

# НЕОБЫЧНОЕ ПОНИЖЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ В МАЕ 2019 ГОДА НА ФОНЕ МИНИМУМА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ



Email: [qinv84@mail.ru](mailto:qinv84@mail.ru) (Трефилова Л.А.)

Skype: [Victor Yanke](#)

36 RCRC, Moscow

Трефилова Л.А., Кобелев П.Г., Белов А.В.,  
Ерошенко Е.А., Мелкумян А.А., Оленева В.А., Янке В.Г.

## Цели и задачи

- ▶ В данной работе исследуется специфическое событие, напоминающее одиночное понижение, которое наблюдалось в конце мае 2019г. Несмотря на то, что в целом понижение интенсивности космических лучей было незначительным (3–4%), оно интересно на фоне минимума СА, где оно было единственным.

### **Выдвигаемая гипотеза:**

- ▶ Специфический вид данного события на разных станциях позволяет предположить гипотезу, что данное понижение в мае обусловлено серией небольших Форбуш эффектов.

### **Задача настоящей работы –**

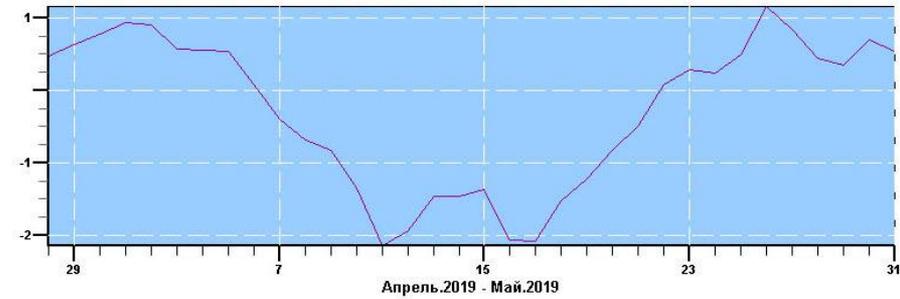
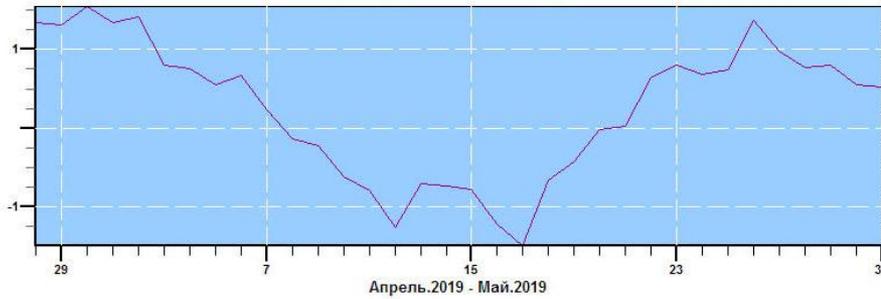
- ▶ Аргументировать выдвинутую гипотезу.
- ▶ Выделить отдельные Форбуш эффекты на основе разработанной методики.
- ▶ Рассмотреть возможные источники событий, Форбуш эффекты и их вклад в общее понижение.

# Вариации космических лучей на различных станциях в период с 28 апреля по 12 мая 2019г.

Москва.

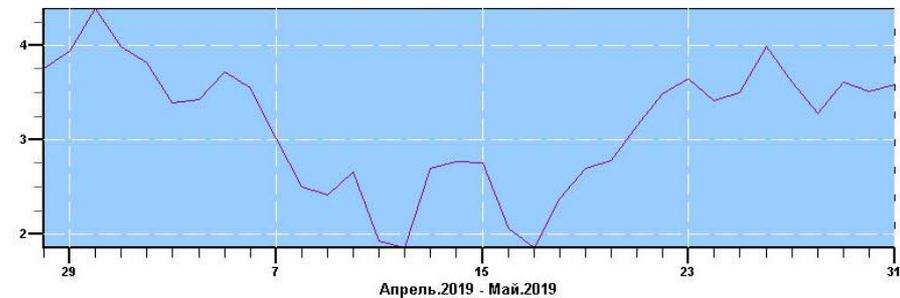
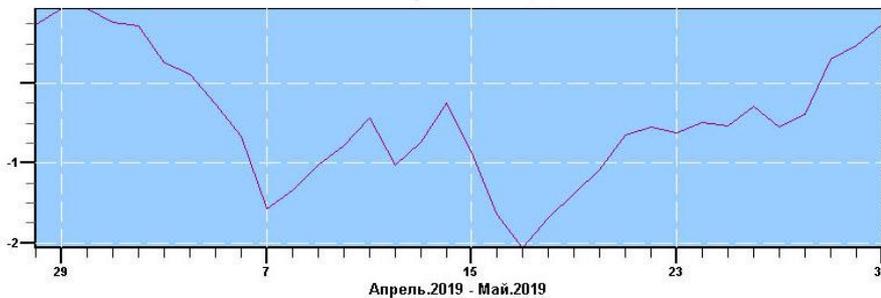
Вариации космических лучей на различных станциях (%).

