

Космическо време и КОСМИЧЕСКИ КЛИМАТ

д-р Росица Митева

ИНСТИТУТ ЗА КОСМИЧЕСКИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ – БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

rmiteva@space.bas.bg

Космическо време и климат

Краткосрочни (космическо време) и дългосрочни (космически климат) въздействия на Слънцето и слънчевата активност върху

- Земята,
- технологични системи и
- хората.

Космически климат

Научна дисциплина от ~2000 със следните основни цели:

- 1) Да се установи дългосрочната слънчева активност, вкл. в слъчевия вятър и магнитното поле
- 2) Да се установи физичната зависимост между Слънцето, хелиосферата, геомагнитно поле, космични лъчи, др.
- 3) Да установи дългосрочния ефект (над 3 слънчеви ротации) на слънчевата активност върху околоземното пространство, различните атмосферни слоеве и глобалния климат на Земята

Избрани обзорни статии със свободен достъп (на англ. ез.):

J. D. Haigh, *The Sun and the Earth's climate'*, Living Rev. Solar Phys. (2007)

Космически климат

В каква степен Слънцето влияе върху земния климат? – има необходимост да се разграничат естествените от антропогенни фактори за климатичните промени

За да се даде отговор трябва:

- да съществуват измервания на метеорологични параметри за дълги периоди от време,
- да са точни (калибрирани инструменти, една и съща методика на измерване)
- да са глобални (разположени по цялата Земя)
- методики за определяне на въздействието (спектрален – цикличности, корелационен – между различни времеви редове)

Използват се приближения и индиректни измервания за определяне слънчевото влияние върху климата.

Слънчева активност

Директни наблюдения

→ слънчеви петна (~1600), емисия (~1978), ерупции, слънчев вятър, енергетични частици (~1996–днес)

Индиректни наблюдения

→ геомагнитна активност

→ космични лъчи

Реконструкции на слънчевата активност в миналото

→ дендрохронология

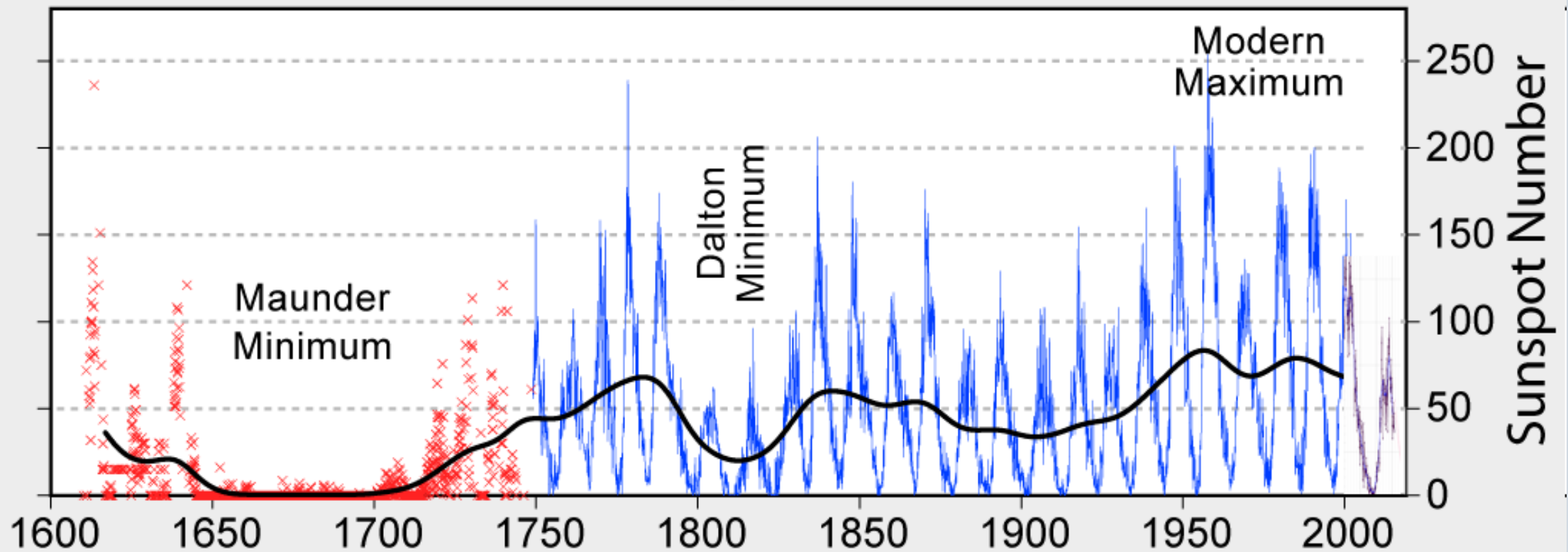
→ ледени сондажи

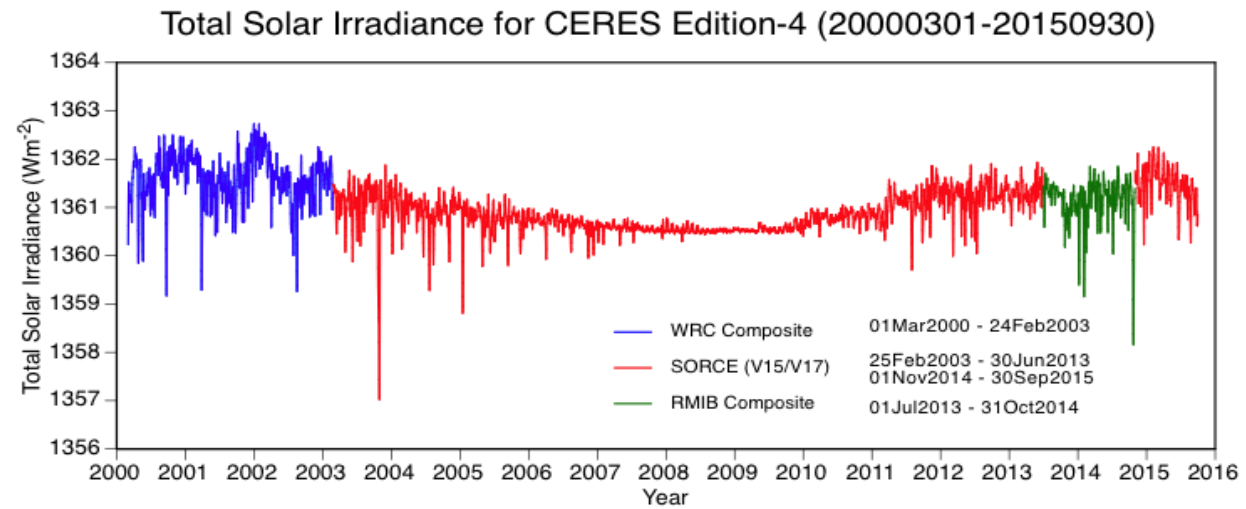
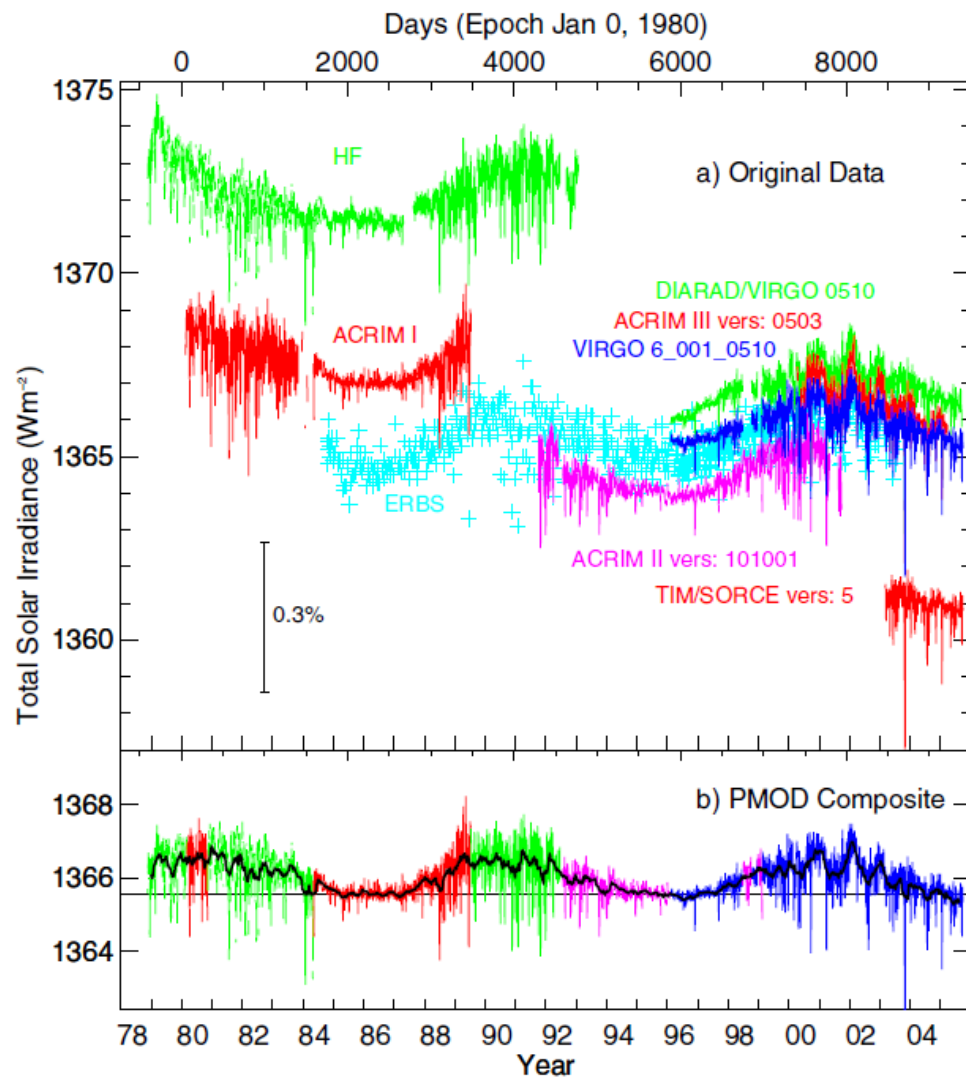
→ седиментни депозити

Неточности, приближения, вариации...

Слънчева активност → слънчеви петна

400 Years of Sunspot Observations





https://ceres.larc.nasa.gov/science_information.php?page=TSIdata

→ наблюдения на пълната слънчева светимост от спътници от 1978!

Figure 21: (a) Daily-averaged total solar irradiance: all measurements made from satellites (b) Composite of measurements to produce best estimate of TSI. Figure courtesy of Claus Fröhlich (<http://www.pmodwrc.ch/>).

→ от пълната слънчева светимост се извежда попадащата върху Земята слънчева емисия

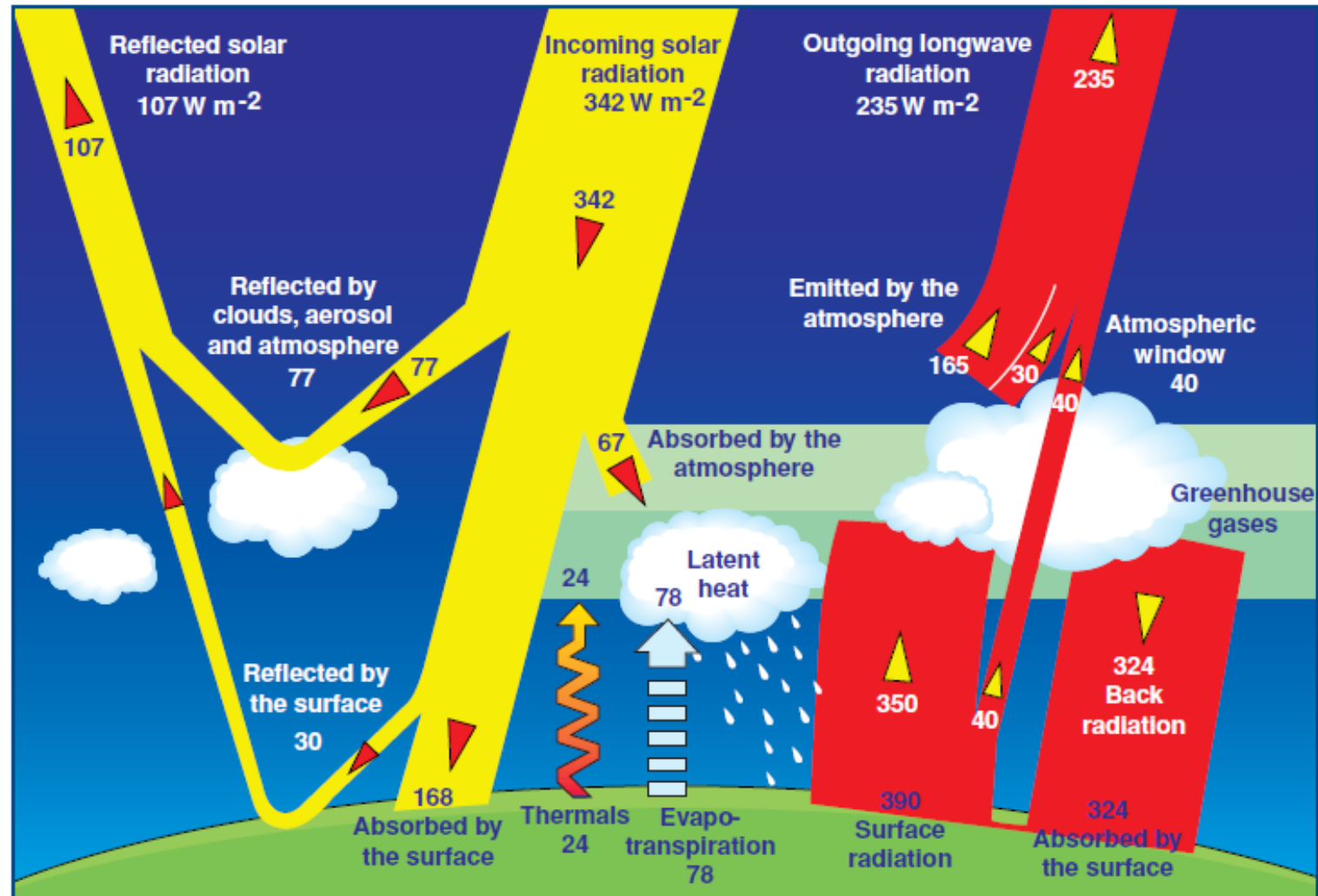


Figure 18: Globally averaged energy budget of the atmosphere. Figure from <http://asd-www.larc.nasa.gov/ceres/brochure/> based on data from Kiehl and Trenberth (1997).

