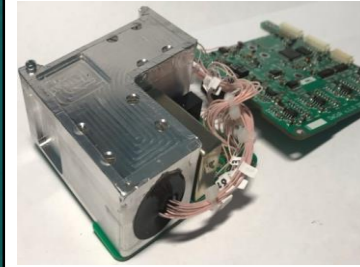
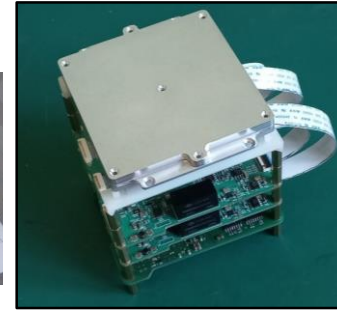


# КА Альтаир

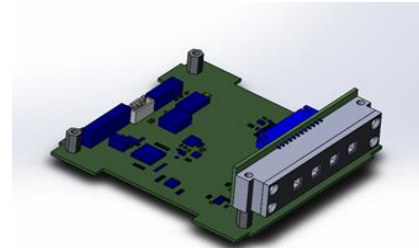


# Линейка приборов для кубсатов

Детекторы гамма-квантов и  
суб-релятивистских электронов  
ДеКоР-1, ДеКоР-2, ДеКоР-3



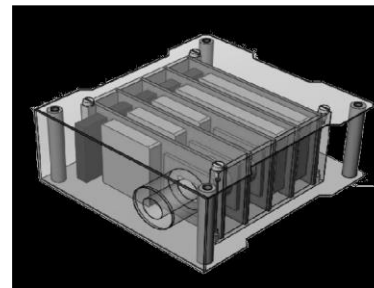
Фотометры – спектрометры УФ  
излучения АУРА, АУРА-2, АУРА-Т



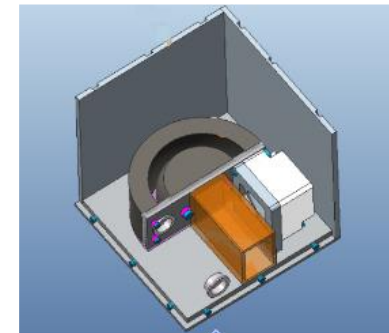
Комбинированный детектор  
космических излучений КОДИЗ



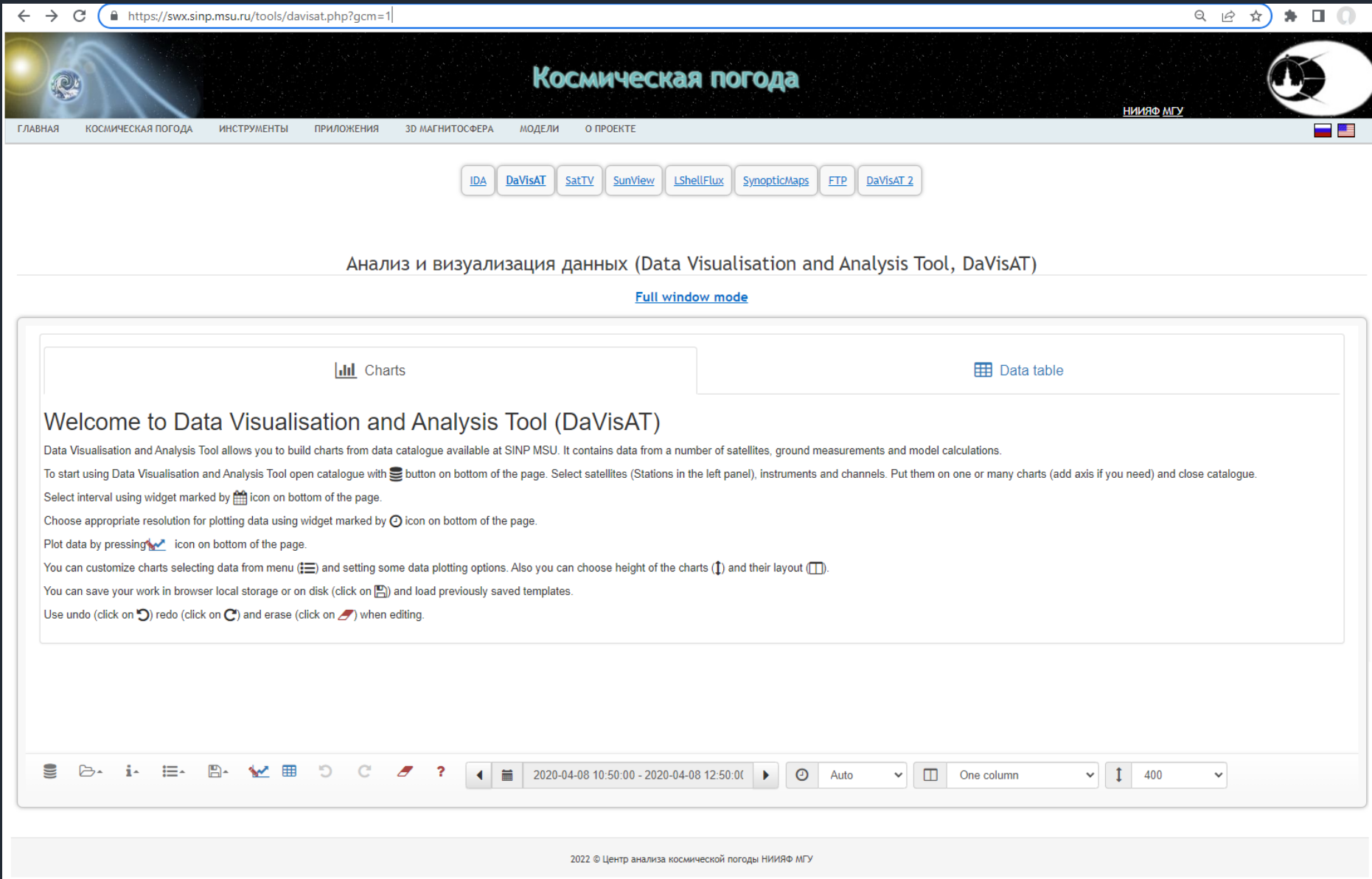
Спектрометр протонов и  
электронов СУП



Спектрометр частиц малых  
энергий



# Информация со спутников доступна на сайте космической погоды НИИЯФ МГУ по адресу <https://swx.sinp.msu.ru>





The screenshot shows a web browser window with the URL <https://swx.sinp.msu.ru/tools/davisat.php?gcm=1>. The page header features the title "Космическая погода" (Cosmic Weather) and the logo of the Institute of Space and Astronautical Sciences (IAES) of Moscow State University (MSU). The navigation menu includes links for "ГЛАВНАЯ", "КОСМИЧЕСКАЯ ПОГОДА", "ИНСТРУМЕНТЫ", "ПРИЛОЖЕНИЯ", "3D МАГНИТОСФЕРА", "МОДЕЛИ", and "О ПРОЕКТЕ". Below the menu is a row of buttons for various tools: IDA, DaVisAT, SatTV, SunView, LShellFlux, SynopticMaps, FTP, and DaVisAT 2.