Апатиты.



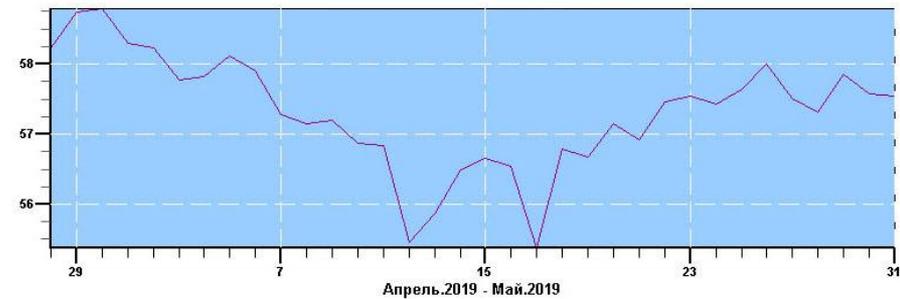
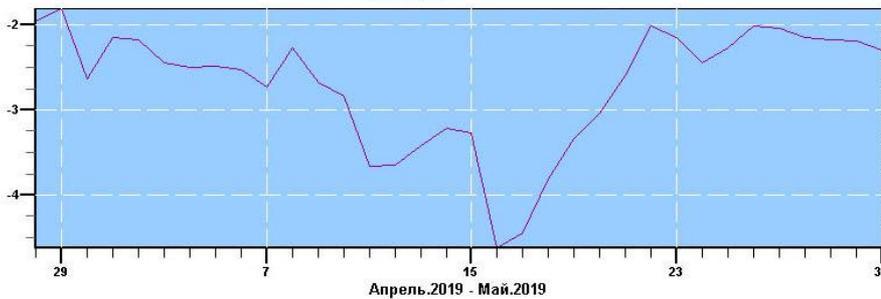
Алма-Ата.

Инувик.



Мирный.

Рим.



# Солнечная и геомагнитная активность с 28 апреля по 12 мая 2019г.

	Start Time	Movie	Central PA, °	Angular width, °	Linear fit (km/s)	2nd order fit (m/s <sup>2</sup> )
44	<a href="#">2019/04/28 08:24:07</a>	<a href="#">11</a>	253	63	<a href="#">357</a>	<a href="#">22.2</a>
46	<a href="#">2019/04/30 10:43:07</a>	<a href="#">3</a>	271	135	<a href="#">102</a>	<a href="#">67.3</a>
47	<a href="#">2019/04/30 12:24:07</a>	<a href="#">14</a>	71	58	<a href="#">310</a>	<a href="#">3.6</a>
1	<a href="#">2019/05/01 05:36:07</a>	<a href="#">7</a>	96	76	<a href="#">392</a>	<a href="#">50.1</a>
4	<a href="#">2019/05/01 16:36:07</a>	<a href="#">13</a>	72	59	<a href="#">361</a>	<a href="#">2.1</a>
9	<a href="#">2019/05/03 18:36:08</a>	<a href="#">9</a>	94	74	<a href="#">560</a>	<a href="#">1.6</a>
10	<a href="#">2019/05/04 00:00:07</a>	<a href="#">8</a>	77	101	<a href="#">521</a>	<a href="#">-46.5</a>
12	<a href="#">2019/05/04 02:00:07</a>	<a href="#">2</a>	74	78	<a href="#">408</a>	<a href="#">-----</a>
25	<a href="#">2019/05/06 01:24:07</a>	<a href="#">4</a>	72	77	<a href="#">429</a>	<a href="#">-202.2</a>
28	<a href="#">2019/05/06 08:24:07</a>	<a href="#">26</a>	48	63	<a href="#">186</a>	<a href="#">6.1</a>
38	<a href="#">2019/05/08 02:00:07</a>	<a href="#">11</a>	91	55	<a href="#">252</a>	<a href="#">-29.1</a>
40	<a href="#">2019/05/08 04:36:07</a>	<a href="#">4</a>	98	55	<a href="#">968</a>	<a href="#">-396.1</a>
46	<a href="#">2019/05/12 21:12:13</a>	<a href="#">7</a>	114	101	<a href="#">375</a>	<a href="#">36.7</a>