Intergovernmental Panel on Climate Change

<https://www.ipcc.ch/about/>

→ слънчевото влияние върху климата се моделира чрез т.нар.: „радиативно форсиране“ (RF), от което зависи промяната в глобалната температура

$$\Delta T_g = \lambda \text{RF}$$

$$0.3 < \lambda < 1.0 \text{ K (Wm}^{-2}\text{)}^{-1}$$

→ приноси от естествени процеси и антропогенни дейности

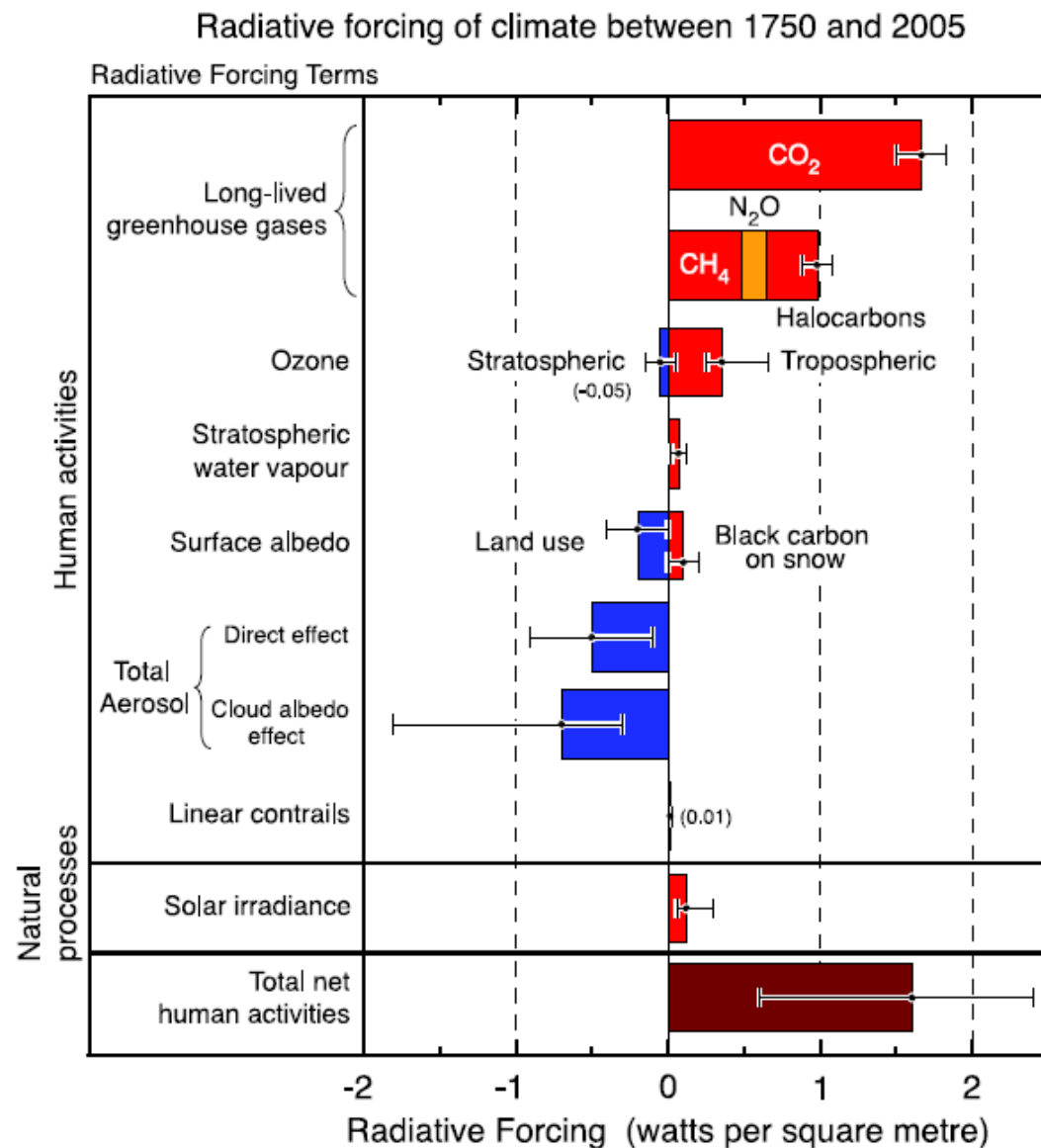


Figure 19: Global, annual average radiative forcing contributions 1750 – 2005 from the IPCC fourth assessment report. From *IPCC (2007)*.

Влияние върху озона

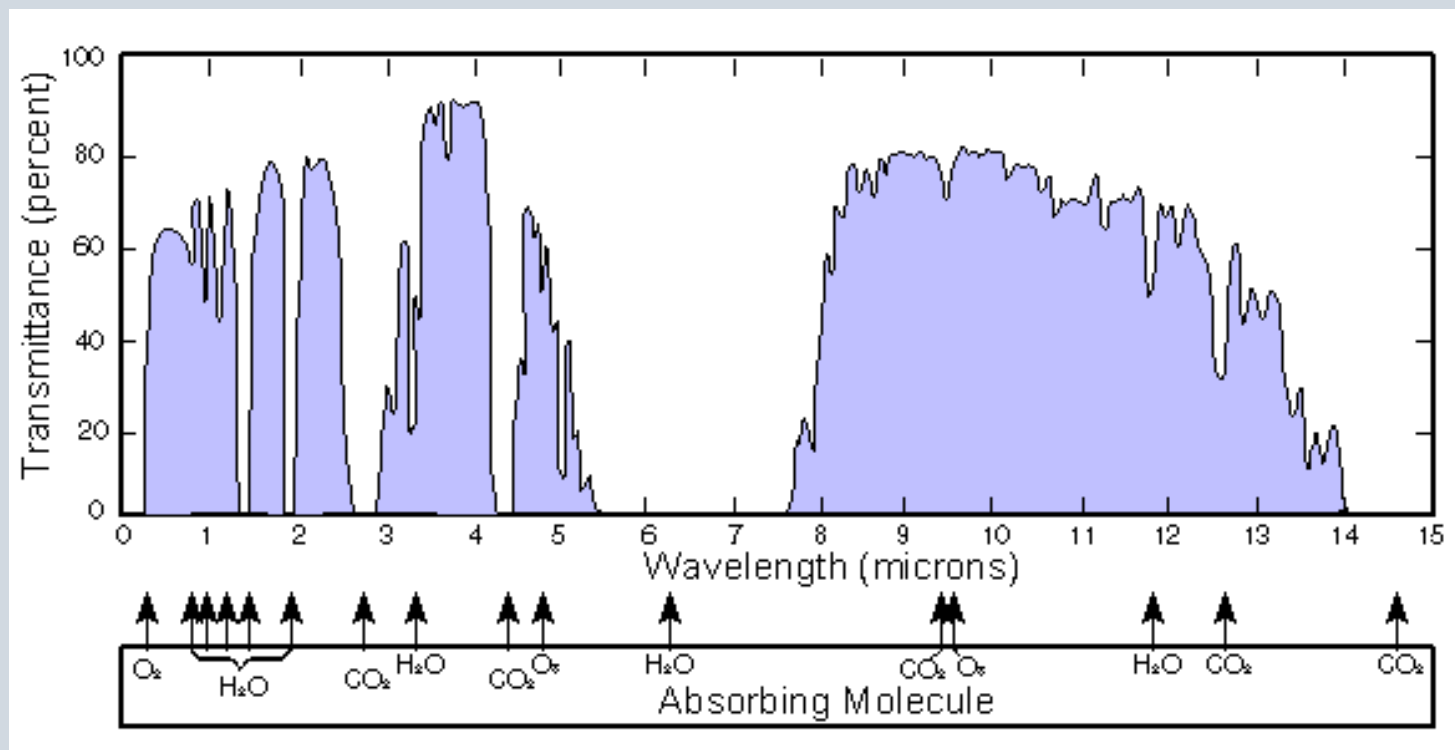
Различните молекули от земната атмосфера поглъщат различно във височина и дължина на вълната

O_2 , O_3 , H_2O , CO_2

всяка промяна в спектъра на слънчевата емисия (по време на сл. цикъл) – напр. UV – води до различно поглъщане

→ по време на слънчев максимум – по-голяма продукция на озон

→ енергетичните частици водят до увеличаване на азотните оксиди NO, които намаляват озона



https://en.wikipedia.org/wiki/Infrared_window

Влияние върху облаците

- За транспорт на топлина от океаните в атмосферата
- Отразяват част от слънчевата емисия обратно в пространството
- Задържат дълговълновата, инфрачервена емисия (както парниковите газове)

Но сумарния ефект е да понижат температурата!

→ промени в облачната покривка, причинени от слънчевата активност да става чрез космични лъчи ($> \text{GeV}$), чрез промяна на концентрацията на кондензационни ядра (но с твърде малък диаметър)

Механизми на въздействие върху климата

Фактор	Основен механизъм
Пълна слънчева светимост (орбитална вариация и слънчева активност)	Радиативно форсиране на климата. Директно влияние върху температурата на океаните на повърхността и хидро-цикъла.
Слънчева ултравиолетова емисиия	Нагряване на горната и средна атмосфера, динамично свързване до тропосферата. Влияние върху химичните свойства и състав на средна и ниска атмосфера, върху температурната зависимост и радиативното форсиране.
Слънчеви енергетични частици	Йонизация на горната и средна атмосфера, влияние върху състава и температурата. Връзка магнитосфера – йоносфера – термосфера.
Галактични космични лъчи	Йонизация на ниската атмосфера, влияние върху електричното поле и кондензационните ядра.

Intergovernmental Panel on Climate Change

<https://www.ipcc.ch/about/>

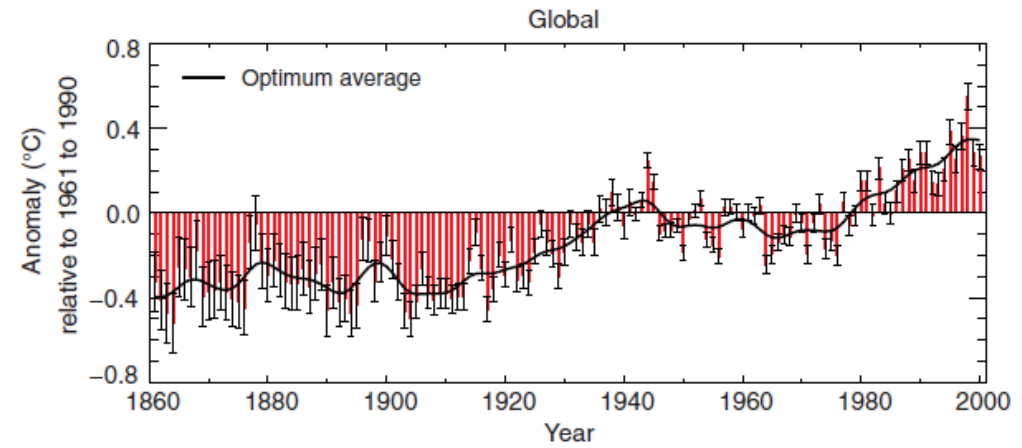
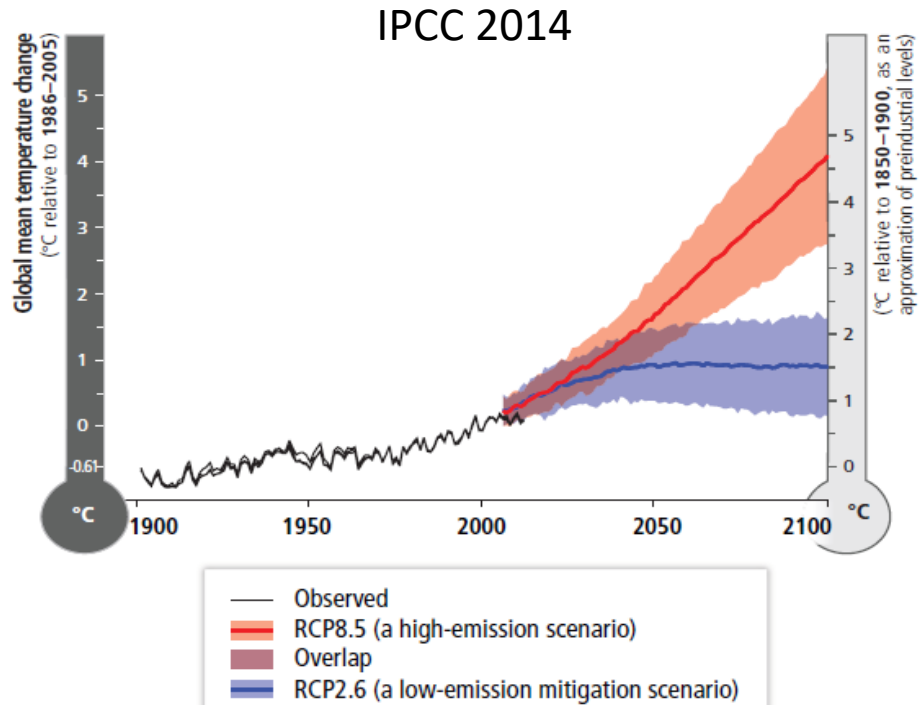


Figure 1: Variations in the global annual average surface temperature over 140 years from instrumental records. From IPCC (2001).

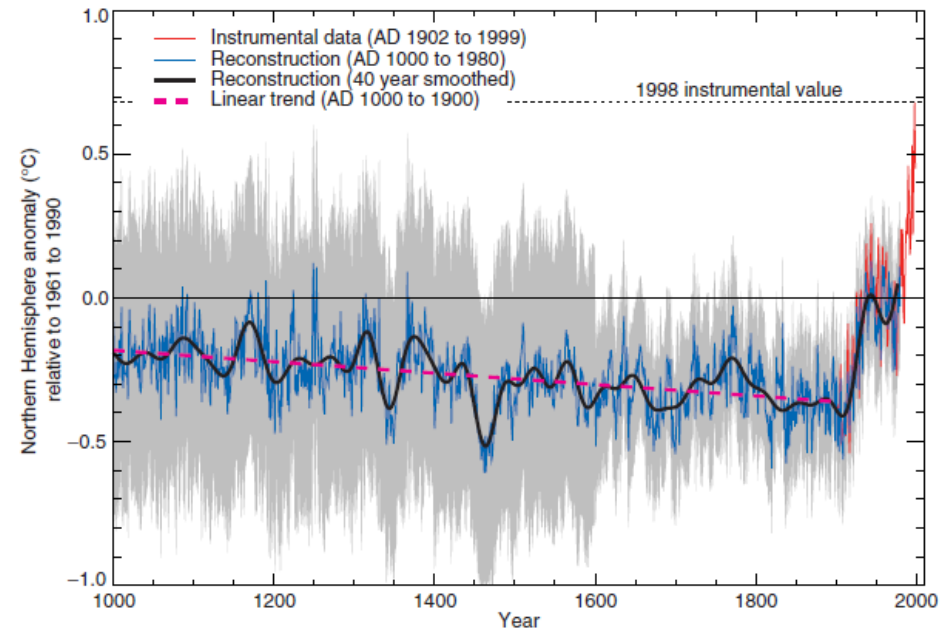


Figure 2: Variations in Northern Hemisphere surface temperature over the past millennium from proxy records (tree rings, corals, ice cores). From IPCC (2001).

Космическо време

Национален план по космическо време на САЩ:

„... космическо време се отнася до условията [и промените, наблюдавани в краткосрочен план] на Слънцето и в слънчевия вятър, магнитосферата, йоносферата и термосферата, които могат да повлияят върху работата и надеждността на космически и наземни технологични системи и да въздействат върху човешкия живот и здраве...”

(термин: ~1950)

Избрани обзорни статии със свободен достъп (на англ. ез.):

R. Schwenn, *'Space Weather: The Solar Perspective'*, Living Rev. Solar Phys. (2006, 2010)

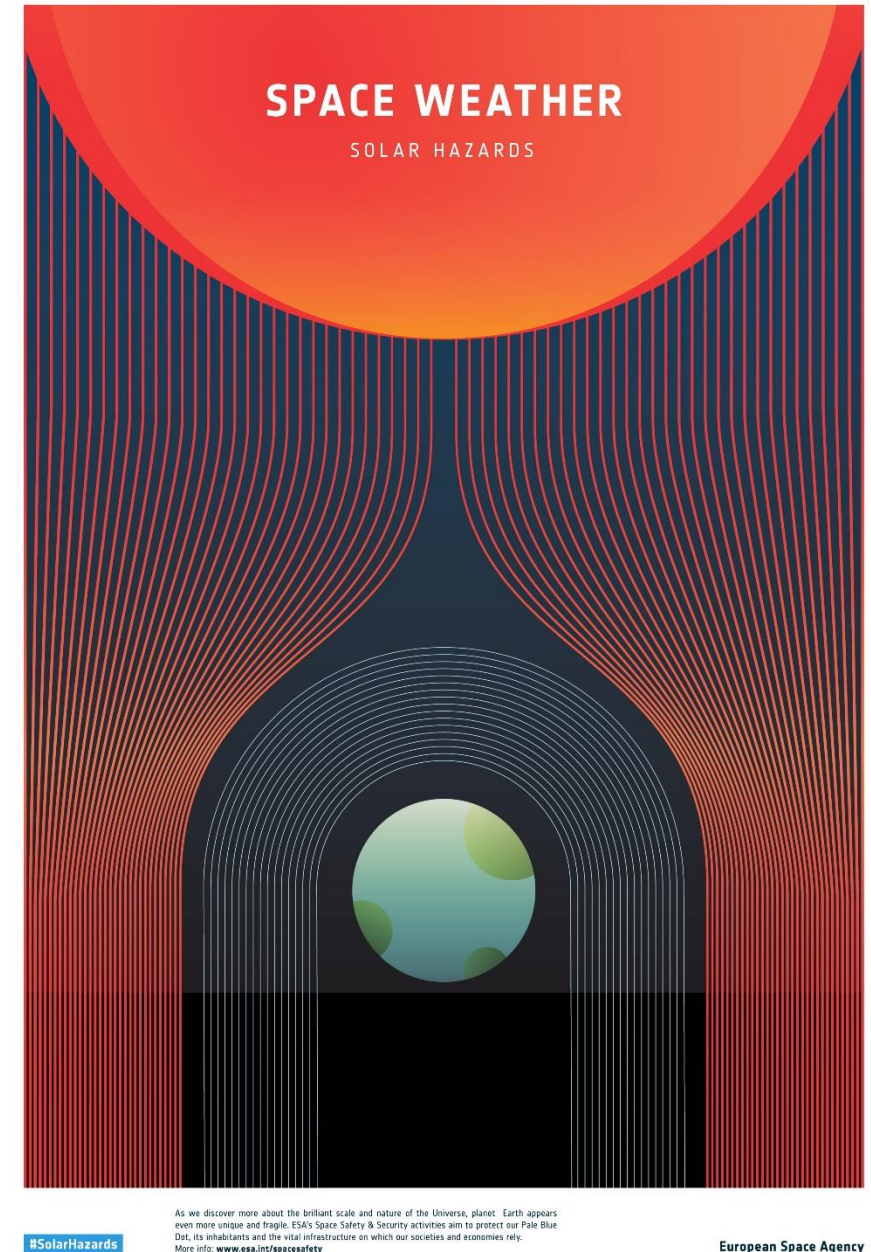
T. Pulkkinen, *'Space Weather: Terrestrial Perspective'*, Living Rev. Solar Phys. (2007)