The main content area is titled "Анализ и визуализация данных (Data Visualisation and Analysis Tool, DaVisAT)" and includes a link for "Full window mode". The interface is divided into two tabs: "Charts" (selected) and "Data table".


**Welcome to Data Visualisation and Analysis Tool (DaVisAT)**




Data Visualisation and Analysis Tool allows you to build charts from data catalogue available at SINP MSU. It contains data from a number of satellites, ground measurements and model calculations.


To start using Data Visualisation and Analysis Tool open catalogue with  button on bottom of the page. Select satellites (Stations in the left panel), instruments and channels. Put them on one or many charts (add axis if you need) and close catalogue.




Select interval using widget marked by  icon on bottom of the page.

Choose appropriate resolution for plotting data using widget marked by  icon on bottom of the page.

Plot data by pressing  icon on bottom of the page.

You can customize charts selecting data from menu  and setting some data plotting options. Also you can choose height of the charts  and their layout .

You can save your work in browser local storage or on disk (click on ) and load previously saved templates.

Use undo (click on ) redo (click on ) and erase (click on ) when editing.

The bottom control bar includes a toolbar with icons for catalogue, home, info, list, save, plot, data table, undo, redo, and help. The main display shows a time range of "2020-04-08 10:50:00 - 2020-04-08 12:50:00", a refresh button, a resolution dropdown set to "Auto", a layout dropdown set to "One column", and a height dropdown set to "400".

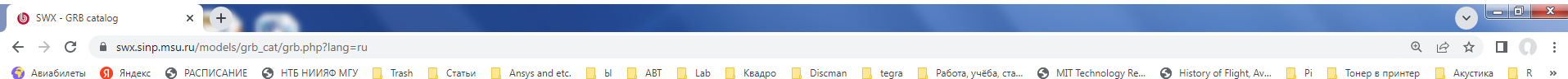
2022 © Центр анализа космической погоды НИИЯФ МГУ





