

Výskum kozmického žiarenia (KZ) a
supratermálnych kozmických častíc v
Košiciach a vo Vysokých Tatrách: od začiatkov
po súčasnosť

Karel Kudela

5.3.2017

Od pozemních měření kosmického záření k měřením na družicích



Měření kosmického záření v Tatrách se datuje od r. 1957-1958. Příspěvek československých fyziků k IGY (International Geophysical Year, 60. výročí).

Dnes pracuje na Lomnickém štítě neutronový monitor spojitě měřící kosmické záření s vysokou statistickou přesností ($1.6 \cdot 10^6$ /hod).

Měření v reálném čase jsou dostupná na <http://neutronmonitor.ta3.sk>.

Začátek 70. let 20. stol. - možnost měření na družicích (i nižší energie). Prof. J. Dubinský - ředitel ÚEF SAV.

3. červen 1982 - první měření odezvy od slunečních neutronů (ze sluneční erupce) na zemském povrchu - Jungfrauoch a Lomnický štít.

Předtím - začátky - měření na balónech, spolupráce s pražskými pracovišti

Vol. 28 (1977), No. 4

241

APPARATUS FOR BALLOON MEASUREMENTS OF THE NEUTRON FLUX

J. Dubinský, K. Kudela, Institute of Experimental Physics of the Slovak Academy of Sciences, Košice
Yu. E. Efimov, Yu. A. Chichikalyuk, Institute of Technical Physics of the Academy of Sciences of the USSR, Leningrad

L. Michaeli, Electrotechnical Faculty, the Technical University, Košice
T. Vašek, Tesla, Institute for Nuclear Engineering Equipment, Přemyšlení

Received 2 December 1976

An apparatus for measuring the integral flux of neutrons in the energy range from thermal up to 1 MeV and for estimating power spectra in the interval of 1–10 MeV is described. The apparatus is used for measuring the neutron characteristics in the atmosphere on balloons. The detector system, electronic circuits and recording system are described.

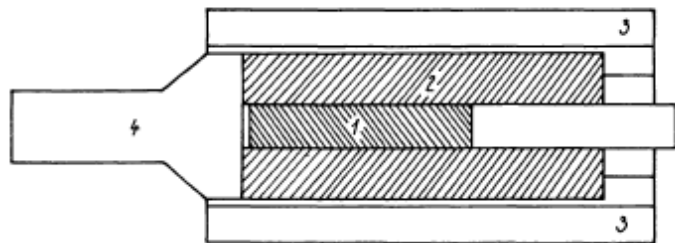
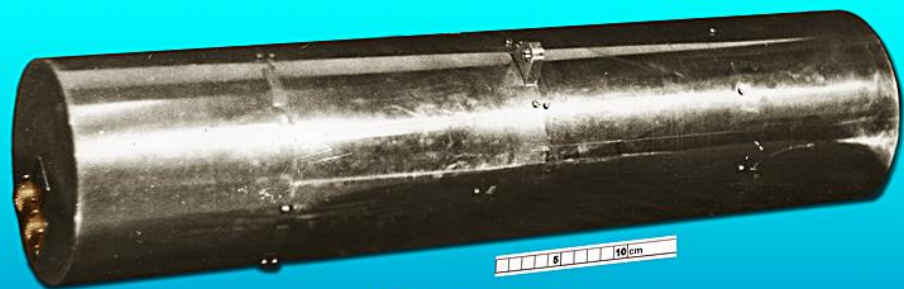


Fig. 1. Block diagram of the detection system. 1 — proportional counter, 2 — plastic scintillator, 3 — Geiger counters, 4 — photomultiplier.

Bull. Astron. Inst.
Czech., 1977

Technologický přístroj - předchůdce přístroje na IK-17.



40. výročí odkedy v kozme merala prvá aparátúra vyvinutá na slovenskom pracovisku v automatickom režime (ÚEF SAV, EF VŠT)

Aparát s označením SK-1. První přístroj, jehož část byla vyvinuta v Košicích a který měřil v kosmu neutrony a gama záření na nízké polární orbitě (IK-17). Detekční část byla vyvinuta v Leningradě.

Elektronická část vyvinuta v ÚEF SAV a na EF VŠT Košice.

Družice vypuštěna v září 1977.

I když sluneční neutrony nebyly detekovány, byl upřesněn tvar šířkové závislosti toku neutronů a záření gama zemského albeda.