07.2018 – 12.2019гг.  
38 выбросов

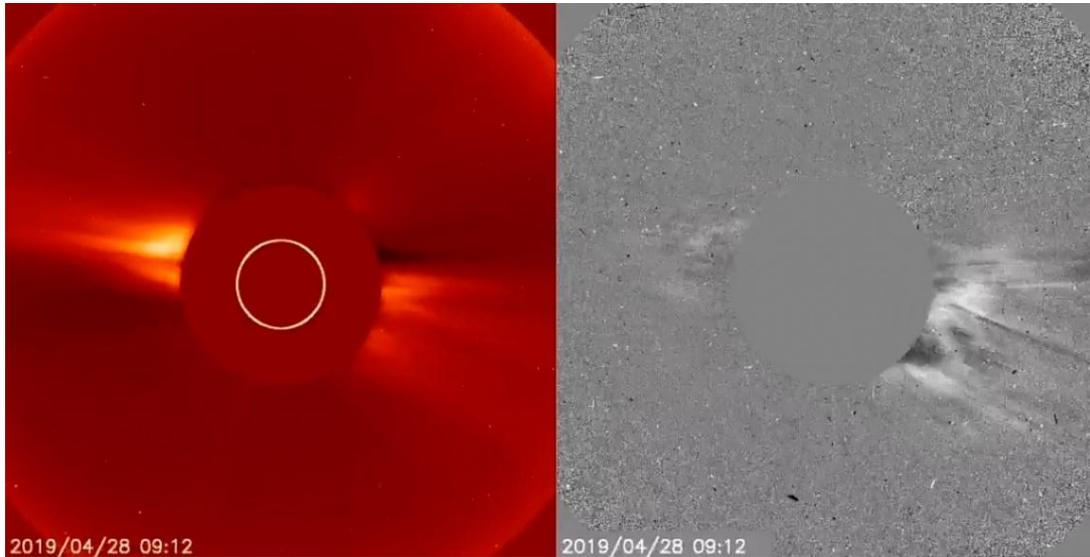
28.04.2019 – 12.05.2019гг.  
13 выбросов

За 2 недели наблюдалось  
35% выбросов от 1,5 лет в  
период минимума СА.

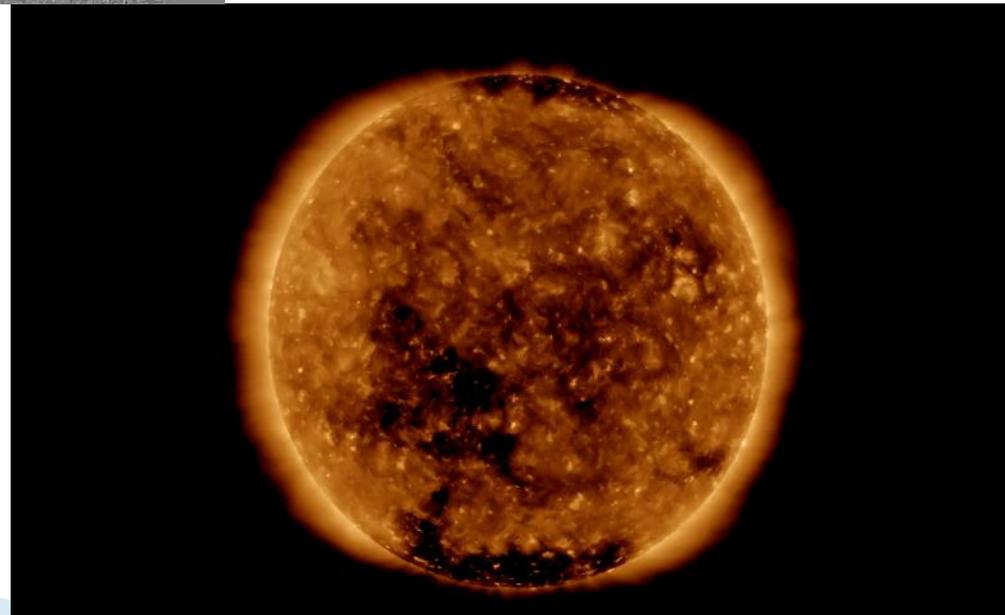
Выбросы с проведенной фильтрацией (угол раствора выброса > 50°)  
согласно каталогу LASCO C2 CMEs.