Ефекти

Ефектите на космическото време варират

- от промени в магнетосферата, йоносферата, атмосферата...
- причиняване на сериозни проблеми за съвременните технологични системи – спътникови и наземни
 - повреждане на самите спътници или прекъсване на услуги – като навигация и телекомуникации
 - прекъсване на наземни мрежи за електрозахранване и прекъсване на радиокомуникация
- до получаване на опасни радиационни дози по време на бъдещи пилотирани мисии до Луната и Марс.

https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2019/03/Space_Weather

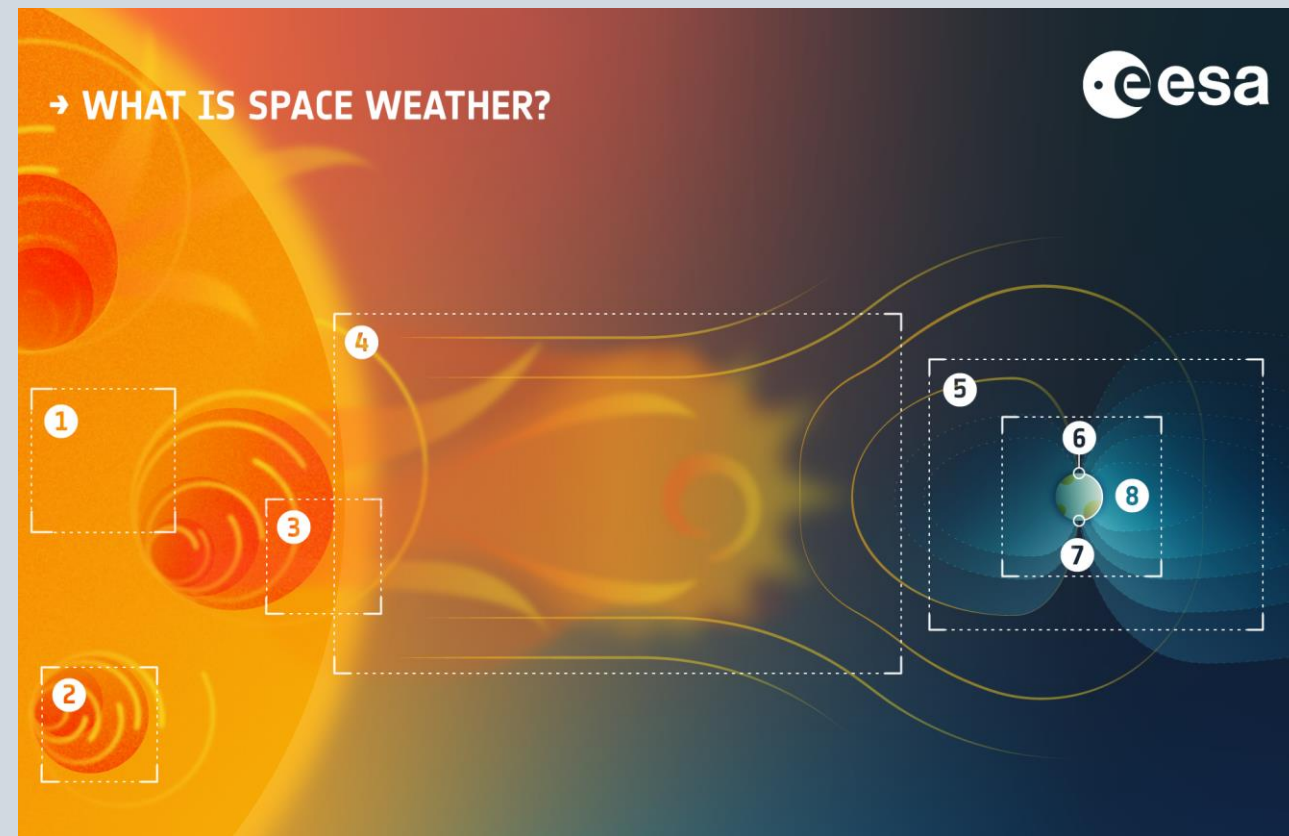


Причини

I. Слънчеви ерупции – избухвания и коронално изхвърляне на маса

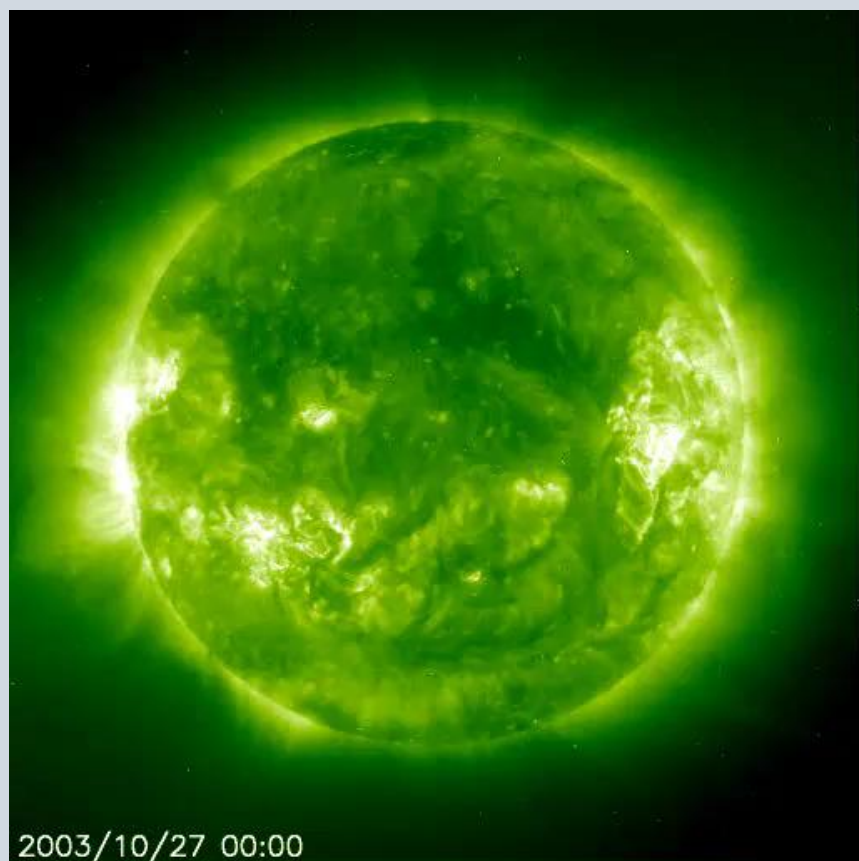
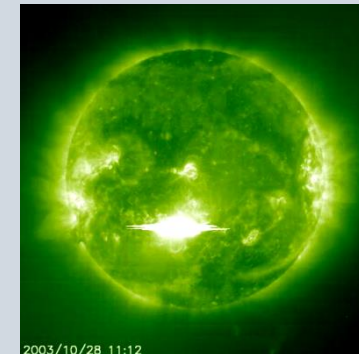
II. Слънчев вятър и междупланетно магнитно поле

III. Заредени частици



https://www.esa.int/spaceinimages/Images/2018/11/What_is_space_weather

I. Слънчеви ерупции – слънчеви избухвания



Ефекти от слънчевата електромагнитна емисия

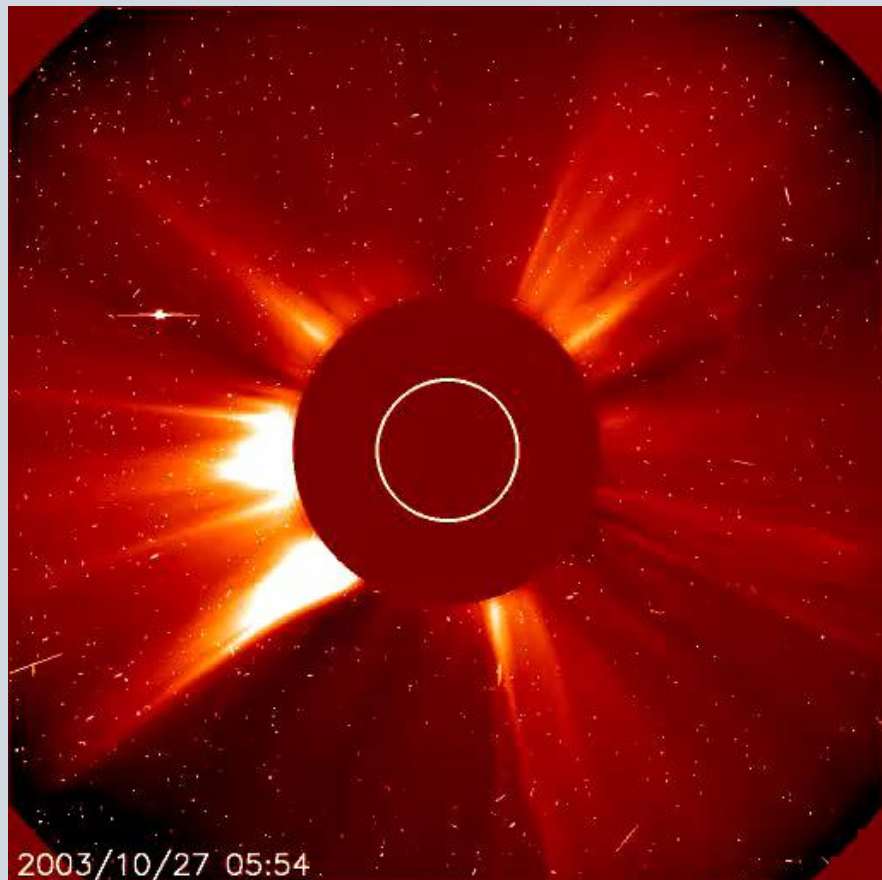
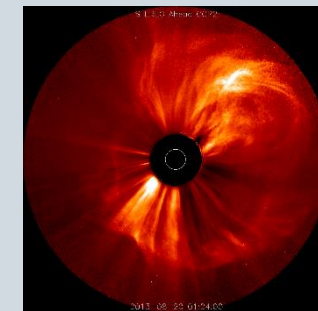
- настъпва: 8 min след слънчевата ерупция
- продължителност: 1–2 дни
- интерференция на сателитна комуникация
- радарна интерференция
- блокиране на радио комуникация
- грешки при локация
- понижаване на орбитата на спътници

2

Solar flares are huge explosions in which electromagnetic energy is emitted into space as radio waves, visible light, ultraviolet radiation and X-rays. **Flares** can be associated with ejections of energetic protons, electrons and heavier particles into space at near light speed.

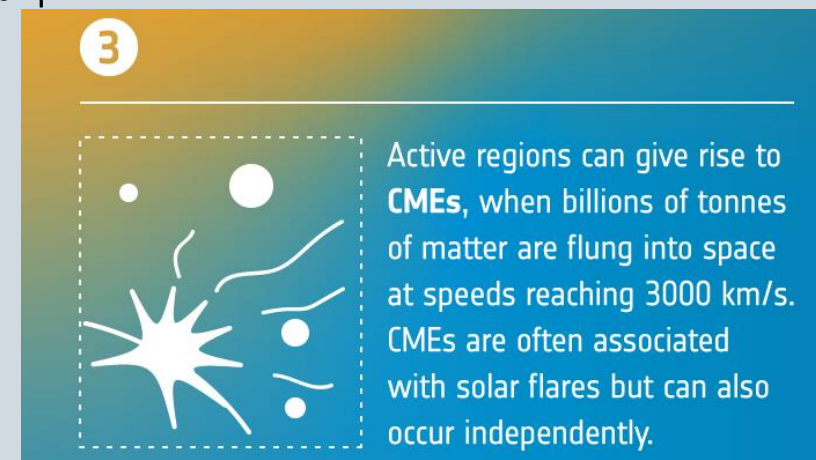


I. Слънчеви ерупции – коронално изхвърляне на маса



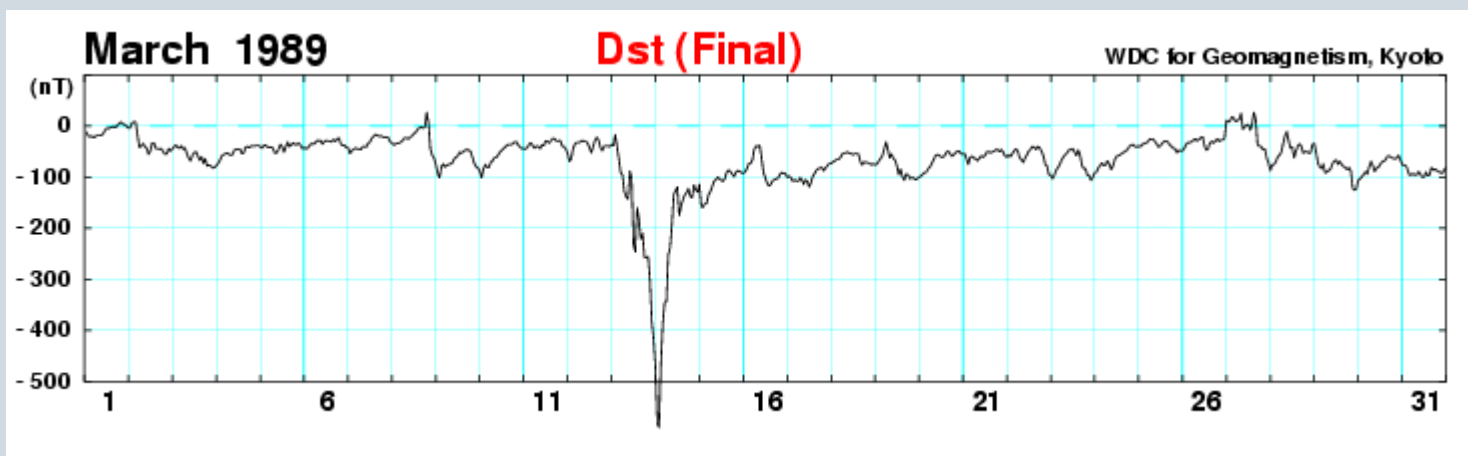
Ефекти от слънчевата намагнитена плазма

- настъпва: 1–3 дни след слънчевата ерупция
- продължителност: дни
- зареждане на повърхостта на спътници и тяхното забавяне
- грешки при навигация и локация
- радарна интерференция
- блокиране на радио комуникация
- геомагнитни бури



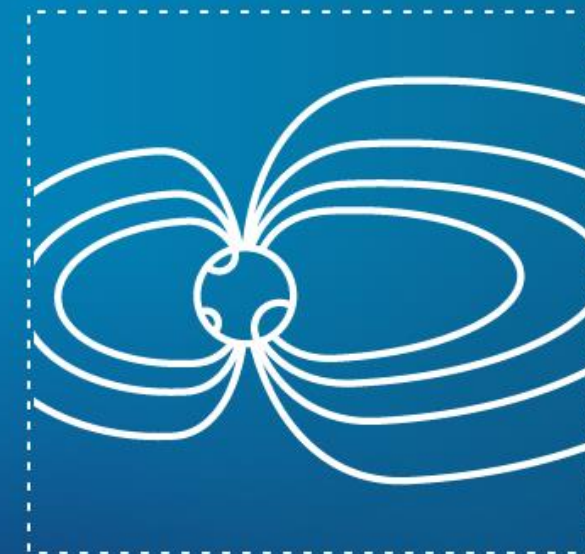
Геомагнитни бури

→ компресия на магнитосферата, което води до възникване на индуцирани токове в йоносферата и до вариации в приземното магнитно поле