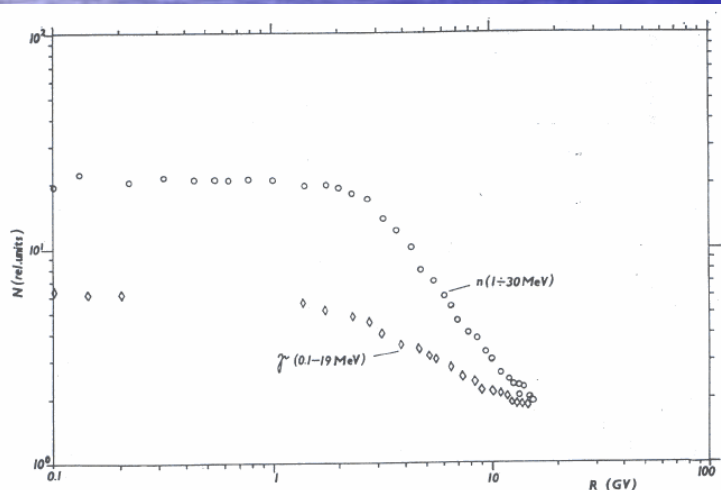
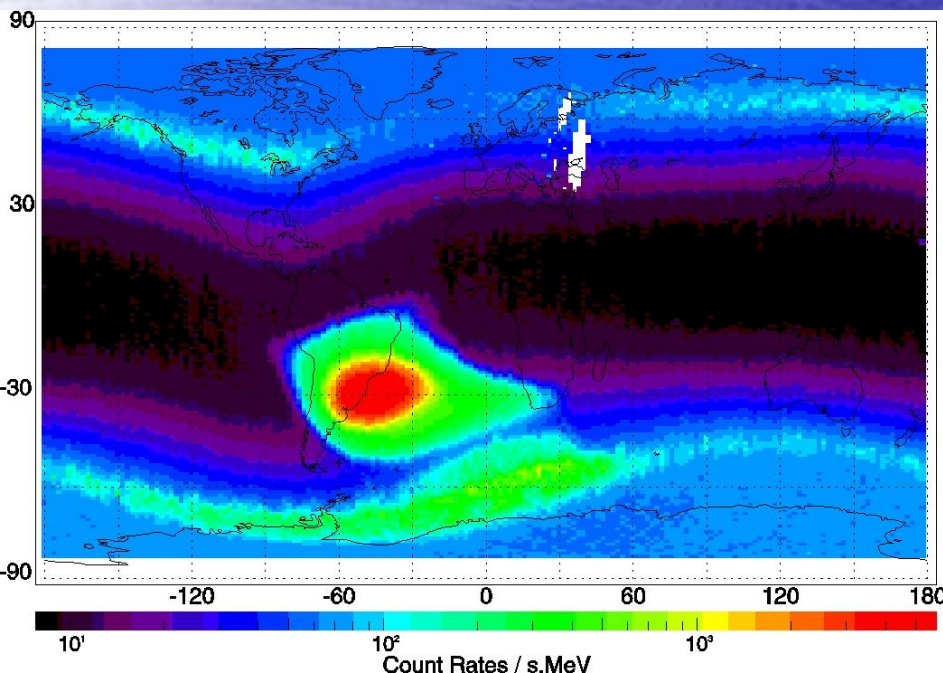


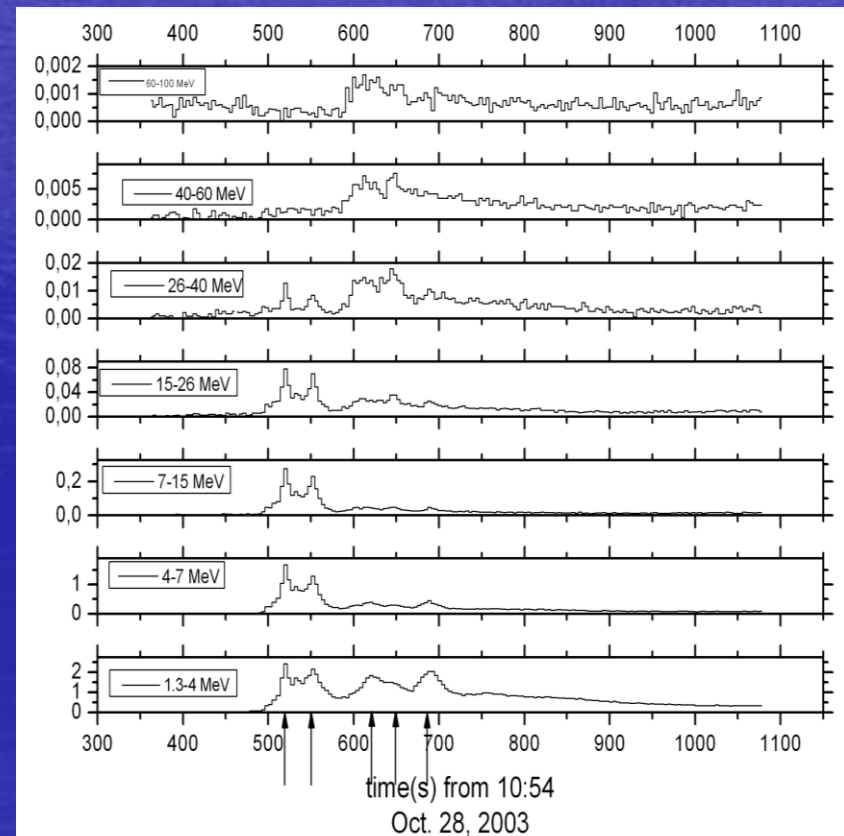
Fig. 1. Dependence of counting rate of neutrons ($E_n = 1-30$ MeV) and of γ -rays ($E_\gamma = 0.1$ to 6 MeV) on vertical cut-off rigidity of cosmic ray protons. The values are in relative units. (19 MeV in figure should read 6 MeV.)