# Предполагаемые причины начального понижения.

Выброс за западным лимбом 28 апреля.

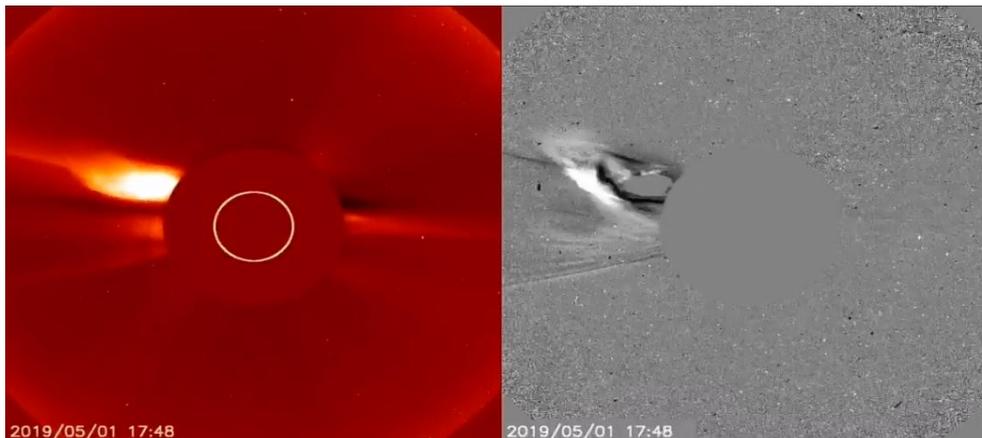
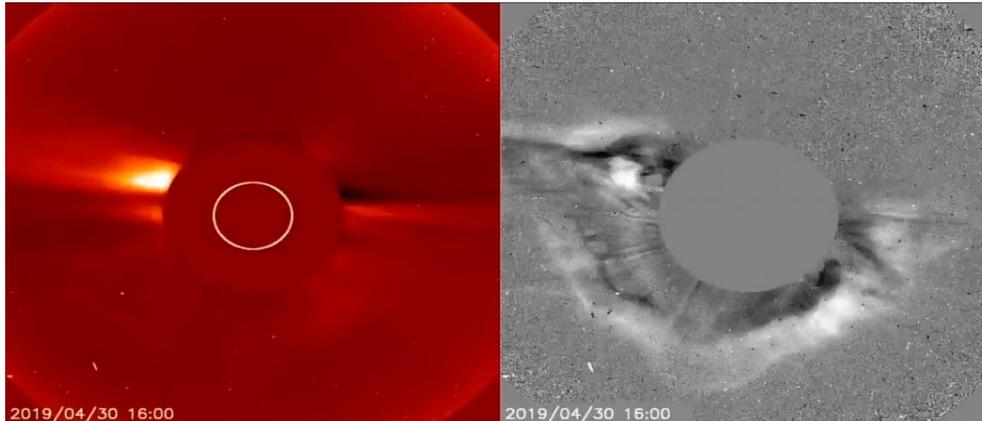