→ прогнози и оценки
(пример: 2017-09-08)

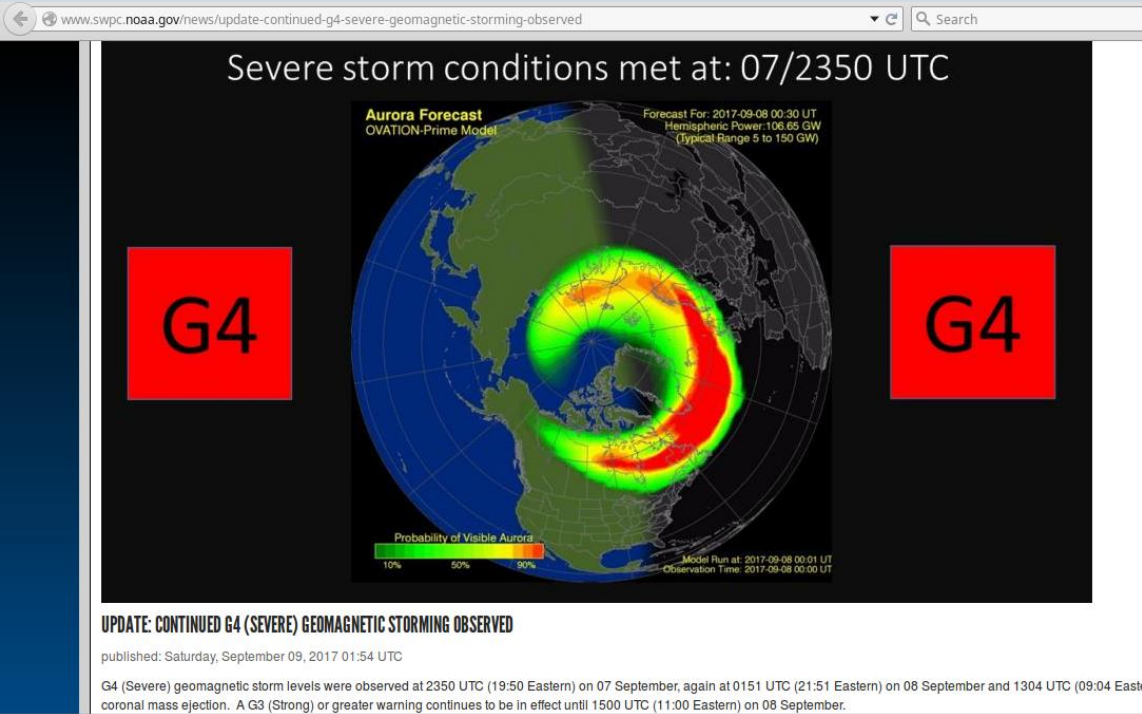
5



When a CME hits Earth's magnetic field, it can trigger a **geomagnetic storm** that affects satellites in space and critical infrastructure, such as power grids, on ground.

Скала за геомагнитни бури

→ прогнози и оценки (пример: 2017-09-08)



Category		Effect	Physical measure	Average Frequency (1 cycle = 11 years)
Scale	Descriptor	Duration of event will influence severity of effects		
Geomagnetic Storms			Kp values* determined every 3 hours	Number of storm events when Kp level was met; (number of storm days)
G 5	Extreme	Power systems: widespread voltage control problems and protective system problems can occur, some grid systems may experience complete collapse or blackouts. Transformers may experience damage. Spacecraft operations: may experience extensive surface charging, problems with orientation, uplink/downlink and tracking satellites. Other systems: pipeline currents can reach hundreds of amps, HF (high frequency) radio propagation may be impossible in many areas for one to two days, satellite navigation may be degraded for days, low-frequency radio navigation can be out for hours, and aurora has been seen as low as Florida and southern Texas (typically 40° geomagnetic lat.).**	Kp=9	4 per cycle (4 days per cycle)
G 4	Severe	Power systems: possible widespread voltage control problems and some protective systems will mistakenly trip out key assets from the grid. Spacecraft operations: may experience surface charging and tracking problems, corrections may be needed for orientation problems. Other systems: induced pipeline currents affect preventive measures, HF radio propagation sporadic, satellite navigation degraded for hours, low-frequency radio navigation disrupted, and aurora has been seen as low as Alabama and northern California (typically 45° geomagnetic lat.).**	Kp=8	100 per cycle (60 days per cycle)
G 3	Strong	Power systems: voltage corrections may be required, false alarms triggered on some protection devices. Spacecraft operations: surface charging may occur on satellite components, drag may increase on low-Earth-orbit satellites, and corrections may be needed for orientation problems. Other systems: intermittent satellite navigation and low-frequency radio navigation problems may occur, HF radio may be intermittent, and aurora has been seen as low as Illinois and Oregon (typically 50° geomagnetic lat.).**	Kp=7	200 per cycle (130 days per cycle)
G 2	Moderate	Power systems: high-latitude power systems may experience voltage alarms, long-duration storms may cause transformer damage. Spacecraft operations: corrective actions to orientation may be required by ground control; possible changes in drag affect orbit predictions. Other systems: HF radio propagation can fade at higher latitudes, and aurora has been seen as low as New York and Idaho (typically 55° geomagnetic lat.).**	Kp=6	600 per cycle (360 days per cycle)
G 1	Minor	Power systems: weak power grid fluctuations can occur. Spacecraft operations: minor impact on satellite operations possible. Other systems: migratory animals are affected at this and higher levels; aurora is commonly visible at high latitudes (northern Michigan and Maine).**	Kp=5	1700 per cycle (900 days per cycle)

* Based on this measure, but other physical measures are also considered.
** For specific locations around the globe, use geomagnetic latitude to determine likely sightings (see www.swpc.noaa.gov/Aurora)

Негативни ефекти върху наземни системи → големи географски ширини

Murtagh (2010)

ESKOM (South Africa) Network reports - 5 Stations, ± 15 Transformers damaged

Station 4 Transformer 6 HV winding failure



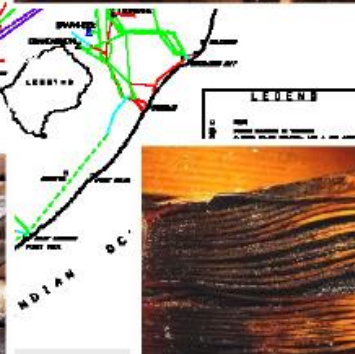
Station 3 Transformer 6 LV exit lead overheating



Station 5 Transformer 2



Station 3 Gen Transformer 4 damage



Station 3 Gen. Transformer 5 overheating

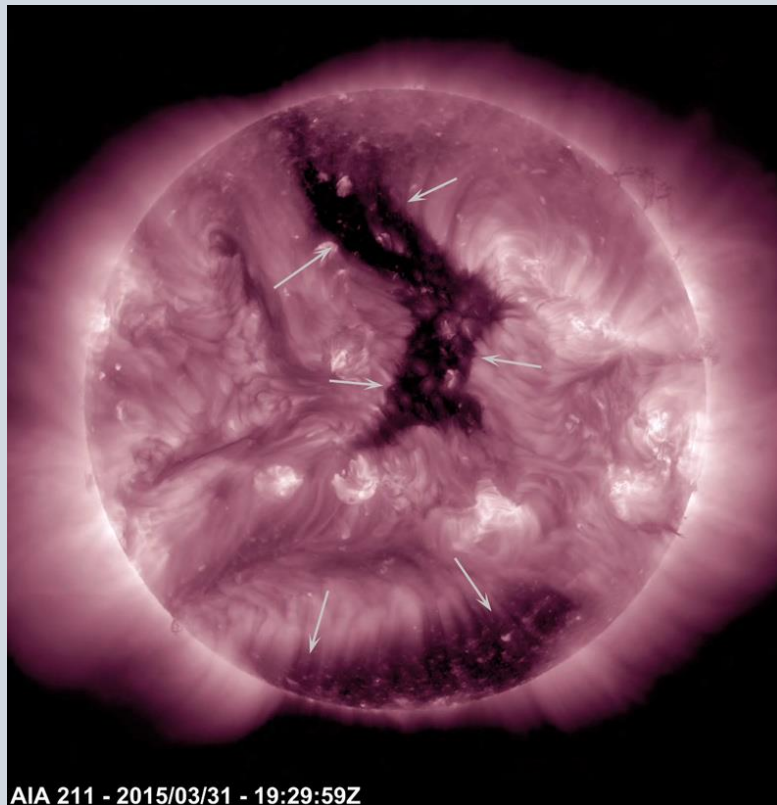
7

Geomagnetic storms can **affect or damage satellites in space** as well as induce currents in power grids, damaging transformers, on ground. They also disturb radio signals travelling through the upper atmosphere. In 1989, a CME caused a geomagnetic storm that led to a 9-hour power blackout in Quebec. In 2003, many satellites were damaged or temporarily affected by the 'Halloween storms', a series of powerful solar events. **In 2012 a massive CME just missed Earth.**



II. Слънчев вятър

→ потоците от бърз слънчев вятър (с произход от коронални дупки) се считат за източник на по-слабите, повтарящи се (на ~27 дни) геомагнитни бури



4



Solar wind is a continuous stream of electrons, protons and heavier particles from the upper atmosphere of the Sun. Embedded within the solar wind is

the interplanetary magnetic field. Pressure from the solar wind gives Earth's magnetic field its characteristic shape, compressed on the day side and extended into a long tail on the night side. CMEs are slowed by the effect of pushing through the solar wind. The fastest CMEs reaching the Earth are usually combinations of two CMEs, where the second propagates in the 'wake' cleared by the first.

III. Енергетични частици: протони, електрони, йони

Catalogs of Solar Energetic Particles and Related Phenomena

© SRTI-BAS 2018 Last modified 09/17/2018 13:56:05

Wind/EPACT proton event catalog

SOHO/ERNE proton event catalog

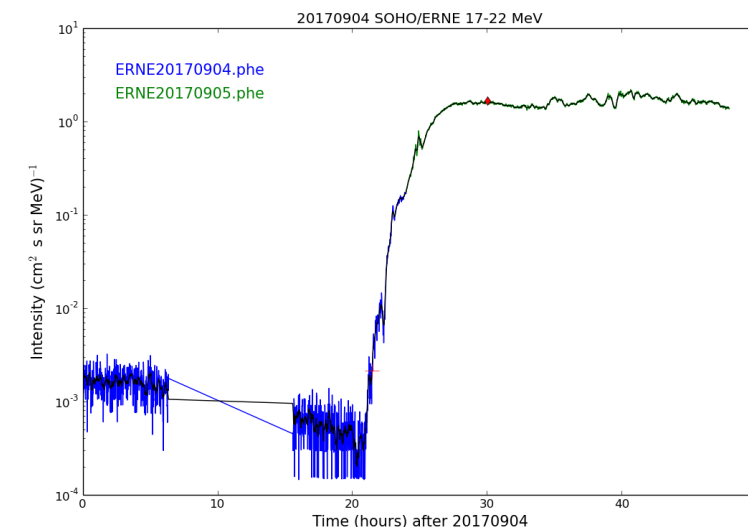
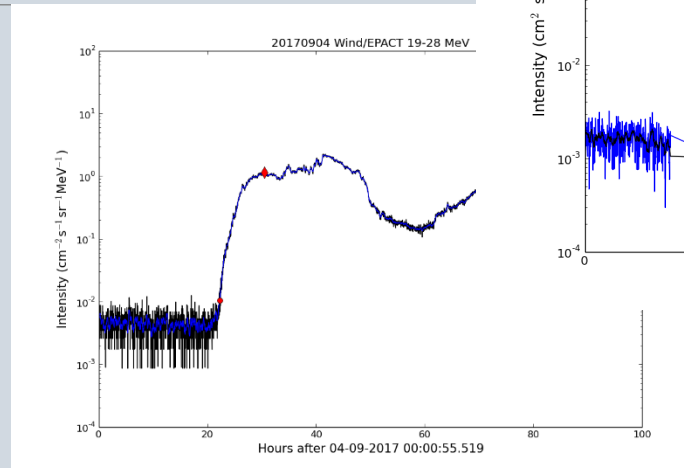
Radio emission signatures catalog

Supported by
Space Climate Group
Space Research and Technology Institute
Bulgarian Academy of Sciences

Contact: [R. Miteva](#)
Web-support: [D. Danov](#)

StatCounter "Number of Visits" from Jan. 12, 2017 until now is **000816**

<http://newserver.stil.bas.bg/SEPcatalog>



Ефекти от слънчеви енергетични частици

- настъпва: 10–15 min до часове след слънчевата ерупция
- продължителност: часове до дни
- увеличение на радиационната доза
- повреда при спътници
- загуба на ориентация при спътници
- грешки при измервания от инструменти
- деградация на радио комуникация

Полярни сияния

енергетични частици навлизат при полюсите в земната атмосфера и възбуждат различни атоми, които излъчват емисия от UV до IR

Видимите сияния светят в:

→ **червено**: емисия от O_2 на 630 nm (на големи височини)

→ **зелено** (най-честите): молекулите N пренасят енергия до O_2 но светенето е на 577.7 nm (на ниски височини)

→ **синьо/виолетово**: от молекули N на 428 nm (на най-ниски височини)

<http://www.ollietaylorphotography.com/>



6

Auroras are spectacular phenomena that occur at northern and southern polar latitudes. During strong geomagnetic storms, aurora can be visible also at latitudes nearer the equator.



Космическо време на други планети

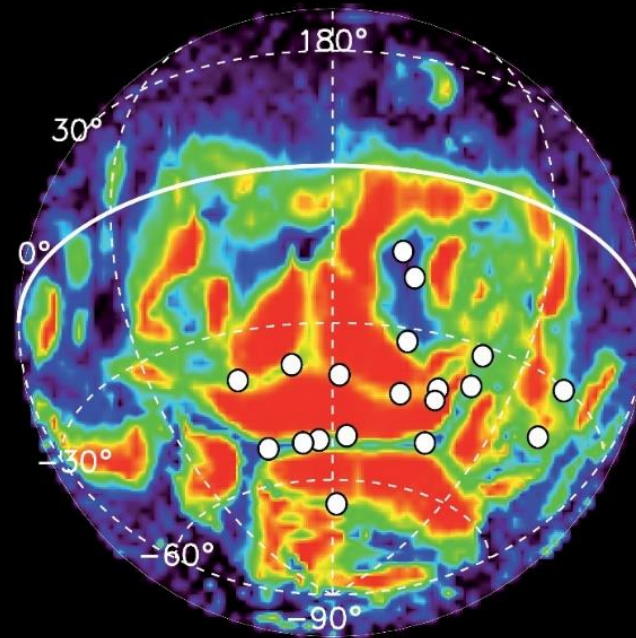
→ MARS' NIGHT-TIME AURORA

Using 10 years of data from Mars Express, scientists have for the first time combined all remote sensing observations of localised ultraviolet aurora with in situ measurements of electrons hitting the atmosphere, finding these rare light emissions only occur under special magnetic field conditions.

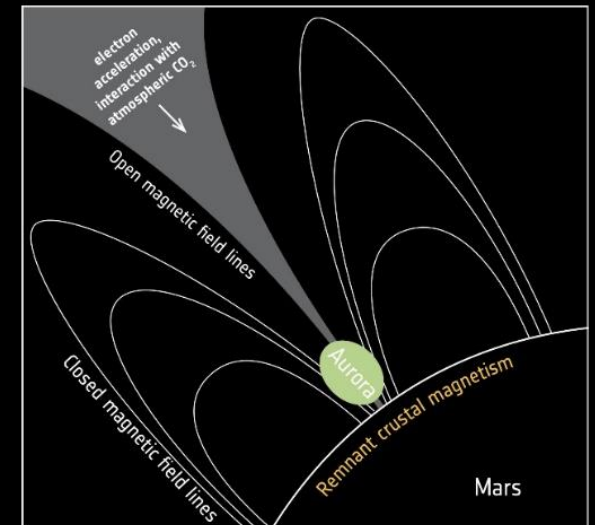
Locations of the 19 auroral detections (white circles) by SPICAM on the Mars nightside in the southern hemisphere, over locations already known to be associated with residual crustal magnetism (centre). The data are superimposed on the magnetic field line structure (from NASA's Mars Global Surveyor), where red indicates closed magnetic field lines, grading through yellow, green and blue to open field lines in purple.