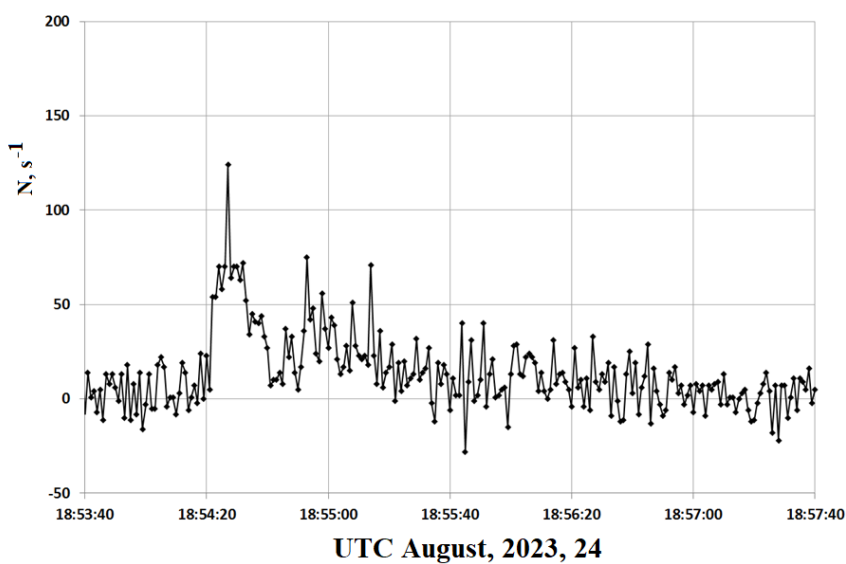
# **Космические гамма всплески**

# Каталог гамма-всплесков группировки «Созвездие-270».

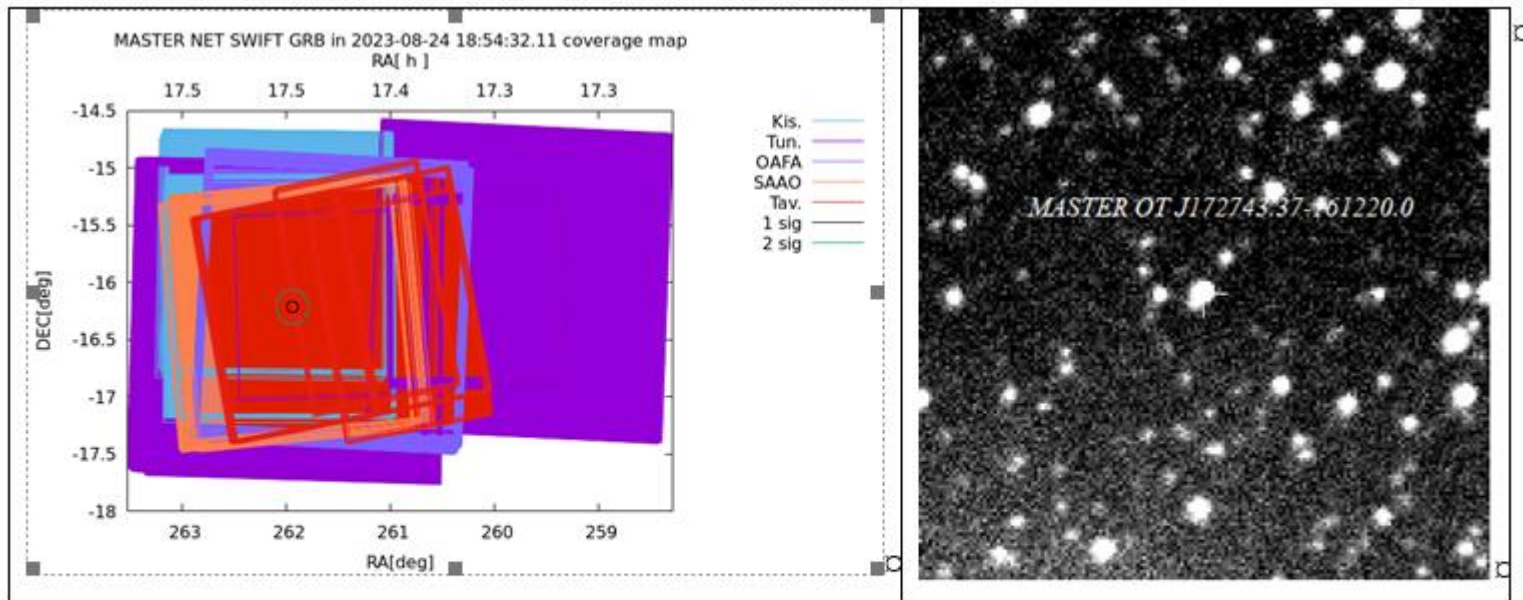


## Каталог гамма-всплесков, наблюдавшихся на кубсатах МГУ

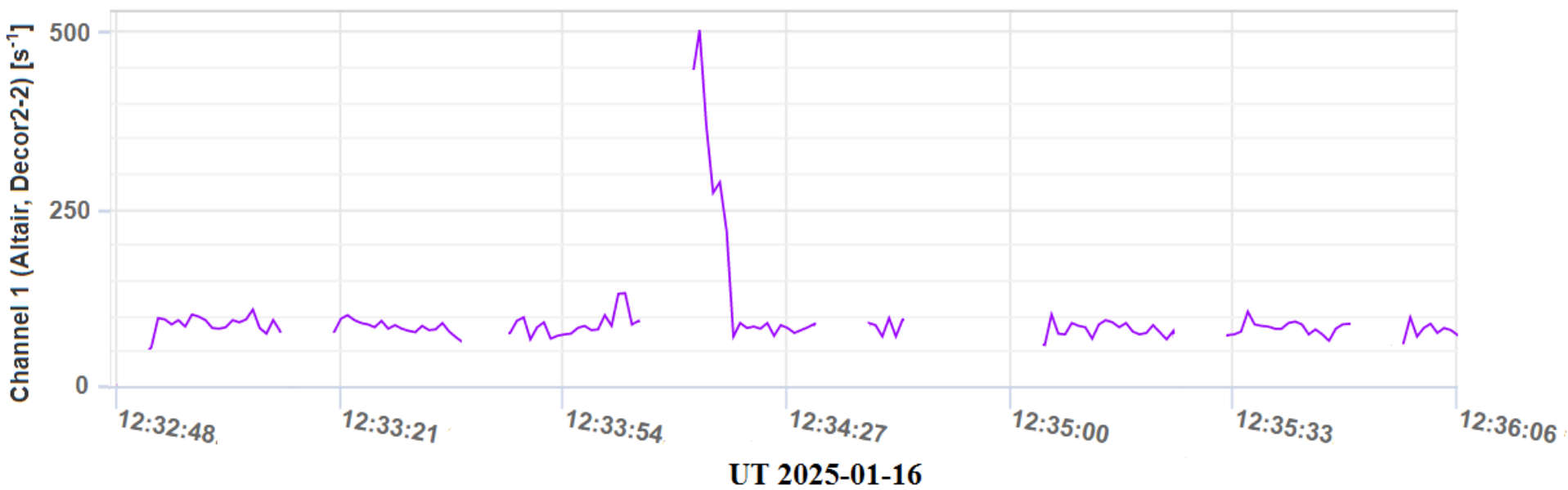
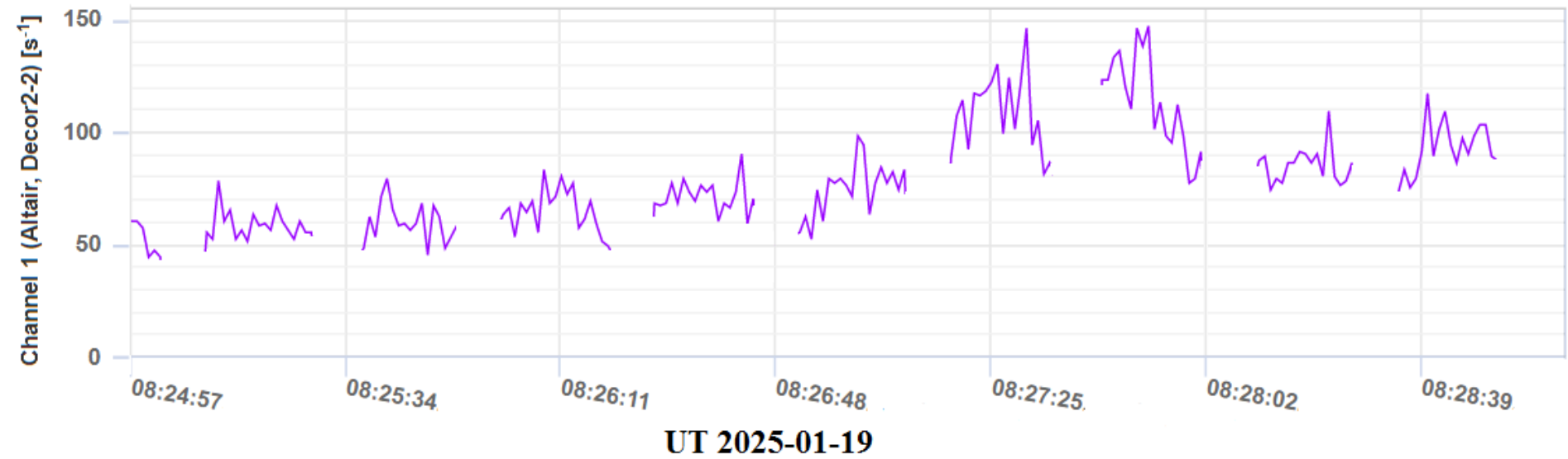
No	Date	GRB name	Satellite/Detector(s)	Start time	T90, s	Energy range	Confirmation (experiment, #circular, coordinates)
1	08.08.2023	230808A	Avion/DeCo1	10:49:05	26	>40 keV	Fermi, <a href="#">#34369</a> , RA=81.6, Dec=58.5
2	<a href="#">12.08.2023</a>	230812B	Avion/DeCoR2-2	<a href="#">18:57:54</a>	8	>80 keV	Fermi, <a href="#">#34386</a> , RA=250.1, Dec=46.2
3	<a href="#">24.08.2023</a>	230824A*	Avion/DeCoR1	<a href="#">18:54:22</a>	20	>40 keV	Swift, <a href="#">#34542</a> , galactic transient J1727.8-1613
4	17.09.2023	230917A	Avion/DeCoR1	00:44:39	72	>40 keV	AstroSat, <a href="#">#34725</a>
5	19.09.2023	230919A	Avion/DeCoR1	16:58:22	4	>40 keV	Fermi, <a href="#">#34737</a> , RA=58.2, Dec=41.2
6	20.10.2023	231020A	Avion/DeCoR1	18:57:01	11	>40 keV	Fermi, <a href="#">#34856</a> , RA=317.5, Dec=-28.7
7	20.10.2023	231020B	Monitor-2/DeCoR2-2	21:35:50	11	>80 keV	Fermi, <a href="#">#34862</a> , RA=221.4, Dec=15.6
8	30.10.2023	231030B	Avion/DeCoR1	19:58:14	12	>40 keV	Fermi, <a href="#">#34915</a> , RA=244.0, Dec=56.5
9	10.11.2023	231110A	Avion/DeCoR1	21:19:33	27	>40 keV	Swift, <a href="#">#34977</a> , RA=356.3, Dec=82.6
10	14.12.2023	231214A	Avion/DeCoR1, DeCoR3	20:24:16	33	>30 keV	Fermi, <a href="#">#35334</a> , RA=302.2, Dec=-72.1
11	<a href="#">02.01.2024</a>	240102C	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">02:59:57</a>	18	>30 keV	Astrosat, <a href="#">#35479</a>
12	<a href="#">06.01.2024</a>	240106A	Avion/DeCoR3	<a href="#">00:36:23</a>	20	>30 keV	Fermi, <a href="#">#35490</a> , RA=8.0, Dec=53.7
13	<a href="#">07.01.2024</a>	240107A	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">19:16:32</a>	52	>30 keV	MAXI, <a href="#">#35495</a> , RA=298, Dec=-68.2
14	<a href="#">04.02.2024</a>	240204A	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">15:07:16</a>	45	>30 keV	Fermi, <a href="#">#35664</a> , RA=101.5, Dec=-3.4
15	<a href="#">06.03.2024</a>	-	Avion/DeCoR3	<a href="#">00:42:15</a>	2	>30 keV	-
16	<a href="#">02.04.2024</a>	240402B	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">08:47:35</a>	16	>30 keV	Swift, <a href="#">#36114</a> , RA=245.4, Dec=25.8
17	<a href="#">04.05.2024</a>	240504A	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">05:12:42</a>	136	>30 keV	Fermi, <a href="#">#36387</a> , RA=64.6, Dec=-8.7
18	<a href="#">27.05.2024</a>	240527B	Avion/DeCoR3	<a href="#">14:03:50</a>	30	>30 keV	Fermi, <a href="#">#36546</a> , RA=128.51, Dec=-12.68
19	27.06.2024	240627A	Avion/DeCoR3	23:58:55	12	>30 keV	AstroSat, <a href="#">#36776</a>
20	<a href="#">16.09.2024</a>	240916A	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">01:22:55</a>	11	>30 keV	Fermi, <a href="#">#37518</a> , RA=233.2, Dec=-7.1
21	<a href="#">18.10.2024</a>	241018A	Avion/DeCoR1	<a href="#">11:54:37</a>	7	>40 keV	SVOM, <a href="#">#37812</a> , RA=67.99, Dec=43.03
22	<a href="#">29.10.2024</a>	241029A	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">02:19:59</a>	15	>30 keV	Fermi, <a href="#">#37932</a> , RA=324.4, Dec=6.6
23	<a href="#">14.11.2024</a>	241114B	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">11:05:04</a>	25	>30 keV	Konus-WIND, <a href="#">#38341</a> , RA=304, Dec=-10
24	<a href="#">23.12.2024</a>	241223A	Avion/DeCoR1, DeCoR3	<a href="#">12:08:45</a>	31	>30 keV	Fermi, <a href="#">#38650</a> , RA=159.9, Dec=-34.8
25	<a href="#">16.01.2025</a>	250116A	Altair/DeCoR2	<a href="#">12:34:02</a>	16	>30 keV	Fermi, <a href="#">#38963</a> , RA=266.64, Dec=-19.36
26	<a href="#">19.01.2025</a>	250119B	Altair/DeCoR2	<a href="#">08:27:18</a>	>40	>30 keV	Fermi, <a href="#">#38979</a> , RA=306.7, Dec=21.2