Корональная дыра в центре  
солнечного диска 28.04.19

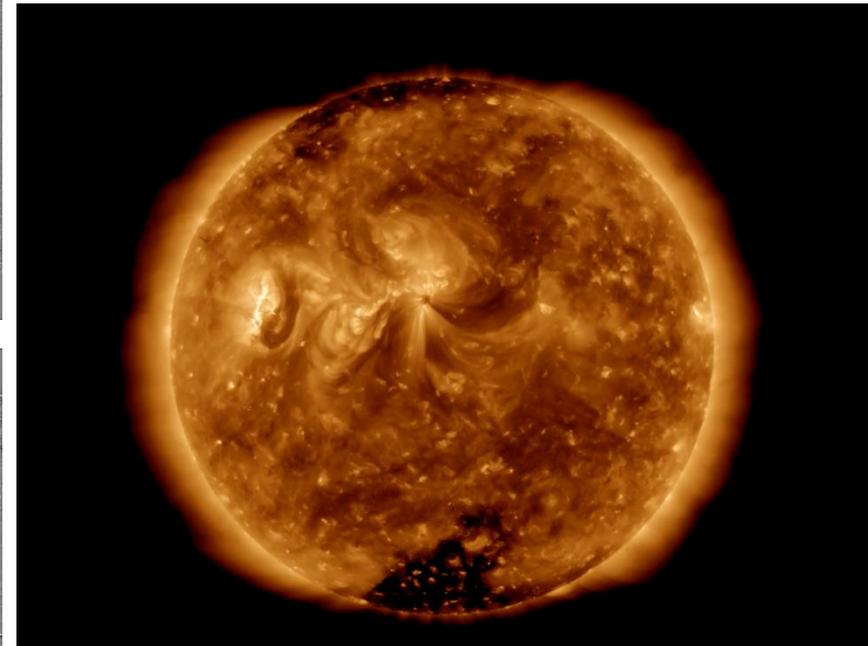


# Наблюдения выбросов на приборах SOHO, которые не давали восстанавливаться космическим лучам.

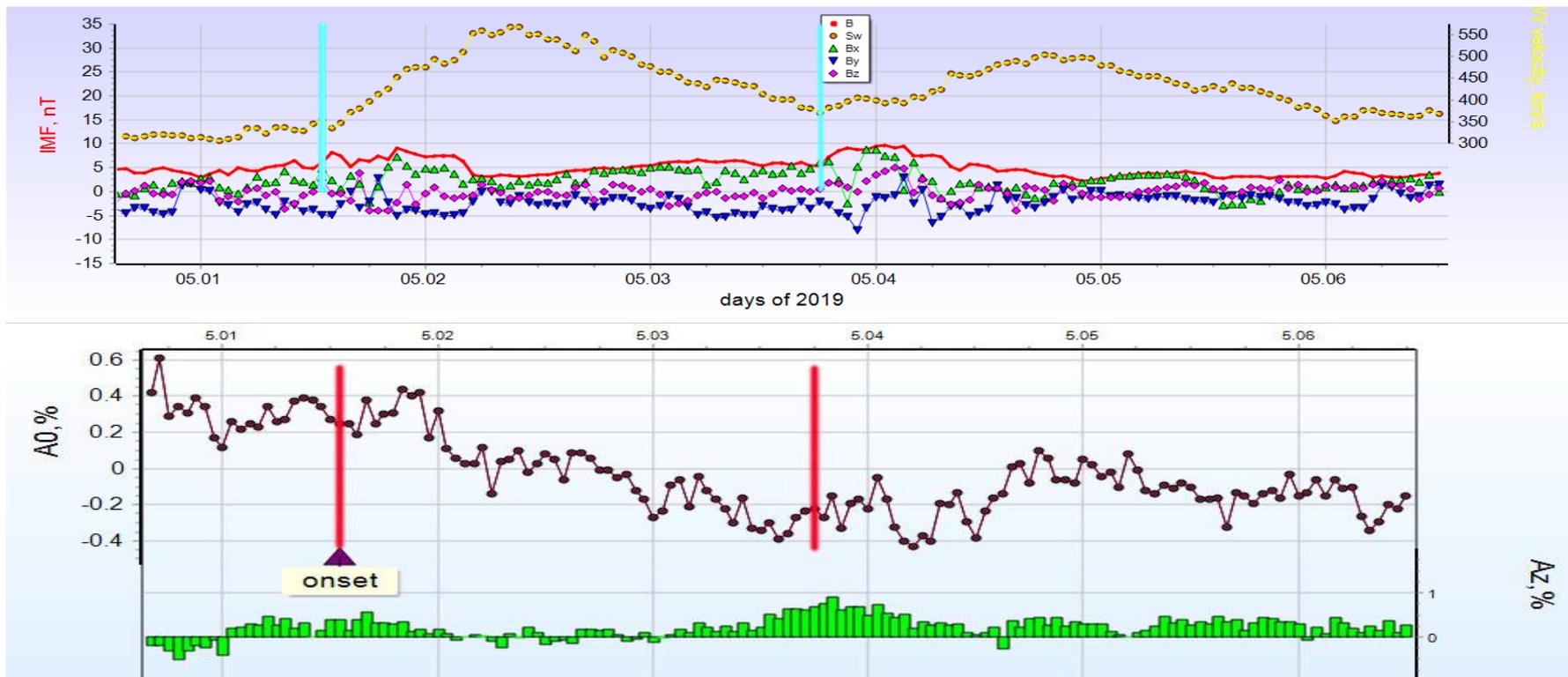
Серия выбросов  
30.04.19 – 02.05.19



Активные области,  
дающие выбросы 6 мая.



# Выделение Форбуш понижений



Приведем пример для события 1 мая, где максимальная амплитуда эффекта достигала 0.9%. Выделение каждого события происходило на основании изменения различных параметров, главным образом компонентов магнитного поля, скорости солнечного ветра, плотности и температуры. На первом рисунке виден значительный рост скорости ветра и некоторое увеличение других вышеупомянутых параметров.