The auroral emissions are very short-lived, they are not seen to repeat in the same locations, and only occur near the boundary between open and closed magnetic field lines (also visualised top right).

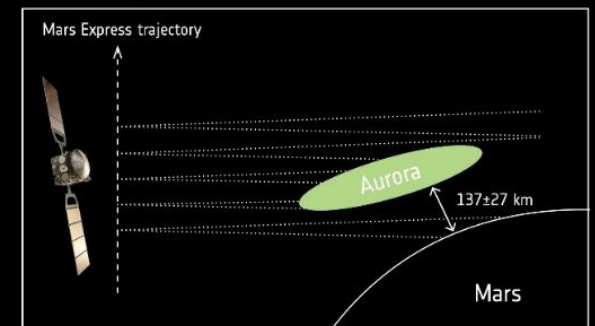
SPICAM limb observations enabled the altitude of some of the auroral events to be determined as 137 ± 27 km (bottom right).



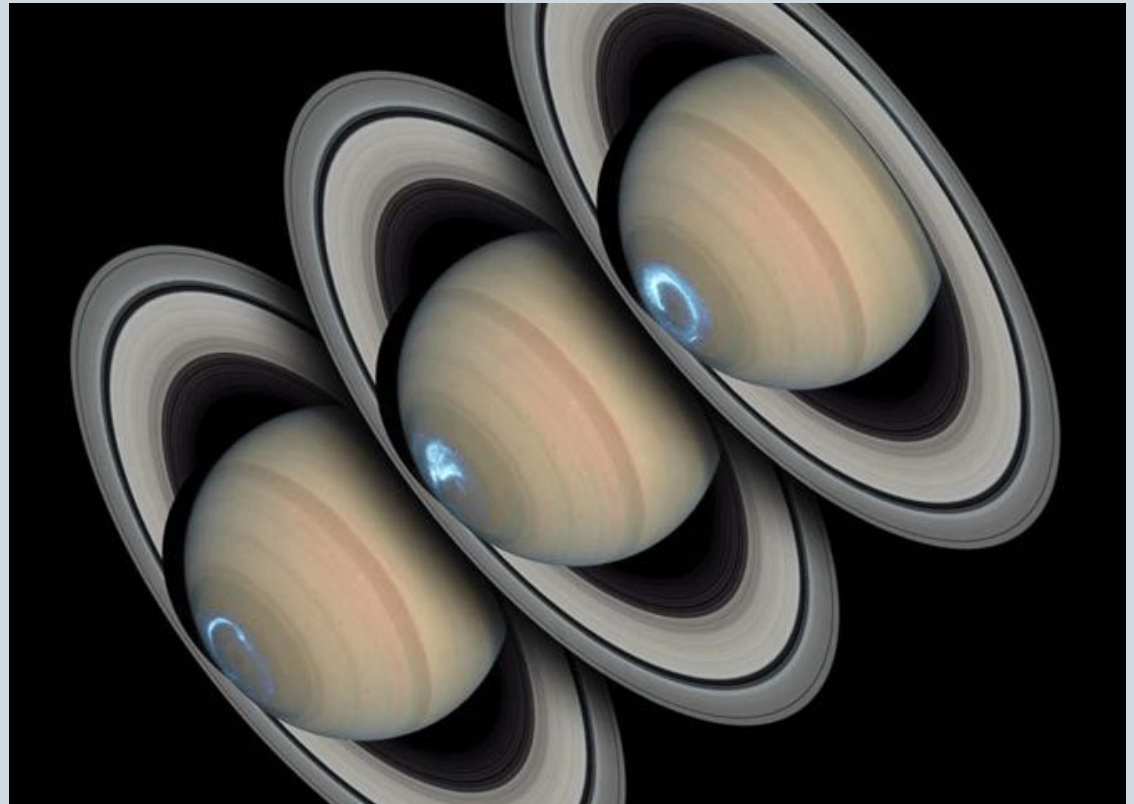
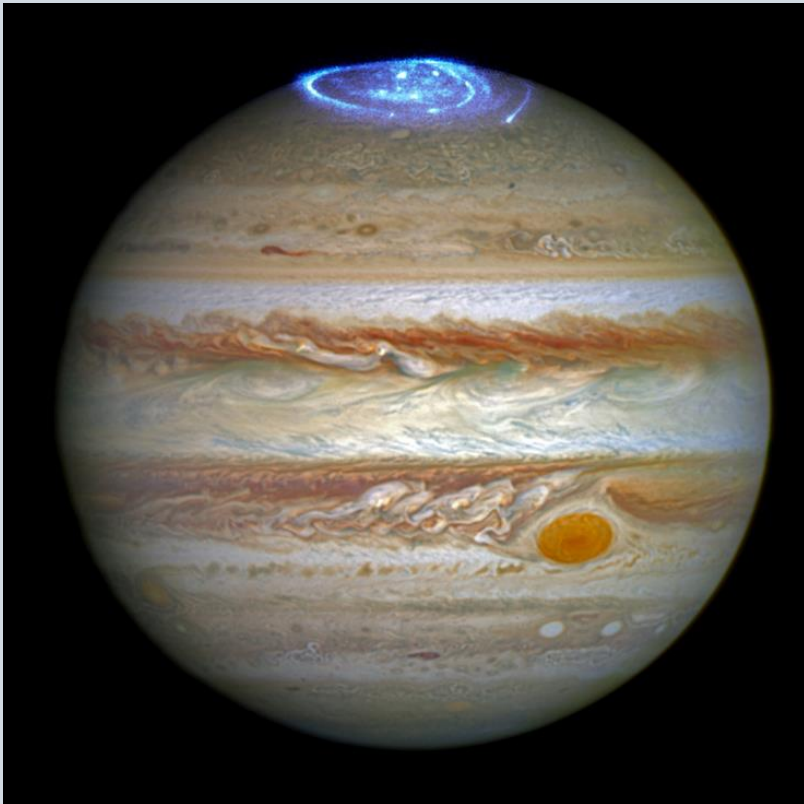
→ Magnetic field structure near Mars aurora



→ Measuring aurora altitude

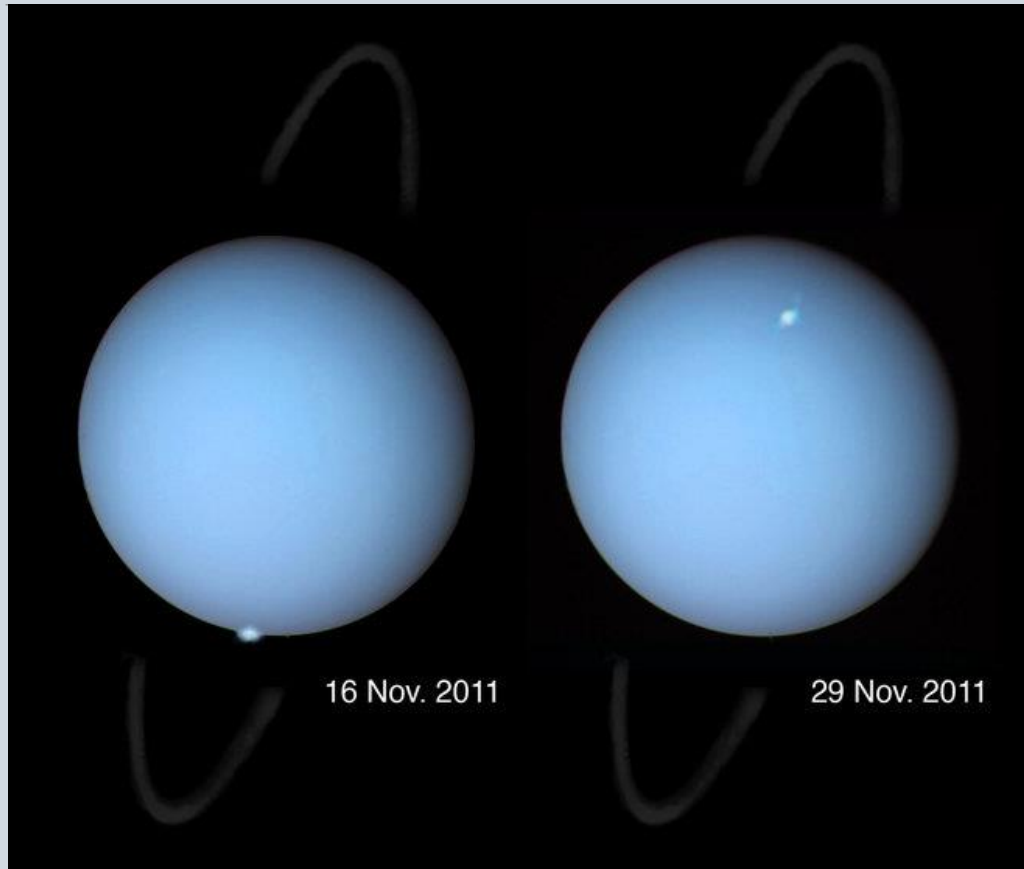


Космическо време на други планети

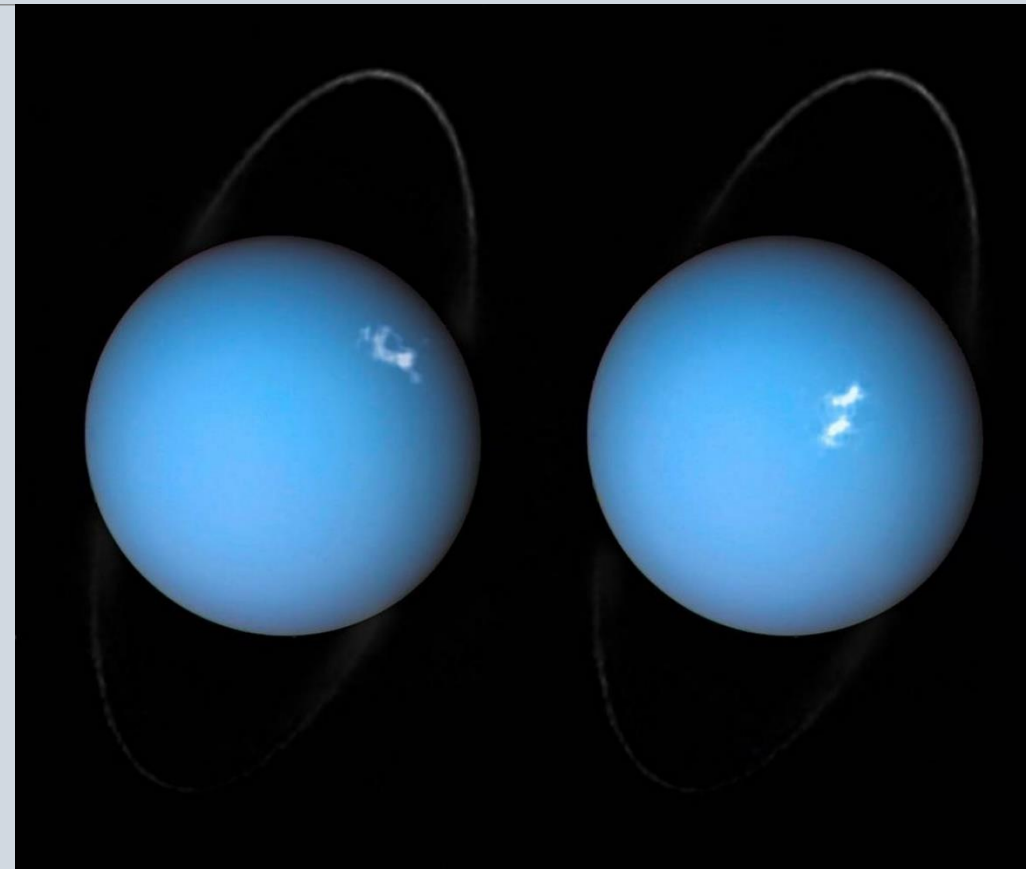


Космическо време на други планети

Уран



NASA/ESA/Hubble
Laurent Lamy

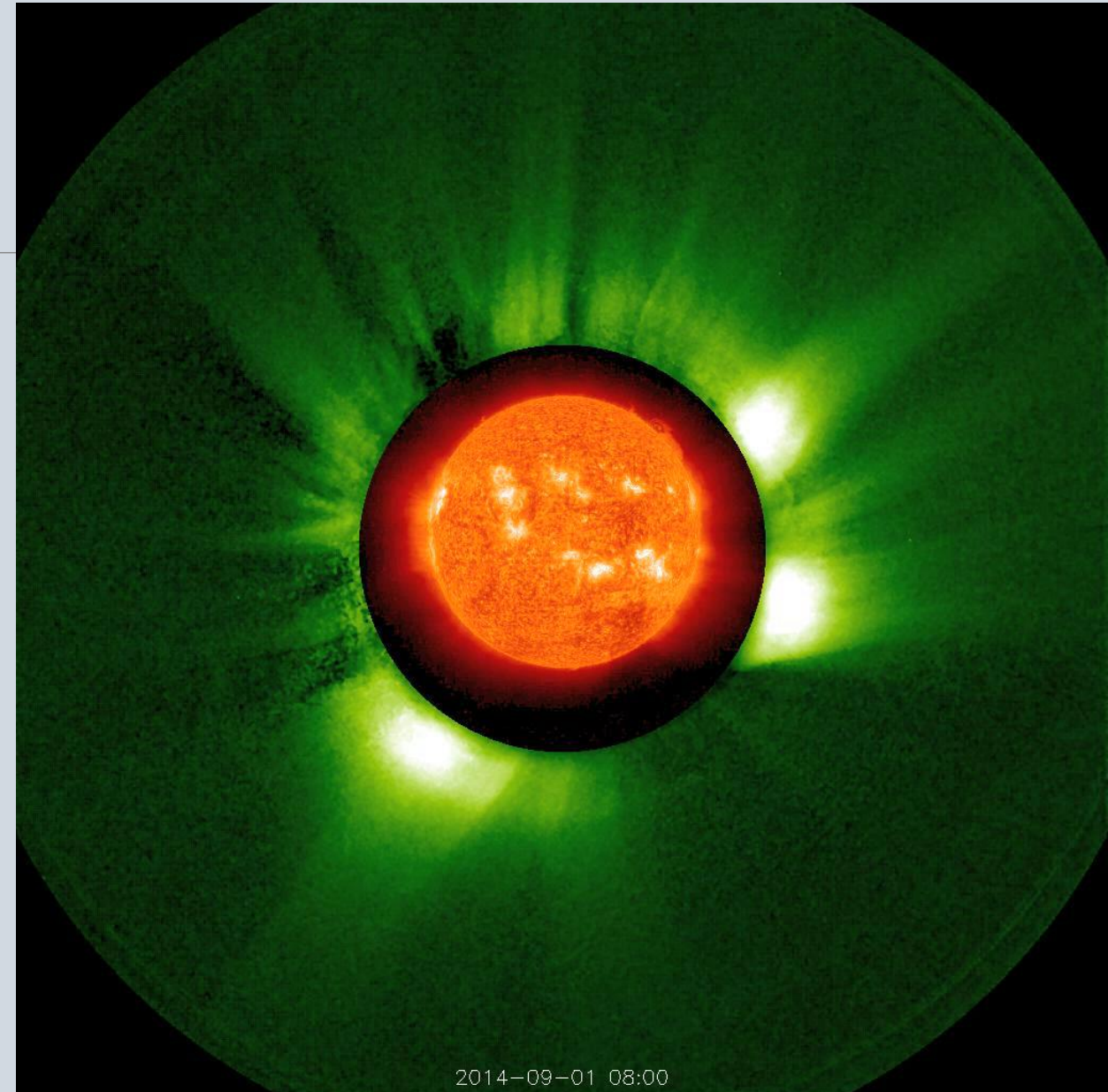
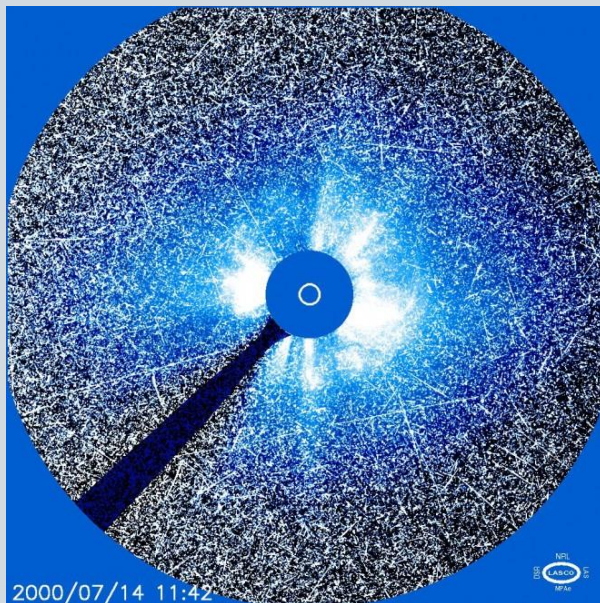