Time dependence of the output count rates ( $N$ ) in the detectors of the DeCoR-1 instrument on the Avion satellite during the detection of the GRB230824A from galactic transient J1727.8-1613.



Левая панель - карта покрытия поля ошибок GRB230824A по данным обсерватории им. Герцеля (Swift) на телескопах МАСТЕР, правая панель - изображение источника.



Кривые блеска двух гамма-всплесков, зарегистрированных в январе 2025 г.



GCN at AAS 245, Legacy Circulars Address Retirement. See [news and announcements](#)

[← Back](#)[Text](#)[JSON](#)[Cite](#)[Request Correction](#)

## GCN Circular 39378

**Subject** LIGO/Virgo/KAGRA S250206dm: Upper limits from MSU cubesats observations  
**Date** 2025-02-19T22:58:12Z (19 hours ago)  
**From** Andrey Bogomolov at Moscow State University <aabboogg@srd.sinp.msu.ru>  
**Via** Web form

A. Bogomolov, V. Bogomolov, A. Iyudin, S. Svertilov.  
 on behalf of the MSU “Sozvezdie-270” team, report:

At the event time (2025-02-06 21:25:30 UTC) of S250206dm (GCN circulars [#39175](#); [#39178](#); [#39231](#)) two cubesats of the Moscow University project “Constellation-270” [1] were operating. These are Avion (the DeCoR-1 and DeCoR-2 instruments) and Arcticsat (the DeCoR-2 instrument).

The analysis of monitoring data with the available time resolution of  $\sim 1$  s did not reveal a significant increase in the count rate of all detectors in the time interval 21:22-21:30 UTC. The following 3-sigma upper limits on the flux were obtained (in units of  $10^{-7}$  erg/s/cm<sup>2</sup>) for the timescales 1s and 5s.

Satellite	Energy Range	Upper Limit(1s)	Upper Limit(5s)
Avion	30-500 keV	2.3	1.0
Arcticsat	50-500 keV	1.1	0.5

In the calculations we assumed the following source coordinates: RA=38°, Dec=53° (see GCN circulars [#39231](#), [#39261](#))

Avion and Arcticsat are the cubesats of the Moscow University project “Constellation-270” [1] launched on 2023 June 27 (Avion) and on 2024 November 5 (Arcticsat). The payload of both cubesats is a set of scintillation gamma-ray detectors DeCoR [2], the energy range is >30 keV (Avion) and >50 keV (Arcticsat), the time resolution is 0.5s (Avion) and 1 s (Arcticsat).