# Вариации плотности и северо-южная анизотропия

% понижения 0.9

0.6

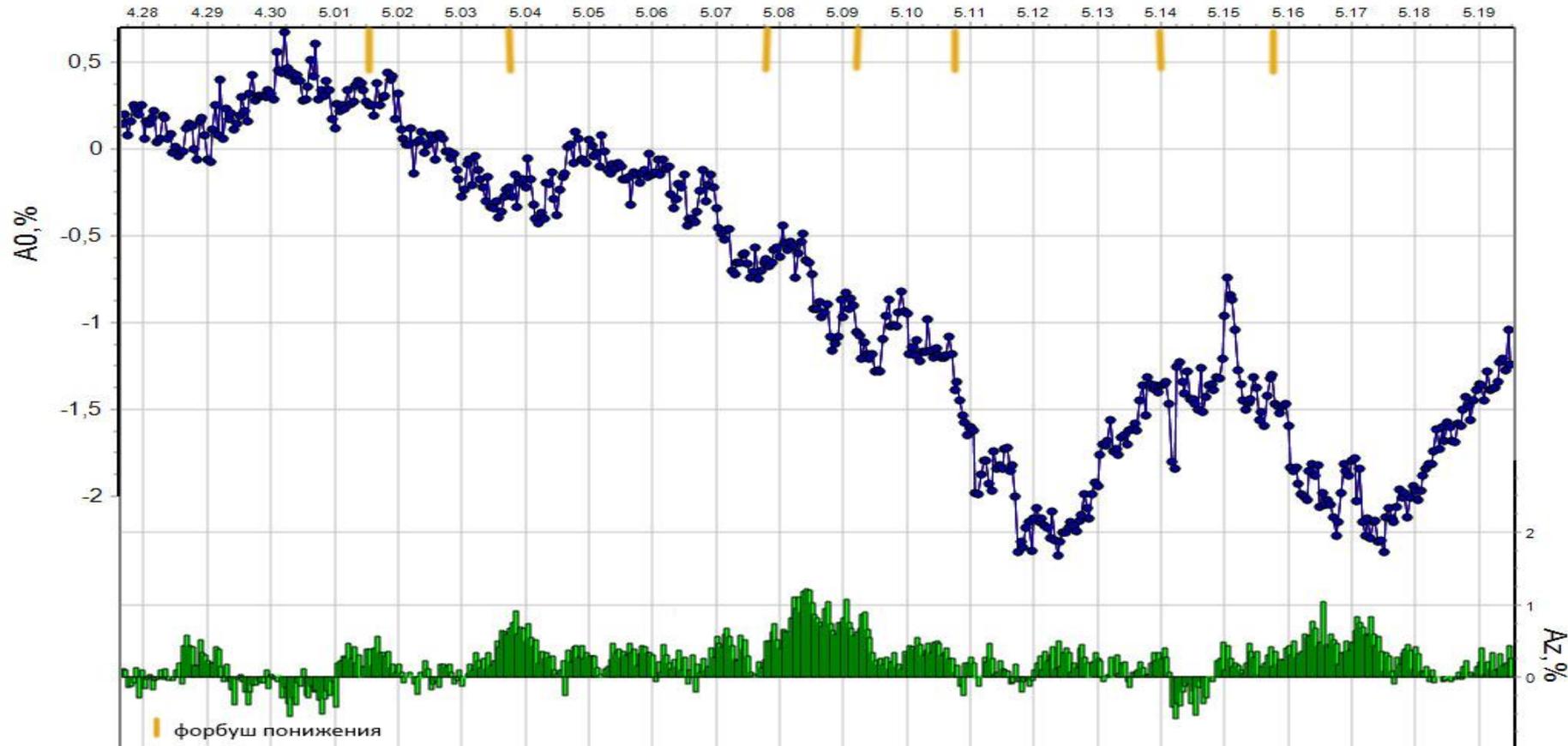
0.8

0.5

1.3

1.1

0.9



На этой картинке отмечены все Форбуш эффекты, которые в совокупности представляют собой событие(понижение в мае 2019).