NASA/ESA/Hubble
Voyager 2

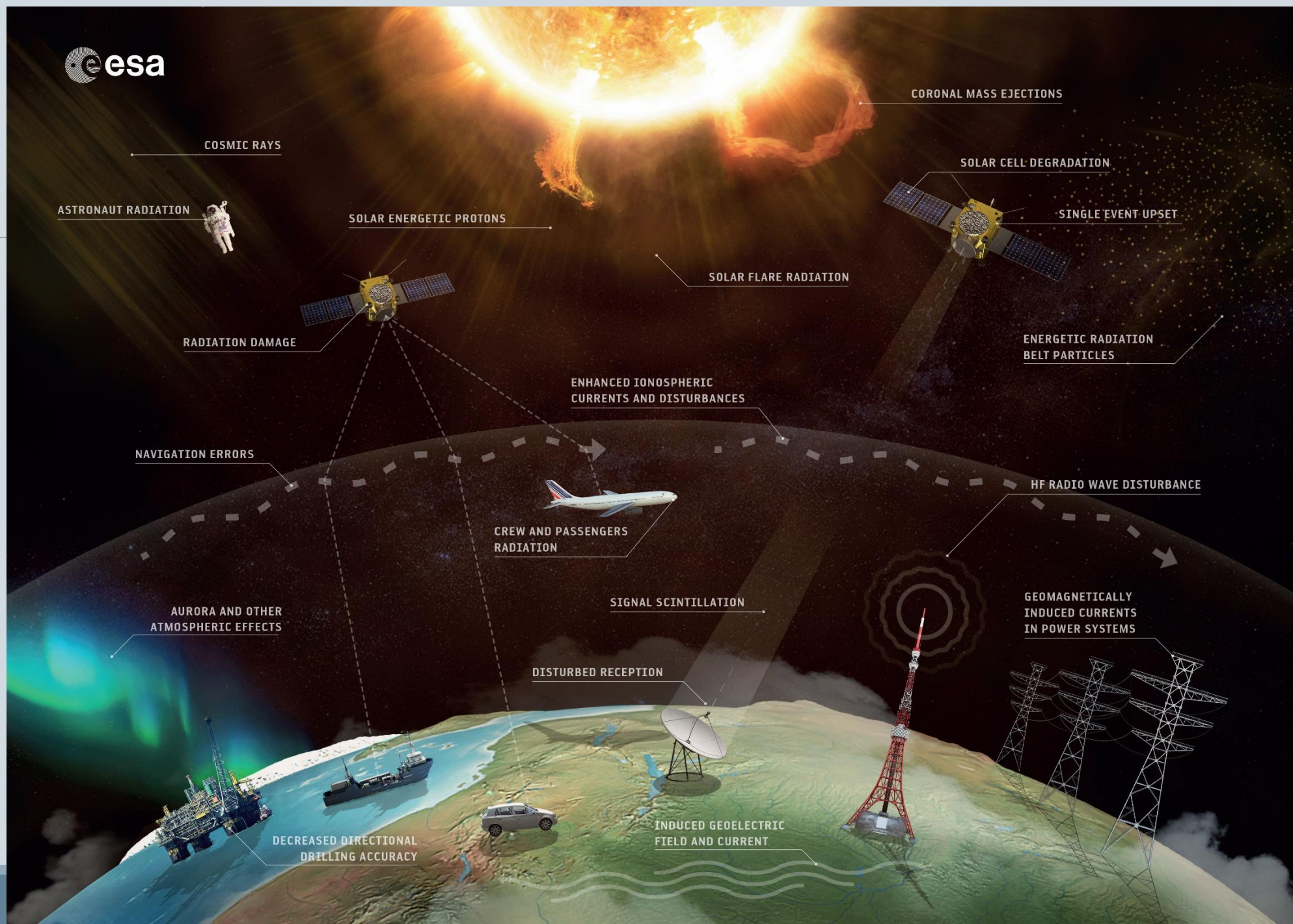
2012 & 2014

Стабилност на СПЪТНИЦИ

- ✓ когато стабилността на спътника е по звездите
- ✓ когато имаме събитие от енергетични частици достигащи земната орбита
- ✓ когато частиците реагират с инструментите на борда на спътника („ефект на снежинките“)



Влияние на
йоносферата по
време на слънчева
активност:
води до грешки при
навигация и
позициониране,
сцинтилация и
загуба на спътников
или наземен сигнал

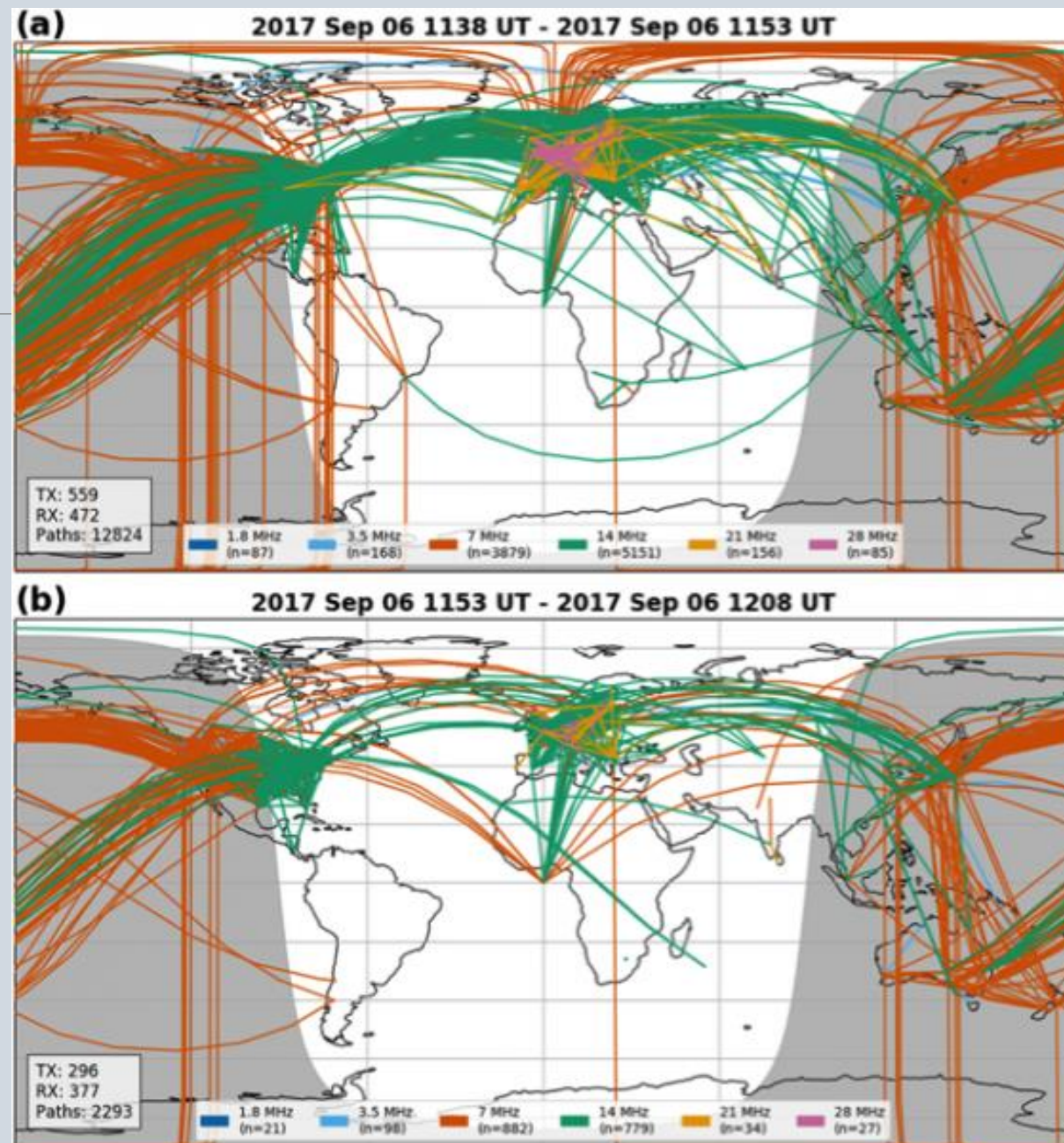


Ефекти върху радио комуникациите

Проблеми при наземни радио комуникации
(Radio blackout)

[Frissell et al. \(2019\)](#)

<http://www.astro.gla.ac.uk/users/eduard/cesra/?p=2198>



Ефекти върху самолети

По време на слънчева буря се избягват полярните маршрути, заради

- ✓ Проблем с комуникацията
- ✓ Радиационно облъчване

JANUARY 2005 – United Airlines

Murtagh (2010)

- **26 FLIGHTS OPERATED ON LESS THAN OPTIMUM POLAR ROUTES DUE TO SOLAR ACTIVITY**
- **CHICAGO TO HONG KONG** ANCHORAGE STOP 4 CONSECUTIVE DAYS, PENALTY 180 TO 210 MINUTES
- **CHICAGO TO BEIJING** PENALTIES 18 TO 55 MINUTES
- **BEIJING TO CHICAGO** PENALTIES 55 MINUTES TO 80 MINUTES

Нива на радиационен риск

- Естествена радиация на Земята: $\sim 2.4 \text{ mSv/year}$
- На морско ниво от галактични лъчи: $\sim 0.3 \text{ mSv}$
- При медицински изследвания: $\sim 0.1\text{--}10 \text{ mSv}$
- Максимална доза за астронавт за цяла кариера: 1 Sv

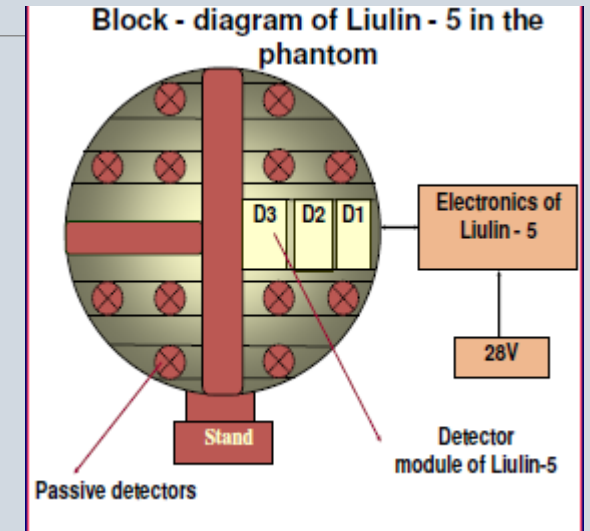
www.nmdb.eu

Дозиметрия на МКС



Koleva et al. (2017)

<http://ws-sozopol.stil.bas.bg/>



	2007-2009 in the phantom	2012-2015 in the phantom	2012-2015 outside the phantom	SPE 7-10.03.2012 (at $L > 3$ for 3 days)
D1	186 – 230 $\mu\text{Gy/day}$	130-220 $\mu\text{Gy/day}$	150-280 $\mu\text{Gy/day}$	+ 180 μGy
D3	83 - 150 $\mu\text{Gy/day}$	120 - 160 $\mu\text{Gy/day}$		
Dose Equivalent	590-880 $\mu\text{Sv/day}$	220-600 $\mu\text{Sv/day}$	300-700 $\mu\text{Sv/day}$	+ 450 μSv