[1] Svertilov et al. 2023 [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-50248-4\\_21](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-50248-4_21)

[2] Bogomolov et al. 2022 Universe 8, 282 <https://www.mdpi.com/2218-1997/8/5/282>





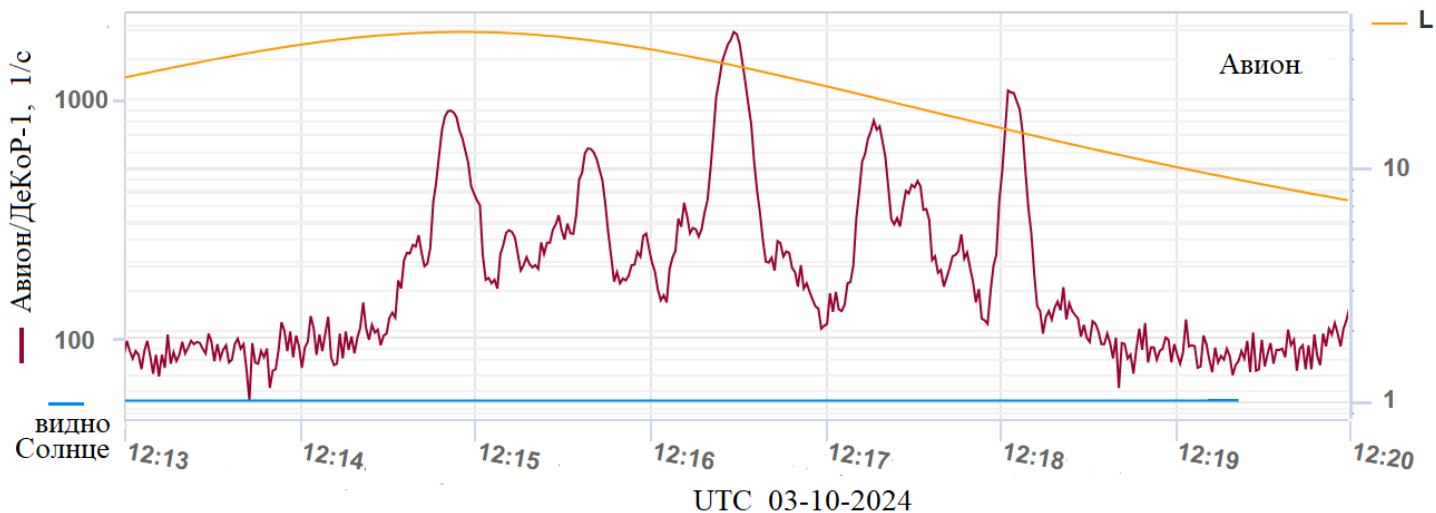
# **Жесткое излучение солнечных вспышек**

Адрес: [https://swx.sinp.msu.ru/models/sfc\\_cat/sfc.php](https://swx.sinp.msu.ru/models/sfc_cat/sfc.php)

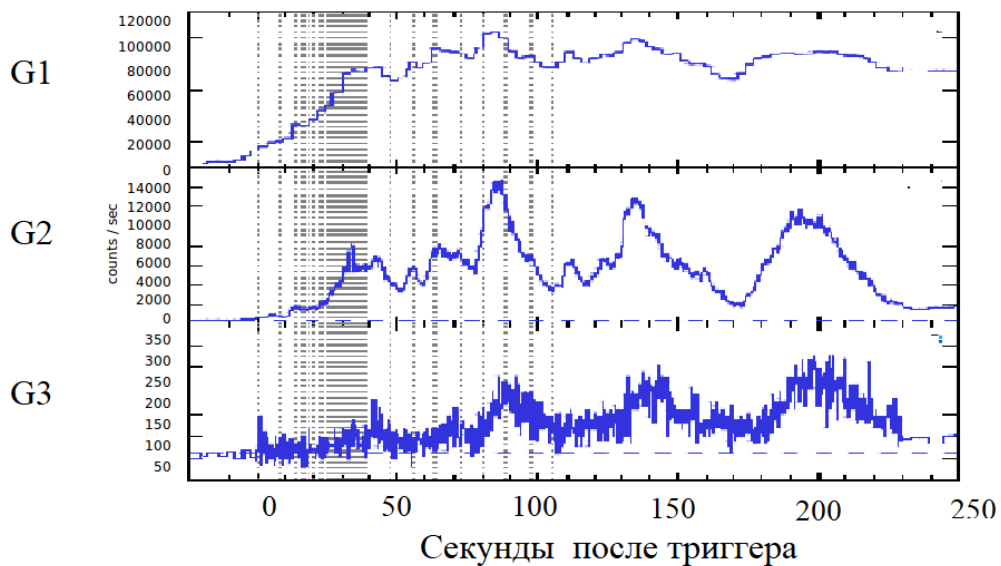
№	Date	GOES time	Class	Cubesat	Time HHR	Duration
1	2023-09-19	20:01-20:14-20:21	M4.0	Avion	20:09-20:10	> 1 min.*
2	2023-10-01	03:21-03:24-03:30	C9.3	Avion	03:23-03:23	10 sec.
3	2023-11-02	12:18-12:22-12:26	M1.6	Avion	12:22-12:22	< 20 sec.
4	2023-12-14	16:47-17:02-17:12	X2.8	Avion	16:56-17:06	10 min.
5	2023-12-15	07:03-07:15-07:23	M6.3	Monitor-4	07:09-07:16	7 min.
6	2024-01-04	01:10-01:16-01:22	M1.1	Avion	01:12-01:14	2 min.
7	2024-01-29	03:54-04:38-05:15	M6.8	Avion	04:16-04:21	5 min.
8	2024-02-05	06:10-06:22-06:26	M1.4	Avion	06:20-06:21	50 sec.
9	2024-02-08	18:56-19:02-19:06	M1.3	Avion	19:01-19:02	25 sec.
10	2024-02-09	12:53-13:14-13:32	X3.3	Avion	13:04-13:07	3 min.
11	2024-02-16	06:17-06:32-06:40	X2.5	Avion	06:50-06:52	1 min. 15 sec.
12	2024-02-21	22:52-23:07-23:14	X1.8	Avion	23:04-23:09	5 min.
13	2024-02-22	22:08-22:34-22:43	X6.3	Avion	22:25-22:42	17 min.
14	2024-03-26	00:28-00:36-00:40	M1.8	Avion	00:35-00:36	40 sec.
15	2024-03-30	21:01-21:16-22:15	M9.4	Avion	21:12-21:13	1 min.
16	2024-05-09	11:52-11:56-12:02	M3.1	Avion	11:54-11:54	40 sec.
17	2024-06-09	06:49-07:01-07:16	M1.6	Avion	06:57-06:59	2 min.
18	2024-07-06	22:52-23:15-23:35	M1.0	Avion	22:57-22:59	2 min.
19	2024-10-03	12:08-12:18-12:27	X9.0	Avion	12:14-12:19	6 min.
20	2024-10-09	01:25-01:56-02:43	X1.8	Avion	01:46-01:49	3 min.
21	2024-12-04	09:52-10:00-10:08	M2.3	Avion	09:57-09:59	2.5 min.
22	2024-12-08	08:50-09:06-09:10	X2.2	Avion, Altair	09:03-09:05	2 min.
23	2024-12-12	17:31-17:43-17:50	M2.2	Altair	17:39-17:40	40 sec.
24	2024-12-13	14:15-14:24-14:31	M1.0	Avion	14:23-14:23	25 sec.
25	2024-12-21	00:33-00:38-00:42	M1.9	Avion	00:37-00:38	50 sec.
26	2024-12-24	08:28-08:41-08:45	M4.1	Altair	08:38-08:39	1.5 min.
27	2025-01-19	03:28-03:32-03:36	M2.4	Avion, Altair	03:31-03:32	57 sec.