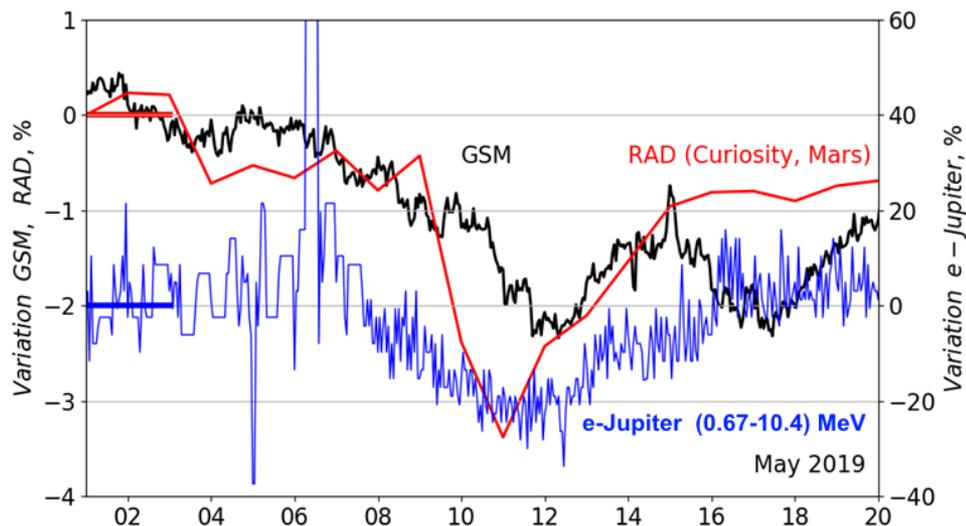
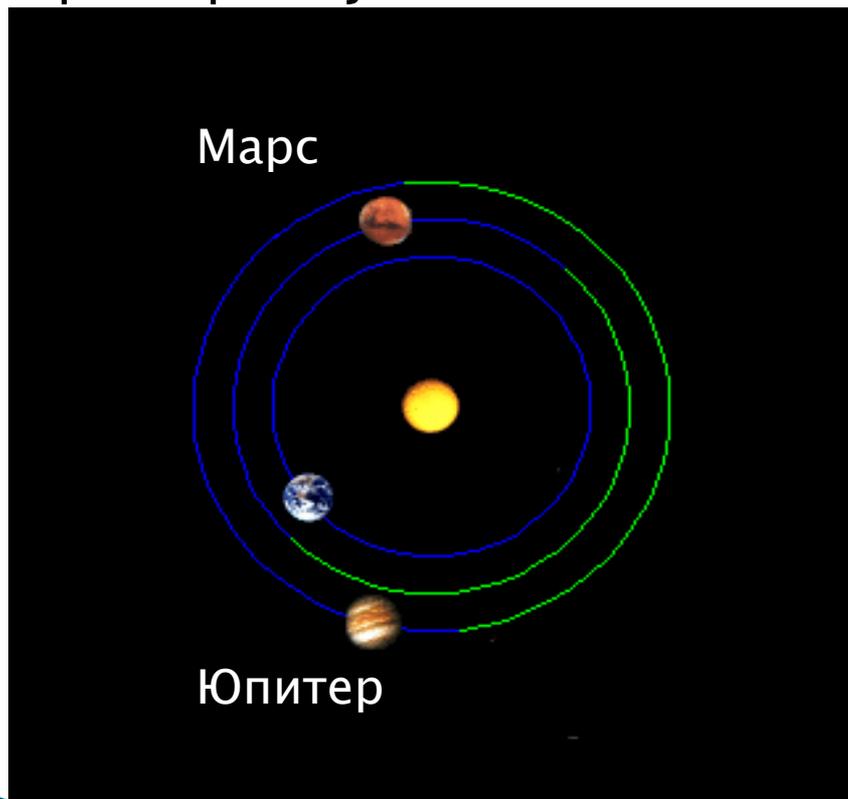
# Анализ данных

- ▶ Был проведен анализ выбросов из активных областей, указанных на 4 слайде. Далее их сопоставили с возможными Форбуш понижениями. На основании этого была составлена таблица: предполагаемый источник – Форбуш эффект.

Источник/ дата (время)	Форбуш – дата (время)
28.04 (8:24); корон.дыра	01.05 (13:00)
30.04(10:12); корон.дыра	03.05(18:00)
04.05 (0:00)	07.05(19:00)
06.05 (1:24)	09.05(6:00)
08.05(2:00)	10.05(18:00)
	12.05 небольшое восстановление
11.05 (3:48)	14.05(0:00)
12.05 (21:12)	15.05(18:00)
	16.05 восстановление

# Рассматриваемое понижение на других планетах.

Судя по расположению планет относительно Солнца, выделяемые нами выбросы в данный период могли повлиять и на Марс и на Юпитер. Это подтверждается полученными данными, представленными на графике. Можно говорить о глобальном характере изучаемого явления.