K problematice vysokoenergetických slunečních neutrálních emisí na družicích se OKF (oddělení kosmické fyziky ÚEF SAV) vrátilo v r. 1994 (CORONAS-I) a v r. 2001 (CORONAS-F). Spolupráce s MSU Moskva. Přístroj SONG.

Podrobná mapa toku gama záření na výšce 500 km (dr. R. Bučík, PhD práce, Košice 2004) podle CORONAS-I



V době extrémní sluneční erupce 28.10.2003 byly na CORONAS-F zaznamenány toky gama záření vysokých energií



Na návratné družici IK-6 (1972) byly umístěny emulze, v nichž se pozorovaly jaderné interakce kosmického záření při velmi vysokých energiích.

Pokračování v experimentech na ISS, též při misi slovenského kosmonauta v únoru 1999. Práce vedl dr. Ladislav Just, CSc. († 7.3.2004)



Nabité částice středních energií.

Začátky:

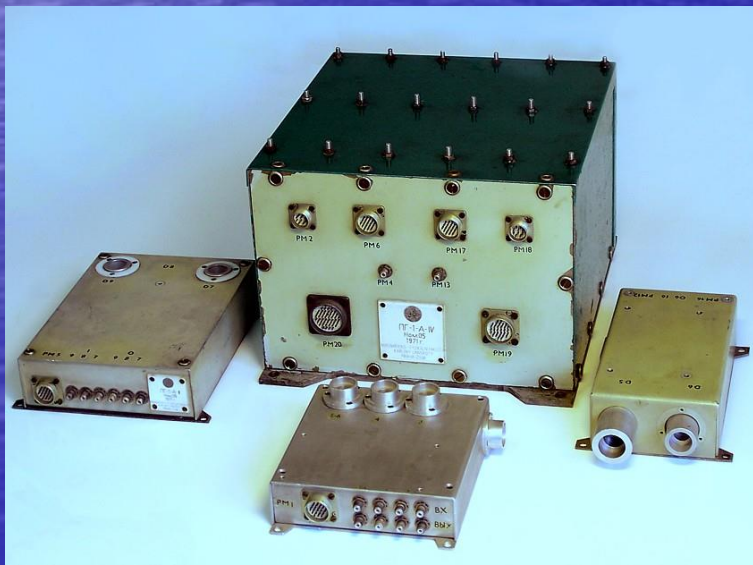
spolupráce s MFF UK Praha, s pracovišti ČSAV v Praze a Ondřejově,
aparatury vyvinuty na MFF UK.

Dynamika částic zachycených v radiačních páslech Země

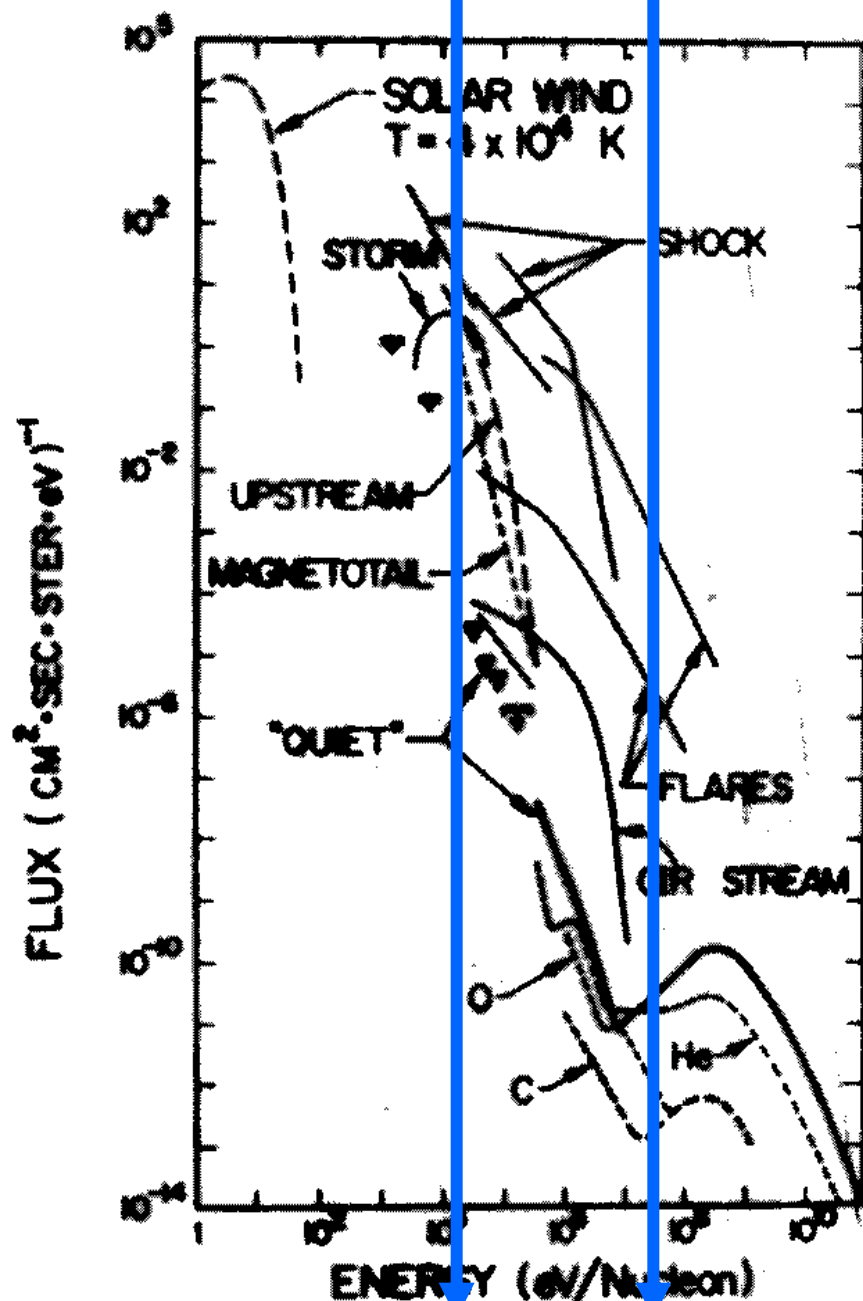
IK-3 (1970, 206 x 1315 km, 48.4°)