# X9.0

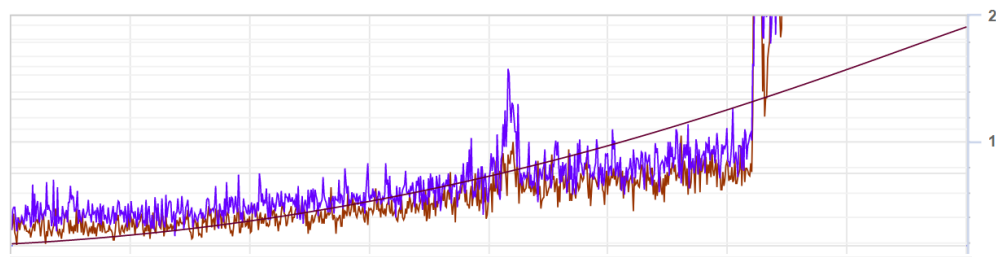
Вспышка X9. GOES16: 12:08 - 12:18 - 12:27. Область 13842, координаты S15W08



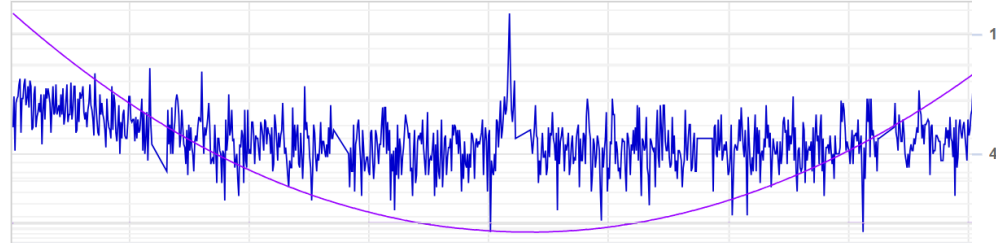
KONUS-WIND S2 SF 20241003 T<sub>0</sub>=44046.609 s UT (12:14: 6.609)



Авион



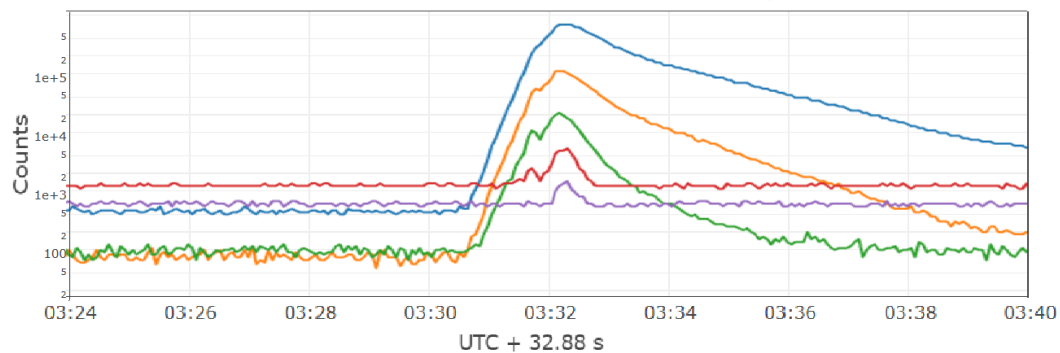
Альтаир



GOES



STIX





# Основные результаты наблюдений эффектов космической погоды

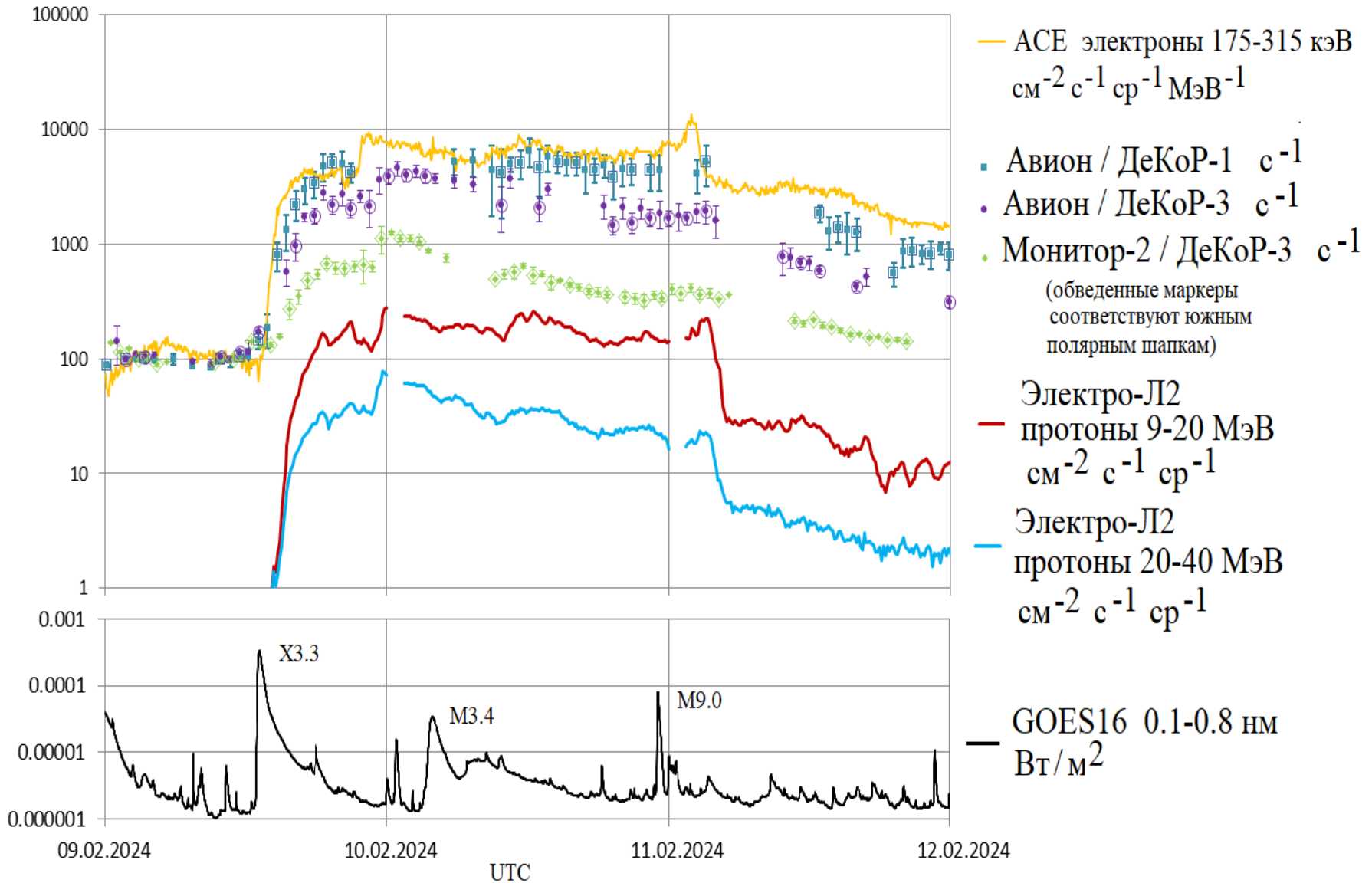
- наполнение полярных шапок солнечными космическими лучами;
- динамика внешнего радиационного пояса;
- высыпания электронов в различных регионах околоземного пространства (арктическая кромка внешнего пояса, зазор, области вблизи геомагнитного экватора).