На графике представлены вариации скорости счета на Земле и Марсе, а также вариации юпитерианских электронов, зафиксированных у Земли.

## Выводы

- ▶ Гипотезу серии небольших событий, удачно следовавших друг за другом, подтверждает анализ, проведенный методом глобальной съемки и позволивший выделить отдельные события серии.
- ▶ В минимуме солнечной активности произошел достаточно большой всплеск активности. Если бы СМЕ от 30го апреля был направлено в сторону Земли, мы смогли бы наблюдать, возможно, один из самых больших Форбуш эффектов в цикле.
- ▶ На Земле может отмечаться влияние тех выбросов, которые до нее не доходят, особенно, если они восточные. Космические лучи собираются с большого пространства и, поэтому, мы можем видеть по данным нейтронных мониторов события, произошедшие намного восточнее или даже за лимбом.  
Модуляция КЛ определяется ситуацией во всей гелиосфере. Это основополагающее отличие вариаций КЛ от других от других геофизических эффектов.

# Acknowledgements

This work was partially supported by the grant RFBR № 18-02-00451. Experimentally and methodologically support the project USU "Russian national network of ground stations of cosmic rays". We are grateful to all the staff of the World Network of cosmic ray stations <http://cr0.izmiran.ru/ThankYou>.

**RAD** is supported by NASA (HEOMD) under JPL subcontract #1273039 to Southwest Research Institute and in Germany by DLR and DLR's Space Administration grant numbers 50QM0501, 50QM1201, and 50QM1701 to the Christian Albrechts University, Kiel.

The **SOHO/EPHIN** project is supported under grant 50OC1702 by the German Bundesministerium für Wirtschaft through the Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).

We acknowledge the **NMDB** database ([www.nmdb.eu](http://www.nmdb.eu)), founded under the European Union's FP7 programme (contract no. 213007) for providing the data.

# References

- Abunina M.A., Abunin A.A., Belov A.V., Eroshenko E.A., Asipenka A.S., Oleneva V.A., Yanke V.G., 2018, Relationship between the parameters of Forbush effects and heliolongitude of solar sources *Geomagnetism and aeronomy*, V.51, 3, P.374-389. doi: 10.7868/s0016794018030082
- Belov A.V., Eroshenko E.A., Yanke V.G., Oleneva V.A., Abunina M.A., Abunin A.A., Global survey method for the world network of neutron monitors, *Geomagnetism and aeronomy*, V.58, 3, P.374-389. doi: 10.7868/s0016794018030082
- Belov A.V., 2008, Forbush effects and their connection with solar, interplanetary and geomagnetic phenomena September, *Proceedings of the International Astronomical Union 4(S257):439 – 450* DOI: 10.1017/S1743921309029676
- Belov A.V., Dorman L.I., Eroshenko E.A., Melkumyan A.A., "Two great cosmic ray intensity decreases in August and September 1979" // «Cosmic Rays» (Moscow, NAUKA), Vol. 23, pp. 60-63, 1983
- Belov A. V., Eroshenko E. A., Oleneva V. A., Yanke V. G., Mavromichalaki H. Long-term variations of the cosmic ray anisotropy by the data from neutron monitor network, *Proc. 20th ECRS, Lisbon, 2006*, p. 123.
- Hassler, D., Zeitlin, C., Wimmer-Schweingruber et al., 2012, The Radiation Assessment Detector (RAD) investigation. *Space Sci. Rev.* 170 (1–4), 503. doi: 10.1007/s11214-012-9913-1
- Müller-Mellin R., Kunow H., Fleißner V. et al., 1995, COSTEP-Comprehensive Suprathermal and Energetic Particle Analyser, *Solar Physics*, V.162, P.483–504. doi: 10.1007/BF00733437
- RAD, 2020. RAD data can be found in NASA's PDS or at the RAD web page [https://atmos.nmsu.edu/data\\_and\\_services/atmospheres\\_data/INSIGHT/insight.html](https://atmos.nmsu.edu/data_and_services/atmospheres_data/INSIGHT/insight.html) .
- EPHIN, 2020. The EPHIN data used in this study as well as a detailed documentation of the new data product can be found at <http://ulysses.physik.uni-kiel.de/costep/level2/rl2> and in the SOHO archive at <https://soho.nascom.nasa.gov/data/archive> .