IK-5 (1971, 196 x 1202 km, 48.6°)

IK-13 (1975, 278 x 1681 km, 83.5°)



Aparatura PG vyvinutá na
MFF UK pro IK-13



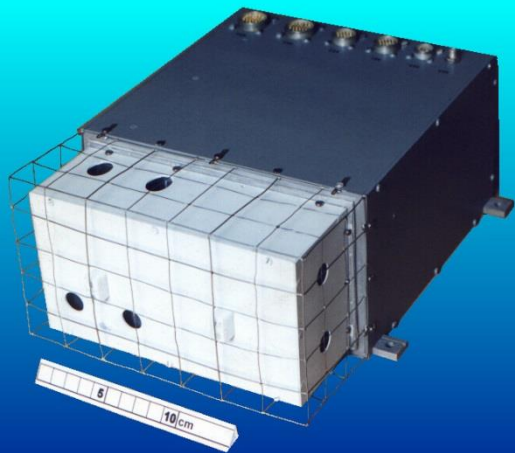
Orientace OKF na oblast „středních“ energií (od ~20 keV do ~ 2 MeV) se ukázala vhodná pro relativně jednoduché aparatury monitorovacího typu.

Tato oblast energií je (byla) zajímavá pro celou řadu experimentů zaměřených na studium procesů v magnetosféře Země, v blízkosti jejich hraničních oblastí i v meziplanetárním prostoru.

Umožnila účast OKF v řadě kosmických misí.



DOK-T na Prognoz-8, r. 1981,
vysokoapogeová orbita, využití stínu pro
snížení šumu detektoru a
předzesilovače.



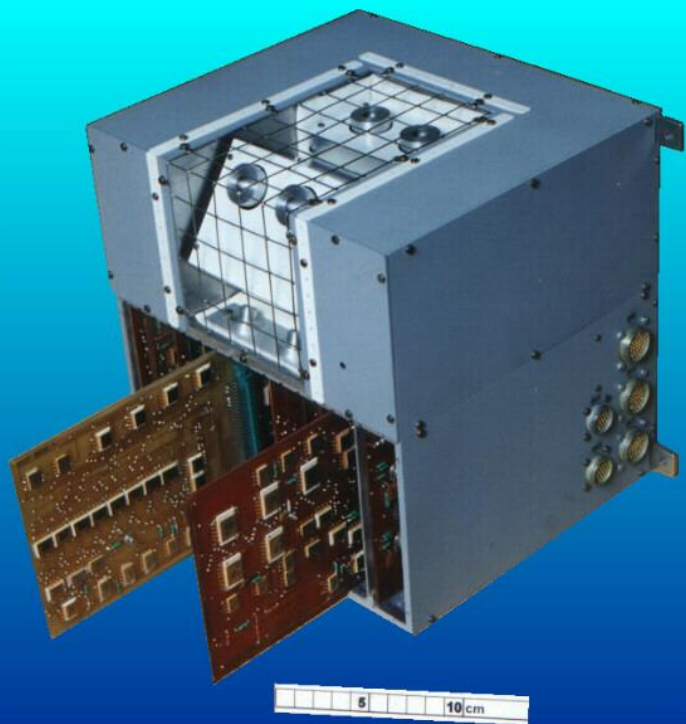
Spektrometr energetických částic
DOK-1 na Prognoz-10 (Interšok), 1985



Spektrometr elektronů a protonů
středních energií na družici Active
(téměř polární dráha 500 x 2500 km,
1988).