# Эффекты солнечных космических лучей

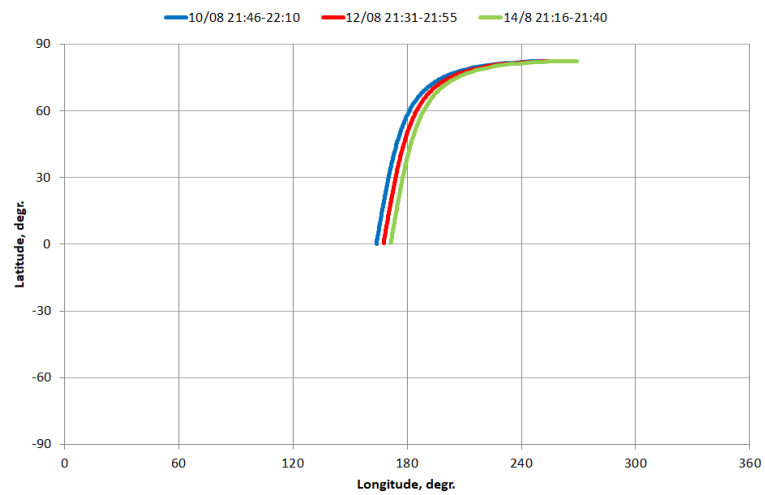
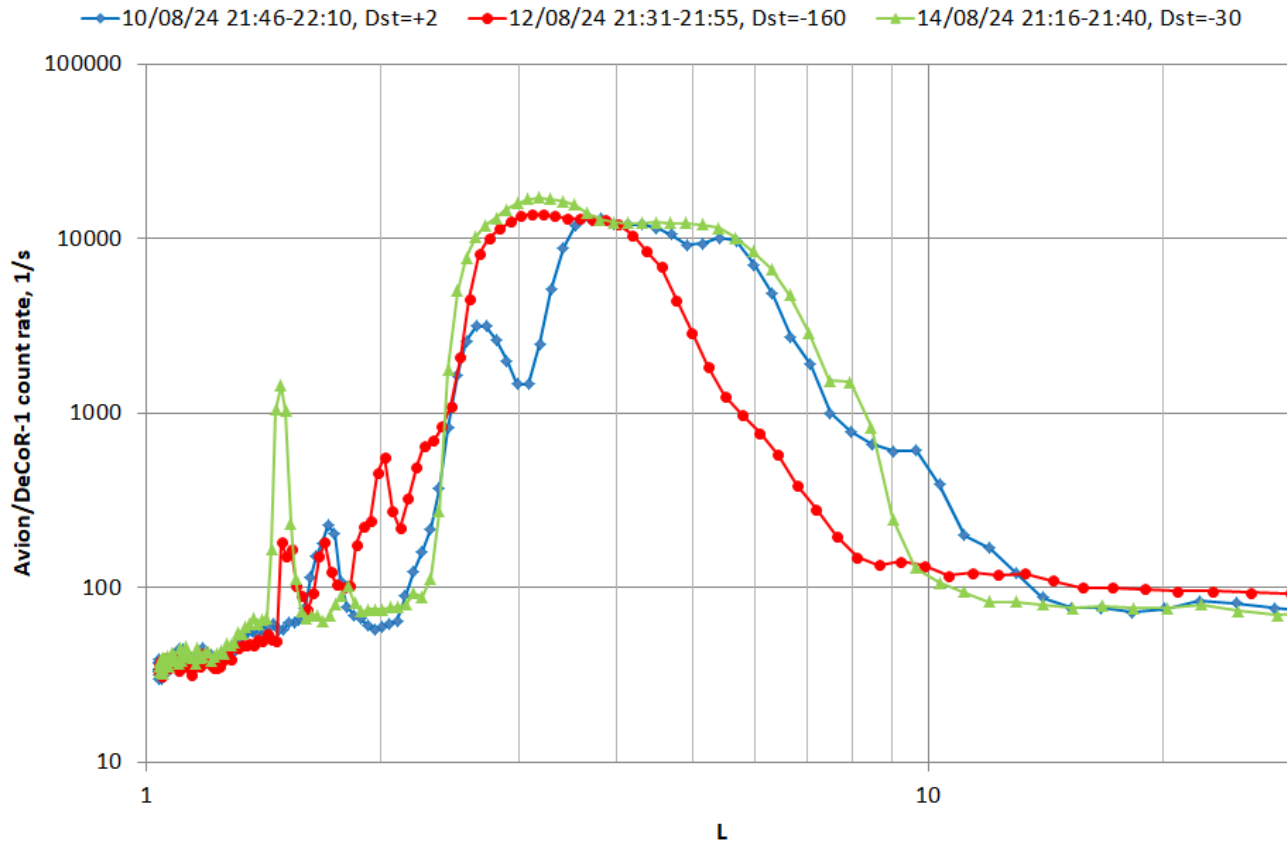
# 9-12 февраля 2024 г.