Дозиметрия до Марс: RAD/Curiosity rover

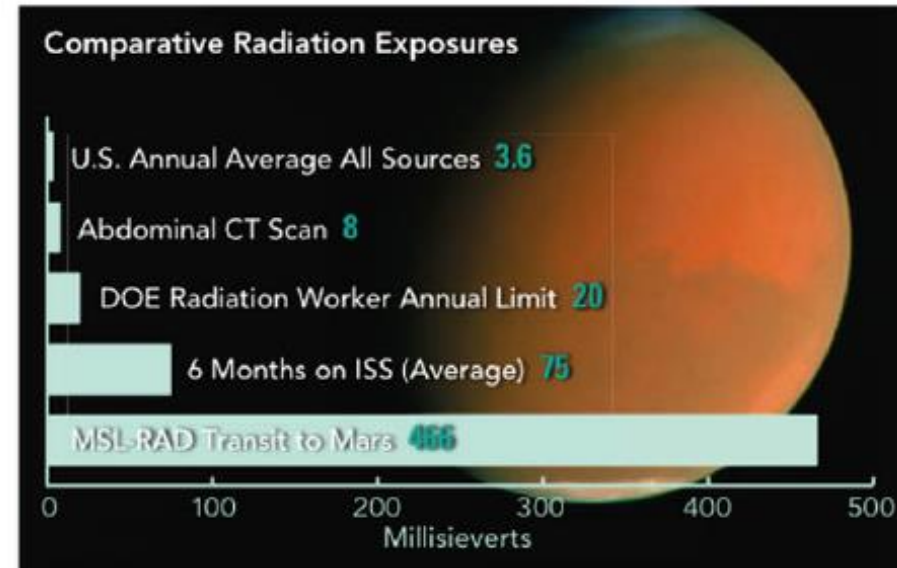
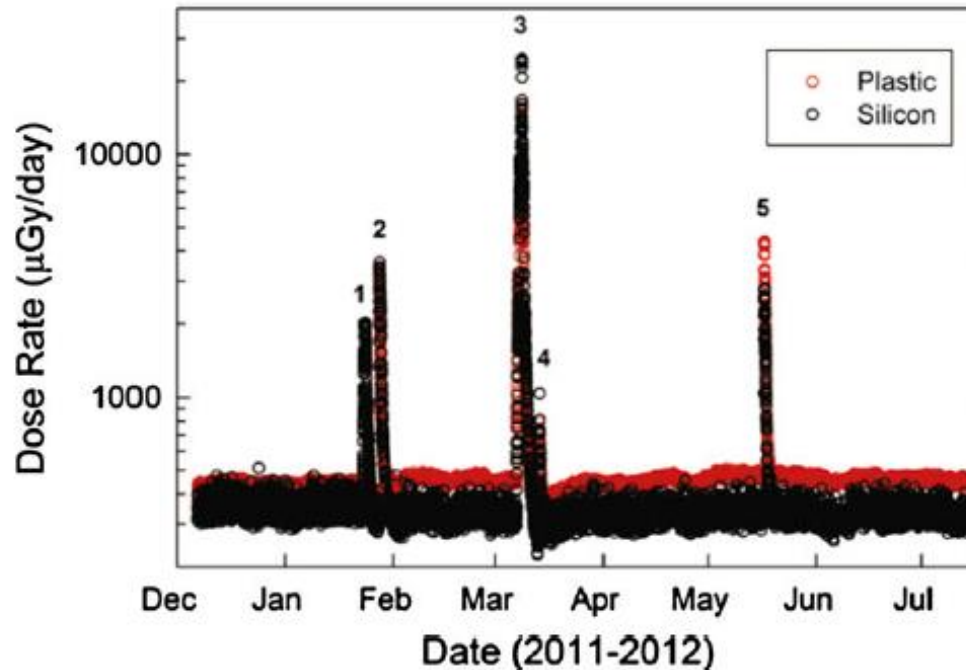
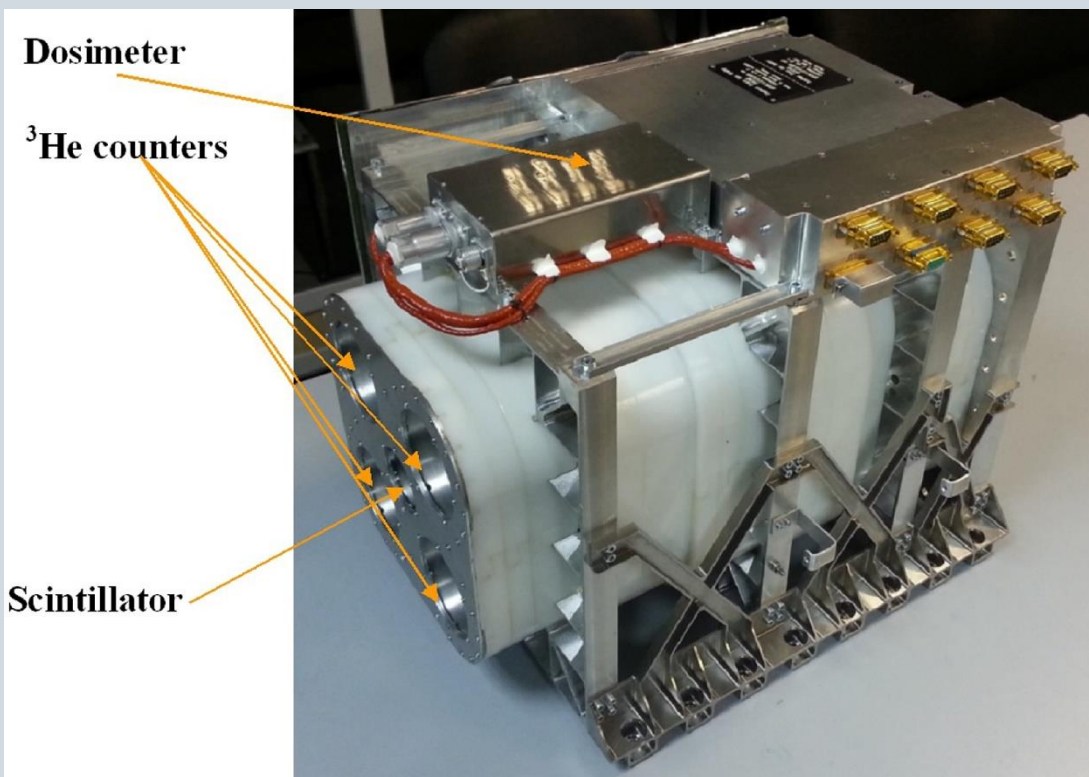
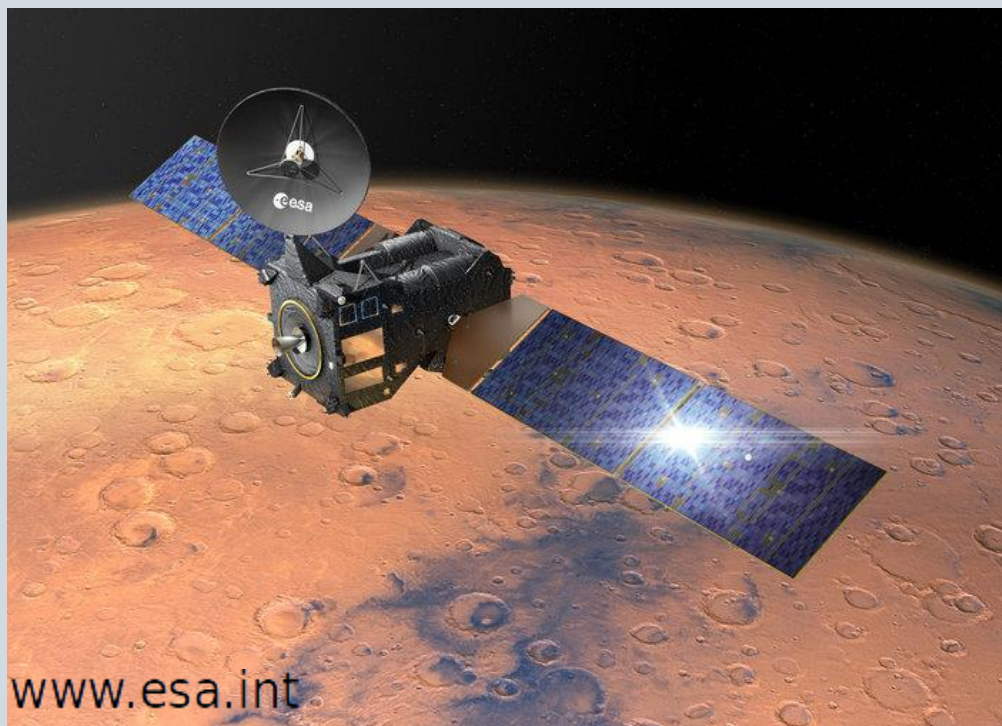
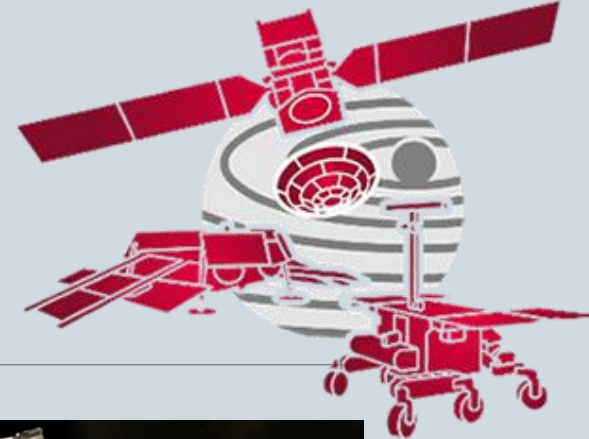


Fig. 45 *Left* Dose rates (~ 16 -min averages) recorded by MSL-RAD in a silicon detector (*black circles*) and in a plastic scintillator (*red circles*) during MSL's journey to Mars. Five SEP events were observed during the cruise phase. For a given incident flux, the dose rate in silicon is generally less than the dose rate in plastic because of the comparatively large ionization potential of silicon. *Right* Radiation exposure compared with that measured by MSL-Rad on its way to Mars. Image reproduced with permission from [Zeitlin et al. \(2013\)](#) and [Kerr \(2013\)](#), copyright by AAAS

Дозиметрия до и около Марс: ExoMars



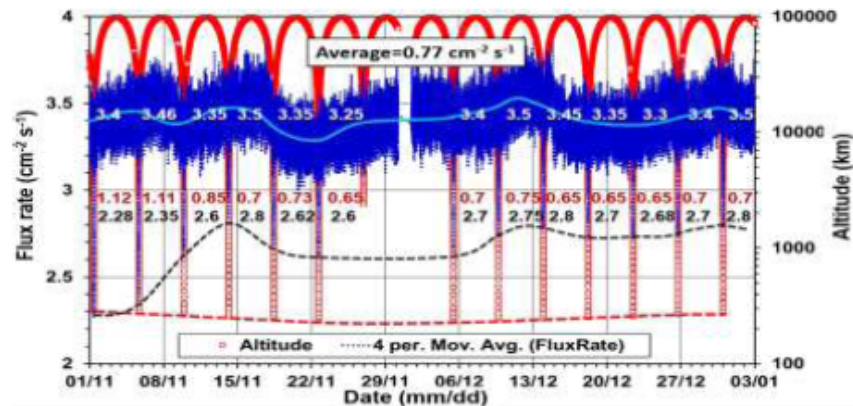
FRIEND/Liulin-MO
ESA/Roscosmos/

<http://esa-pro.space.bas.bg/>

Дозиметрия до Марс

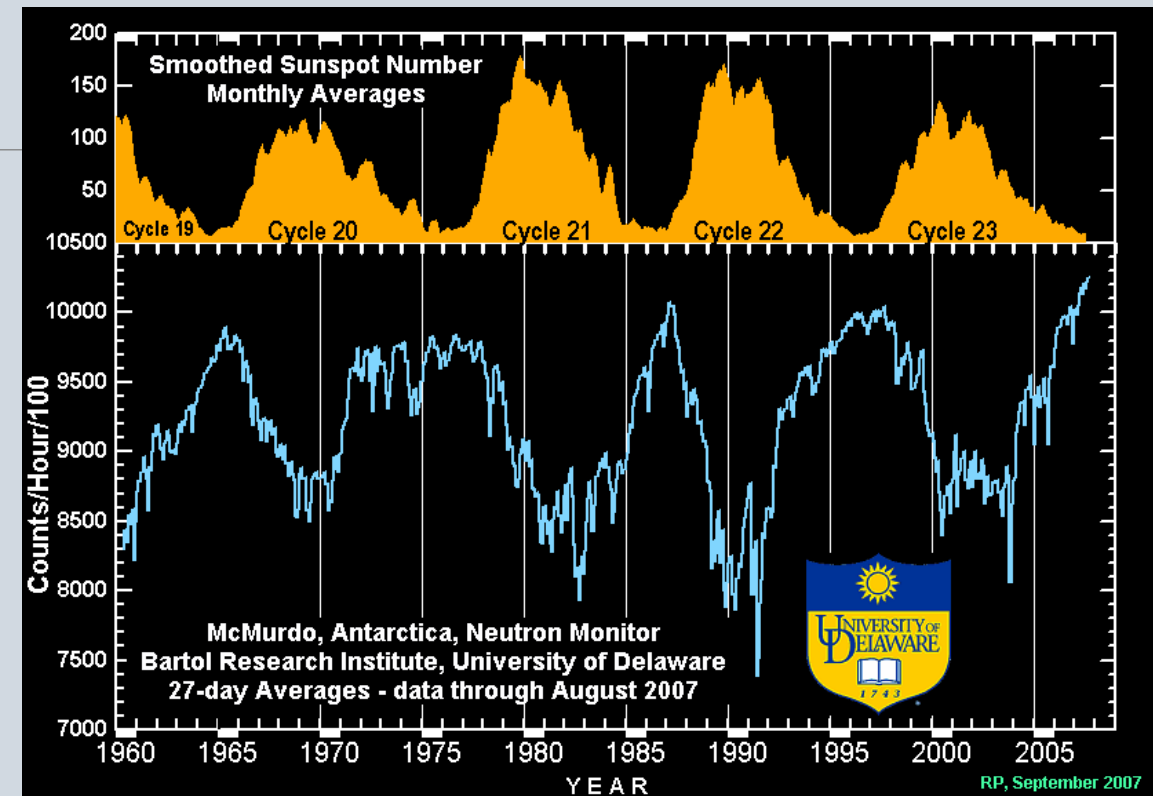
Мощности на радиационните дози и потоците галактически космически лъчи (ГКЛ) в междупланетното пространство и елиптичните орбити на спътника Trace Gas Orbiter (TGO) около Марс по проекта “ЕкзоМарс” на Европейската и Руска космически агенции

Анализиран са данните за вариациите на радиацията от ГКЛ, получени от дозиметъра Люлин-МО по време на полета до Марс и в елиптичните орбити на спътника Trace Gas Orbiter (TGO) около Марс по проекта “ЕкзоМарс” на Европейската и Руска космически агенции. Изследванията са проведени в рамките на 3-странния проект между



Фиг. 1. Вариации на потока частици от ГКЛ (сини точки) от 01 ноември 2016 г. до 04 януари 2017 г. Светлосинята линия показва възходящата средна стойност на потока от ГКЛ. Пунктираната черна линия показва значенията на потока ГКЛ в пери-центровете. Височината на спътника над повърхността на Марс е представена с червени квадрати, а червената пунктирна линия свързва височините в областите на пери-центровете. Вижда се, намалението на потока частици от ГКЛ в областите на пери-центровете.

ИКИТ-БАН, ИКИ-РАН и ИМБП-РАН за радиационни изследвания по проект “ЕкзоМарс”. Анализиран са данните за вариациите на мощността на дозата и потока частици от ГКЛ от 22.04.2016 до 07.03.2017г. Резултатите показват, че при пилотиран полет до Марс и обратно (6 месеца във всяка посока), осъществен по време на ниска слънчева активност, членовете на екипажите ще получат минимум 60% от максималната допустима доза за цялата кариера на космонавтите и астронавтите само от ГКЛ и техните вторични частици, без наличие на допълнителни облъчвания от слънчеви ерупции.



<http://neutronm.bartol.udel.edu/catch/cr3.html>

Semkova et al. (2018, Icarus)

www.space.bas.bg

Център по космическо време в ESA

→ ↻ ⓘ Not secure | swe.ssa.esa.int/ssa-space-weather-activities

☆ | 📄 | 👤



space situational awareness

ESA SSA SWE NEO SST

About SWE

- What is Space Weather
- SSA Space Weather Activities
- Current Space Weather
- Contact

Service Domains ⓘ

- Spacecraft Design
- Spacecraft Operation
- Human Space Flight
- Launch Operation
- Transionospheric Radio Link
- Space Surveillance and Tracking
- Power Systems Operation
- Airlines
- Resource Exploitation System Operation
- Pipeline Operation
- Auroral Tourism Sector
- General Data Service

Expert Service Centres ⓘ

- ESC Solar Weather
- ESC Heliospheric Weather
- ESC Space Radiation
- ESC Ionospheric Weather
- ESC Geomagnetic Conditions

SSA Space Weather Activities

The objective of the SSA programme is to support Europe's independent utilisation of, and access to, space through the provision of timely and accurate information regarding the space environment, and particularly regarding hazards to infrastructure in orbit and on the ground.

Europe already has a wealth of expertise and assets providing high-quality scientific observations, results and models as well as a number of Space Weather products to local customers. ESA's SSA Space Weather (SWE) segment intends to build on this foundation and work toward a federated Space Weather information-provision concept, avoiding duplication and ensuring that these existing assets and resources play a key role in Europe's new SSA system.

The SWE Segment focuses on owners/operators of satellites in space and infrastructure on the ground. Space Weather developments will enable end-users in a wide range of affected sectors to mitigate the effects of Space Weather on their systems, reducing costs and improving reliability.

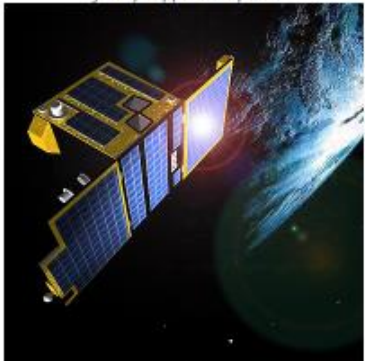
SSA Space Weather Coordination Centre (SSCC)

The SSA Space Weather Coordination Centre (SSCC) is located at the Space Pole in Belgium. The SSCC provides the first European Space Weather Helpdesk, with operators available to answer questions about the SWE Service Network or Space Weather conditions in general. The SSCC operator provides first line support. For specific user requests the SSCC operator relies on the Expert Service Centres to provide second line support.

The SSCC handles the day-to-day monitoring of the continuity and quality of the SWE Service provision, including both products provided by federated Expert Groups and the applications running in the SWE Datacentre in Redu.

The SSCC is active in a number of user engagement activities such as providing dedicated tailored bulletins to high priority users, establishing a programme of high quality Space Weather training courses for professionals and promoting the the SSA SWE Service Network to the Space Weather user communities.