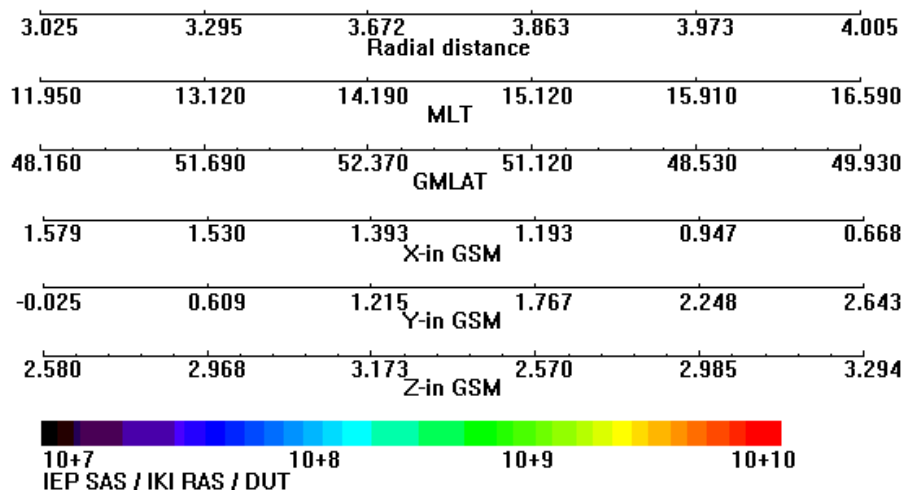
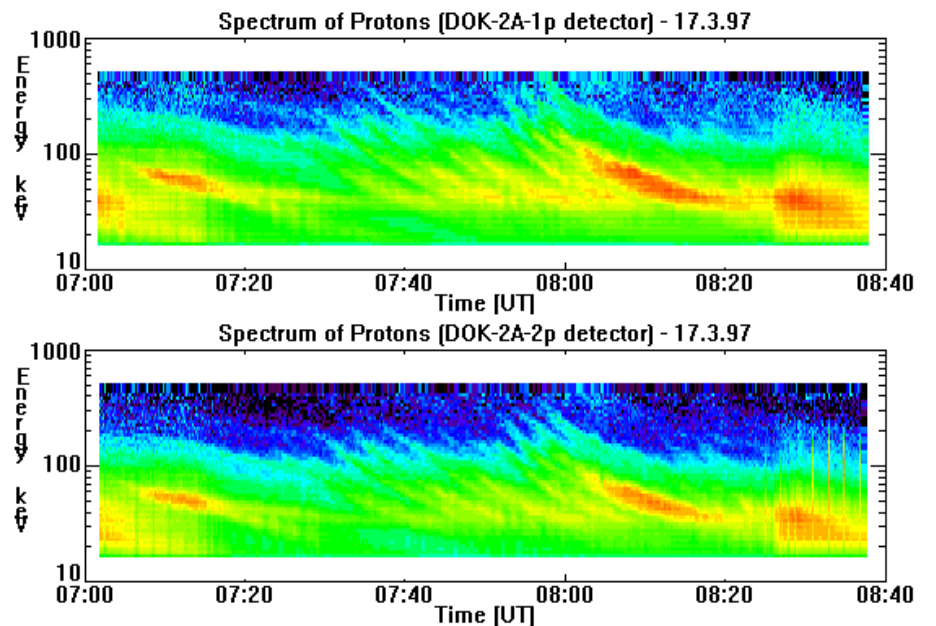
Zjednodušené varianty monitorů s označením DOK-S měřily i na subdružicích Geofyzikálního ústavu ČSAV Magion-2, Magion-3 (subdužice k Apexu) a později i na Magionu 4 a 5 k družicím Interball-1 a 2.



Velké množství podrobných měření poskytly částicové aparatury DOK-2 na družicích Interball-1 a 2 (1995-2000). Spolupráce s IKI Moskva a Univerzitou Xanthi, Řecko.

Na vývoji tohoto a dalších experimentů této serie se podílel ing. J. Rojko, CSc († 12.4.2011) s kolegy.

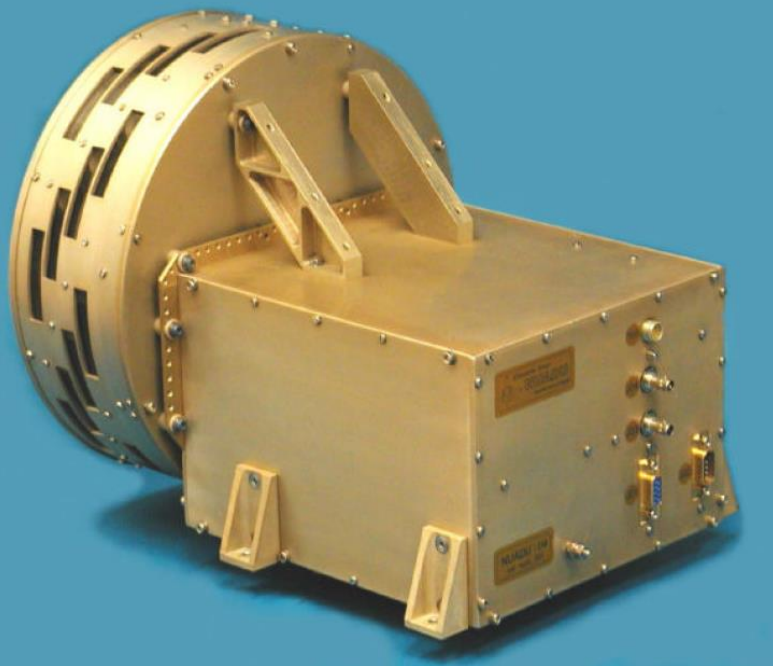
Získaná data a zájem o ně pomohl při navázání širších mezinárodních vědeckých kontaktů po r. 1990.