# **Динамика внешнего радиационного пояса**

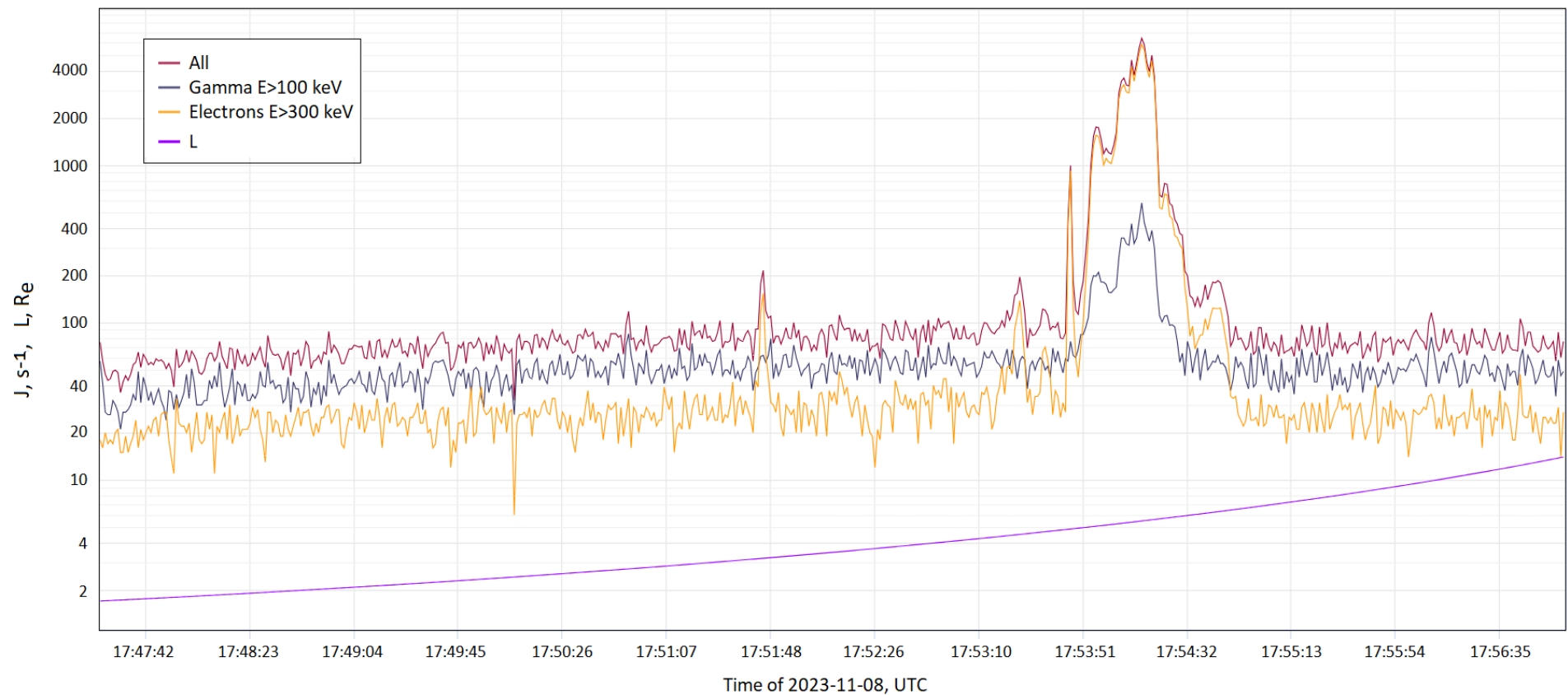
# Магнитная буря, Август, 11-12, 2024





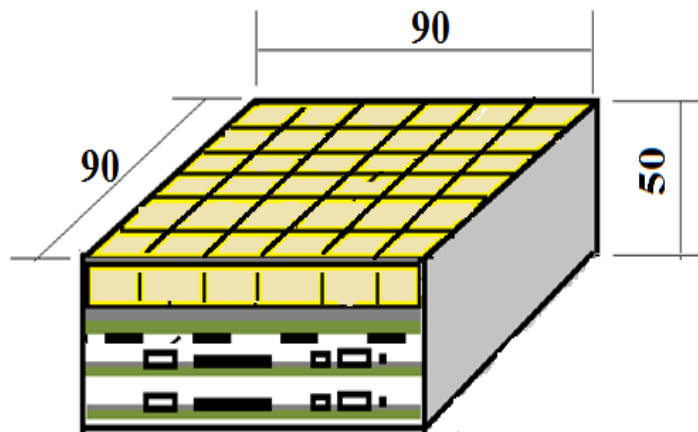
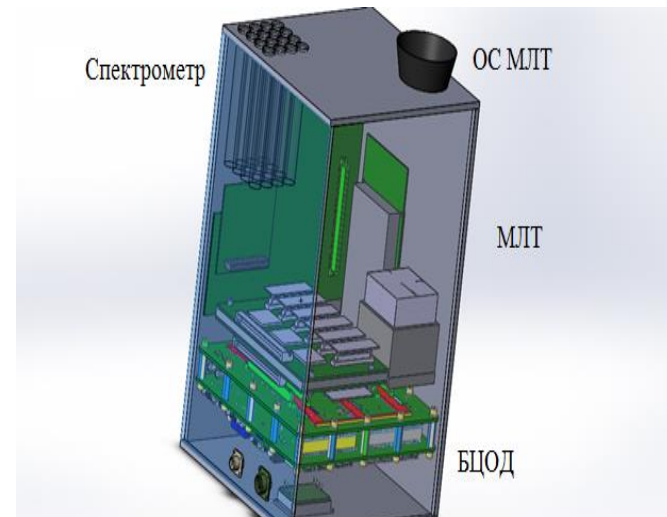
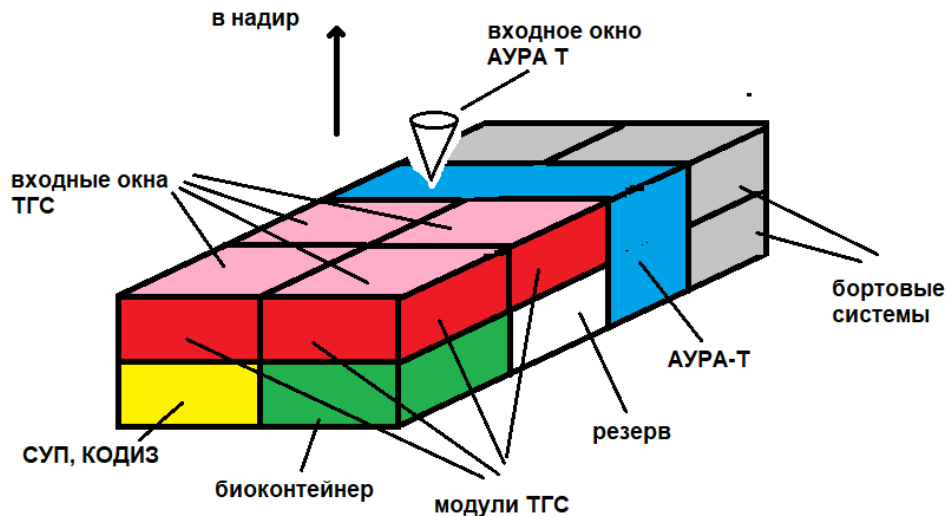
# Высыпания электронов





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

# Спутник «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 СОНЭТ:

- предварительные габаритные размеры - не более 220x220x350 мм;
- предварительная масса - не более 10 кг;
- энергопотребление : 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.

# ЦУП МГУ



**Разработка учебных программ, курсов, практикумов, основанных на использовании результатов экспериментов с КА формата кубсат, для студентов и школьников.**

**Разработан лекционный курс «Удивительная Вселенная» для чтения на Балтийской инженерно-космической школе (29 октября – 30 октября 2024 г.), также разработан план практических занятий (мастер-классов) с участниками указанной школы.**



*Макет прибора МАДИЗ-2 для стратосферного спутника.*



*Подготовка макета прибора МАДИЗ-2 для стратосферного спутника.*





**Спасибо за  
внимание**