ESA's Proba-2 mission jointly supported by SSA



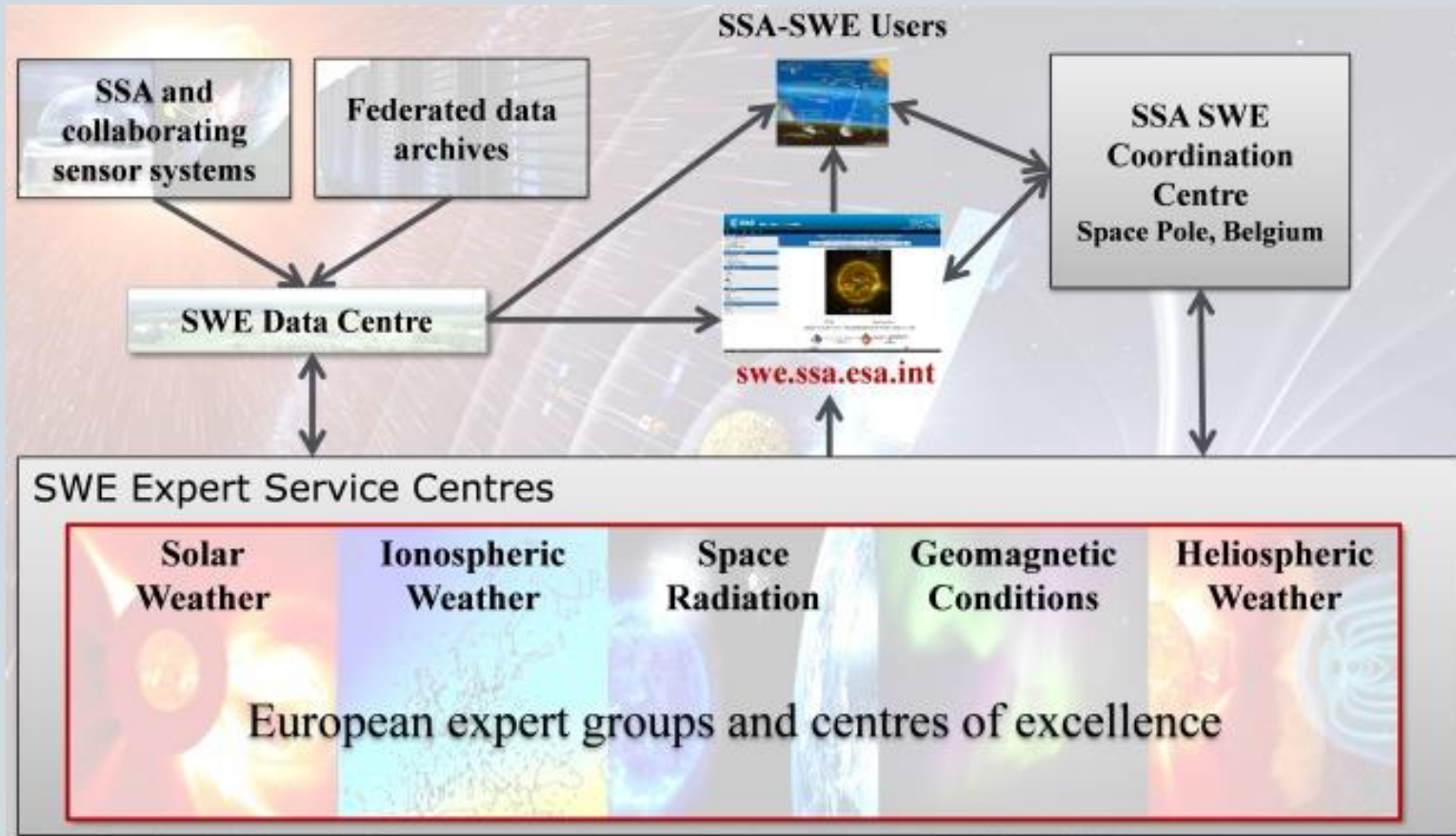
© ESA

Space Weather Coordination Centre



© ROB/Royal Observatory Belgium

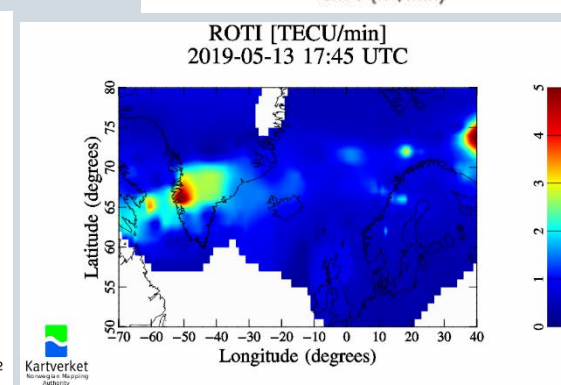
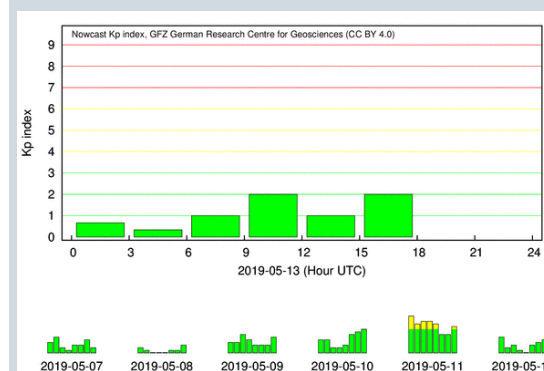
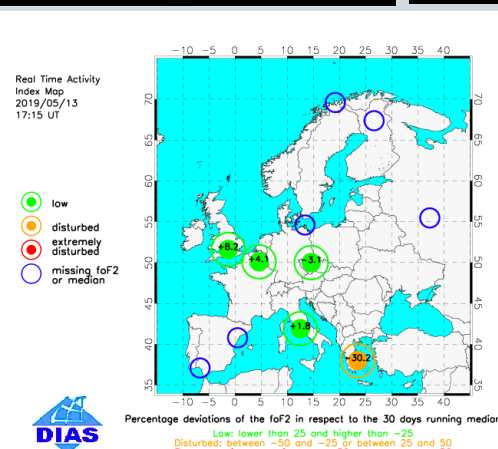
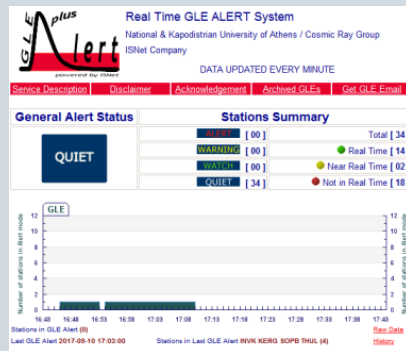
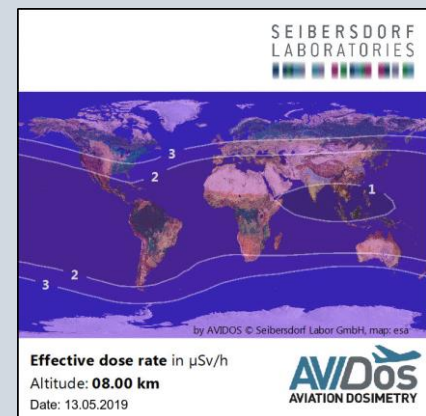
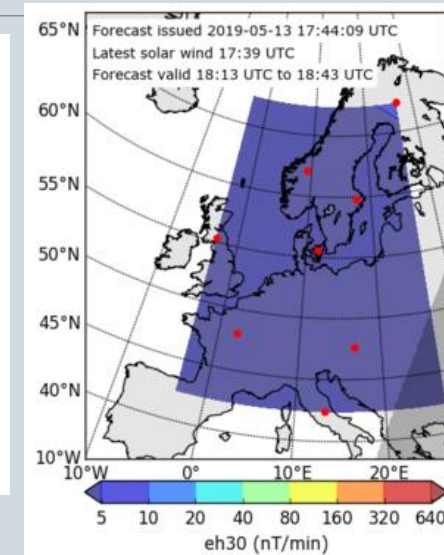
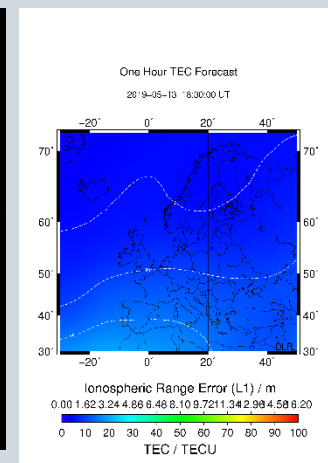
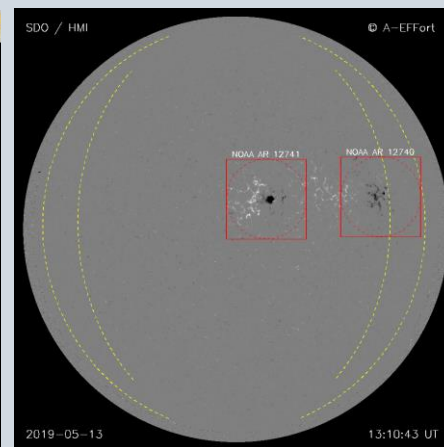
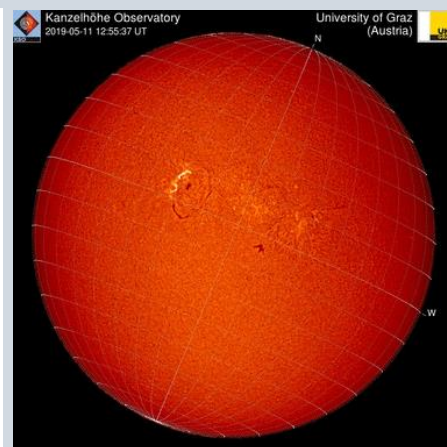
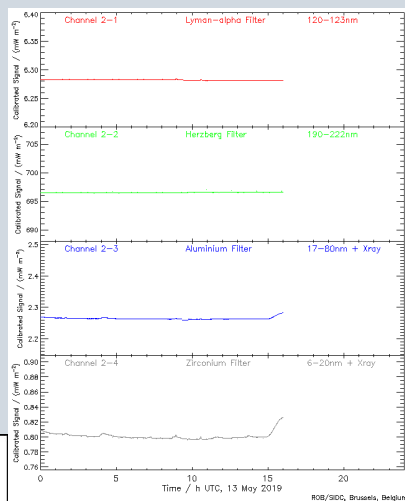
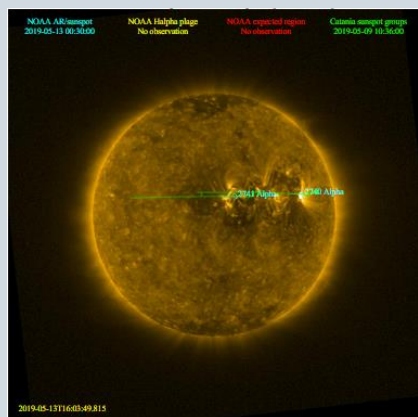
Център по космическо време в ESA: структура, данни, прогнозиране



Наблюдения, модели и прогнози за:

- ✓ Слънчева активност
- ✓ Радиационни условия
- ✓ Йоносферни условия
- ✓ Геомагнитни условия
- ✓ Хелиосферни условия

Център по космическо време в ESA: наблюдения, модели и прогнозиране



Проект по космическо време

<http://newserver.stil.bas.bg/SEPorigin/>

С подкрепата на
Фонд Научни Изследвания,
проект ДНТС/Русия 01/6 от 23 юни 2017 г.

Презентации по слънчева физика и космическото време →



SEP origin project

Research collaboration and network

[НАЧАЛО](#) [РАБОТНИ ПАКЕТИ](#) [ЕКИП](#) [РЕЗУЛТАТИ](#) [ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ](#)

Заглавие на проекта:
Произход на слънчевите енергетични частици:
избухвания или коронални изхвърляния на маса
Списък на семинари и лекции за студенти

Софийски Университет „Св. Климент Охридски“,
Физически факултет, катедра Астрономия

Увод в радиоастрономията

1. Кратка история на радиоастрономията
2. Въведение. Радиотелескопи
3. Механизми за радиоизлъчване
4. Източници на радиоизлъчване

Магистърска програма
летен семестър 2019
Росица Митева
(презентации на български)

Семинар на групата по "Слънчева физика"
към Институт по Физика/Университет на Грац, Австрия 12 March 2019
Слънчеви енергийни частици: наблюдения, произход факел или CME и каталози от **Р. Митева**
(на английски)

Софийски Университет „Св. Климент Охридски“,
Физически факултет, катедра Астрономия

Физика на Слънцето и слънчева активност

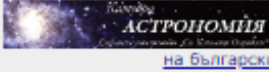
1. Слънцето: общи характеристики и атмосферни слоеве
2. Наземни и спътникови наблюдения на Слънцето
3. Слънчеви петна и слънчева активност
4. Слънчеви избухвания
5. Коронално изхвърляне на маса

Магистърска програма
"Астрономия и Астрофизика"
зимен семестър 2018-2019
Росица Митева
(презентации на български)

Международен Семинар "Ерупционни процеси на освобождаване на енергия на Слънцето и звездите: произход и ефекти" ISW2018
12 октомври 2018 WEB: 
Слънчеви енергийни частици и космическо време от **Р. Митева** (на английски)

Списък с популярни лекции

Кръжок по астрономия
към катедра „Астрономия“ на Физическия факултет
16 Маю 2019
Космическо време и космически климат от **Р. Митева** (Очаквайте скоро) (на български)

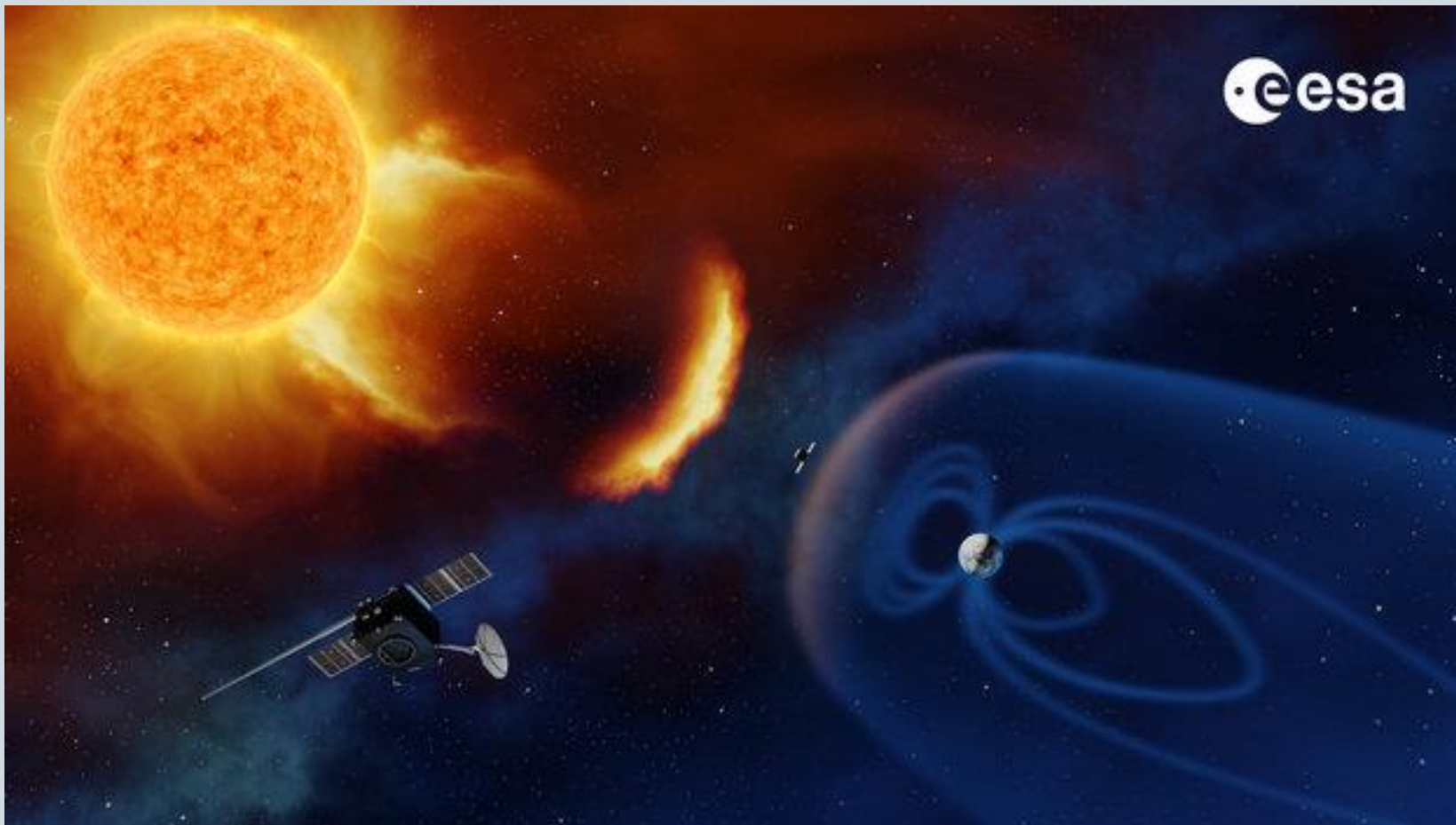
WEB: 
[на български](#)

24^{то} издание на Юлската лектория 5 юли 2018 Интернет адрес: [на български](#)
Екстремални слънчеви събития: от векови минимуми до супербури от **Р. Митева** (на български)

Кръжок по астрономия
към катедра „Астрономия“ на Физическия факултет
8 март 2018

WEB: 
[на български](#)

Благодаря за вниманието!



**World Space
Week** OCTOBER 4-10

The Moon: Gateway to the Stars

<https://www.worldspaceweek.org/>