Podrobné spektrum umožnilo pozorovat disperzní jevy energetických iontů ve vnější magnetosféře na odpolední straně přístrojem DOK-2 na Interballu-2. Hodnoty jsou $J(E) \cdot E^3$, kde $J(E)$ je diferenciální intenzita částic v jednotkách ($\#/\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{ster} \cdot \text{keV}$) a E je kinetická energie v keV.

Na analýze dat se podílel hlavně dr. M. Slivka, CSc.

Tyto jevy ukazují na injekci částic na noční straně magnetosféry a z tvaru křivek a modelu magnetického pole lze odhadnout dobu a místo injekce.

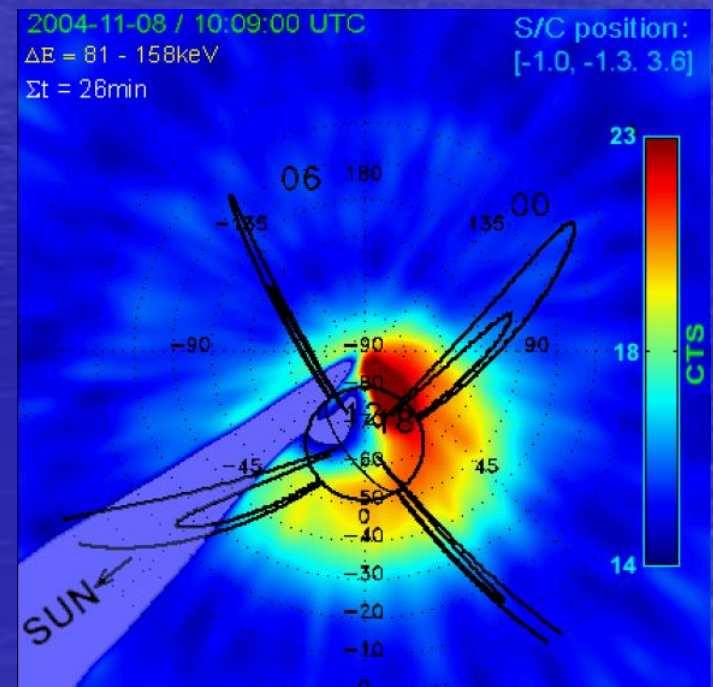


Detekce energetických neutrálních atomů na evropsko-čínské družici Double Star TC2 prováděna přístrojem NUADU (PI Prof. S. McKenna-Lawlor, Irsko), který byl z podstatné části vyvinut na ÚEF SAV v Košicích.

Přístroj provádí 3D „dálkový průzkum“ toku energetických částic při jejich nábojové výměně v geokoróně.

Intenzita energetických neutrálních atomů pozorovaná přístrojem NUADU v době geomagnetické bouře 8. listopadu 2004.

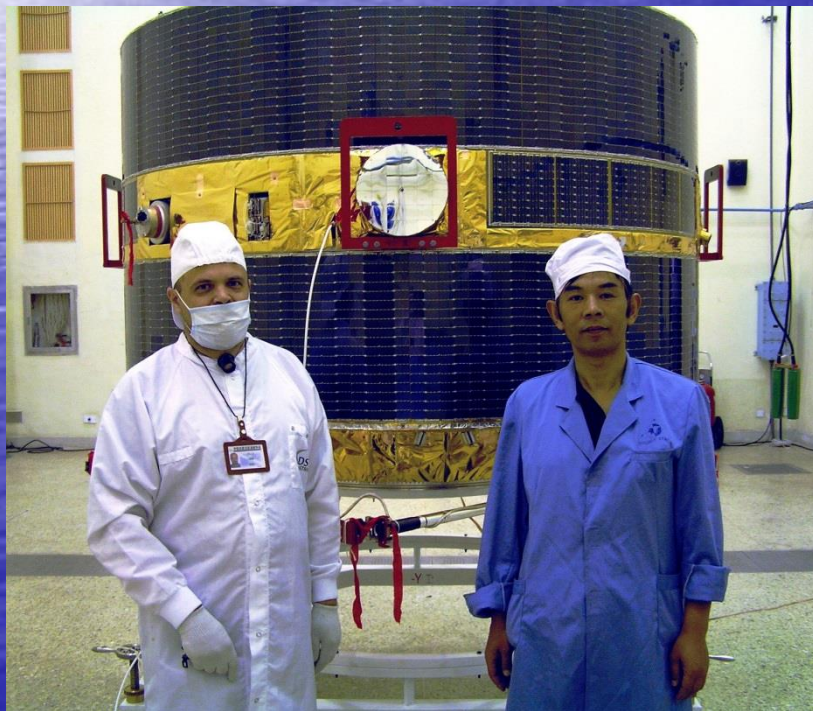
Na vývoji přístroje na OKF se podílel hlavně ing. J. Baláž, PhD.





NUADU testy v ÚEF SAV
Launch Campaign v Číne
Testy software v Číne

Ing. Ján Baláž, PhD
Ing. Ján Strhársky



Tab. 2. Účast ÚEF SAV v experimentech na družicích a raketách
(měření v automatickém režimu registrace)

Uvedeny jsou i aparatury, které byly zkonstruovány, ale nebyly na družicích vyneseny

Označení přístroje	Družice/raketa	Datum vypuštění	Perigeum (km)	Apogeum (km)	Sklon (°)
PG-1 *	IK-3	7. 8. 1970	206	1315	48,4
PG-1A *	IK-5	2. 12. 1971	196	1202	48,6
PG-1B *	IK-13	27. 1. 1975	278	1681	83,5
SK-1	IK-17	24. 9. 1977	466	511	83
DOK-T	PROGNOZ-8	20. 9. 1981	980	197390	65
URE-1	VERTICAL-10 **	21. 12. 1989	0	1510	–
DOK-1	INTERSHOCK	26. 4. 1985	421	200520	65
SPE-1	ACTIVE	28. 9. 1989	511	2487	82,6
DOK-S/1	ACTIVE/MAG 2	28. 9. 1989	511	2487	82,6
DOK-S/2	APEX/MAG 3	18. 12. 1991	440	3050	82,5
SONG-E	CORONAS-I	2. 3. 1994	500	500	83
DOK-2X	INTERBALL-T	3. 8. 1995	371	193 000	65
DOK-S/3	IB-T/MAG-4	3. 8. 1995	371	193 000	65
DOK-2A	INTERBALL-A	29. 8. 1996	7144	25 502	62,8
DOK-S/4	IB-A/MAG-5	29. 8. 1996	7144	25 502	62,8
SPE-1M	MIR	23. 4. 1996	324	352	51,6
SLED-2	MARS-96	16. 11. 1996	–	–	–
SPRUT-6	MIR	10. 1998	324	352	51,6
SONG-M	CORONAS-F	30. 7. 2001	500	500	83
EPD	CESAR	?	400	1000	70
MEP-1	COMPASS	?	350	400	79
NUADU	TC-2/Double Star	25. 7. 2004	700	39 000	90
PEEL	HotPay2 **	31. 1. 2008	0	381	–

* – přístroje zkonstruovány na MFF UK v Praze

** – raketa

Tab. 1. Družice využitě na ÚEF SAV
pro studium fragmentace a LET spekter kosmického záření

Družice	Datum startu	Počet dní	Per/Apog	sklon (°)	Exponovaný materiál
IK-6	07. 04. 1972	4	210/250	51	emulze
K-1129	25. 09. 1979	19	218/377	62,8	Kodak
K-1514	14. 12. 1983	5	226/288	82,4	K + CR 39
K-1667	10. 07. 1985	7	222/297	82,3	K + CR 39
K-1757	11. 06. 1986	15	189/252	82,3	4 × Kodak
K-1781	17. 09. 1986	14	217/405	70,4	Kodak
K-2044	15. 09. 1989	14	216/294	82,3	Kodak
OS-MIR	24. 06. 1991	34	389/410	51,6	Kodak
MIR	20. 2. 1999	6	324/352	51,6	Kodak

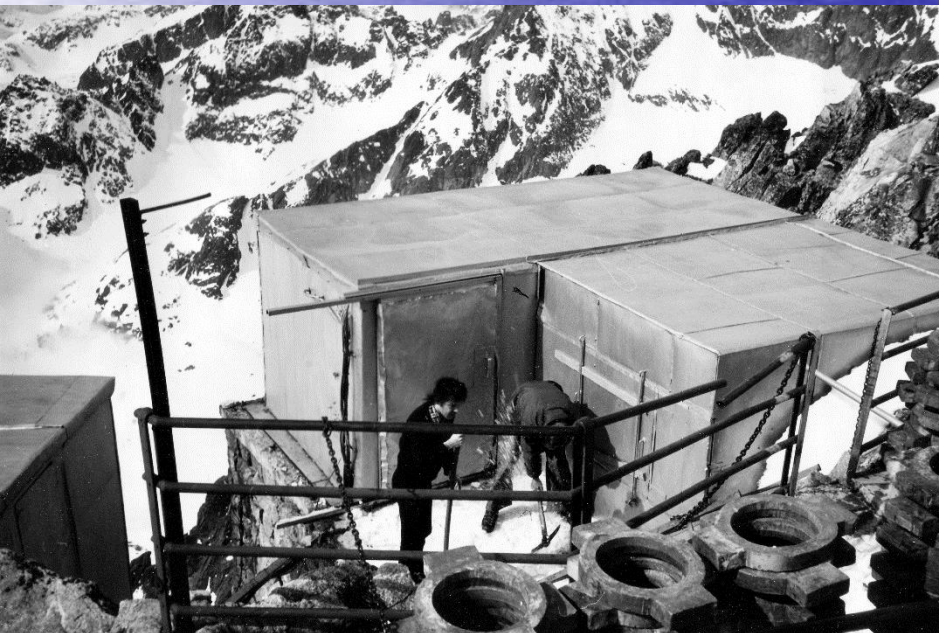
Po r. 2008:
SPEKTR-R (MEP-1) merania energetických
elektrónov *od augusta 2011 doteraz*

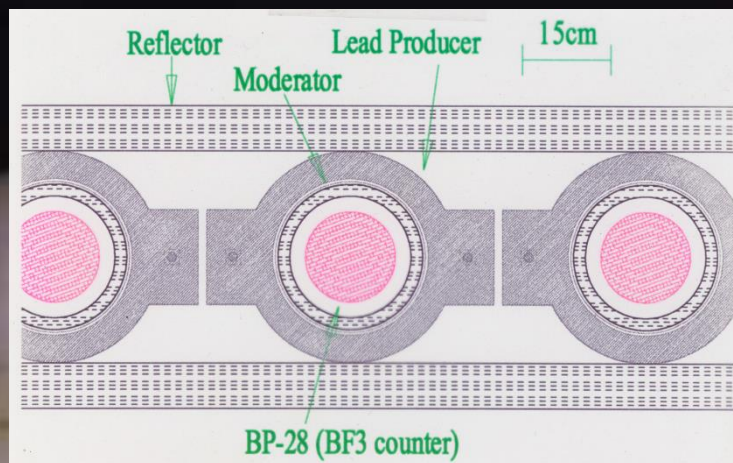
<http://www.plasma-f.cosmos.ru/en/instruments>
Další – nové na <http://space.saske.sk>

Ešte nazad k pozemným meraniam.

In 1981 – 1982 new measurement box on roof of main building at Lomnický štít and new NM works since then in cont mode.

Its safe running in extreme conditions requires presence of technical staff, checking data.





H. MORAAL ET AL.

TABLE I
Neutron monitors with the highest counting rate

Station	Lat. (deg)	Alt. (m)	Press. (mb)	Cutoff (GV)	Counting rate s^{-1}	Statist. rank
Tibet	30.1	4300	606	14.1	2970	1.00
Alma Ata B	43.1	3340	680	6.61	1205	0.64
Erevan	40.2	2000	815	7.58	1100	0.61
Haleakala	20.7	3030	700	12.9	970	0.57
Lomnický Stit	49.2	2634	748	3.98	420	0.38
Jungfrauoch 2	46.5	3475	646	4.61	330	0.33
Tsumeb	-19.2	1240	880	9.21	310	0.33
Calgary	51.1	1128	883	1.08	270	0.30
South Pole	-90.0	2820	680	0.09	260	0.29
Irkutsk 3	52.3	3000	715	3.64	240	0.28
McMurdo	-77.9	48	1007	0	230	0.28
Irkutsk 2	52.3	2000	800	3.64	210	0.26
Moscow	55.5	200	1000	2.43	200	0.26
Kerguelen	-49.4	0	1000	1.14	190	0.25
Inuvik	68.3	21	1010	0.17	160	0.24
Novosibirsk	54.8	163	1000	2.87	160	0.23

KŽ na LŠ s ohľadom na jeho polohu má vysokú štatistiku – vyžaduje aj prítomnosť služby tam – spojité merania a nové zariadenia , extrémne podmienky...

19. a 23.5. 2012



Projekt ŠF EÚ “Centrum kozmických výskumov: vplyvy kozmického počasia” Astronomický ústav SAV, ÚEF SAV, PF UPJŠ

teraz



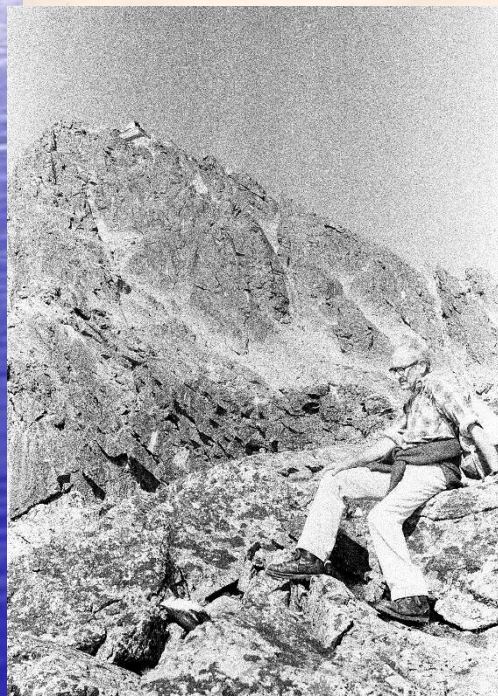


Dr. Pavel Chaloupka

Коллектив
станции Восток
г.г. САЗ
1963 - 1965 г.г.



Mgr. Ronald Langer

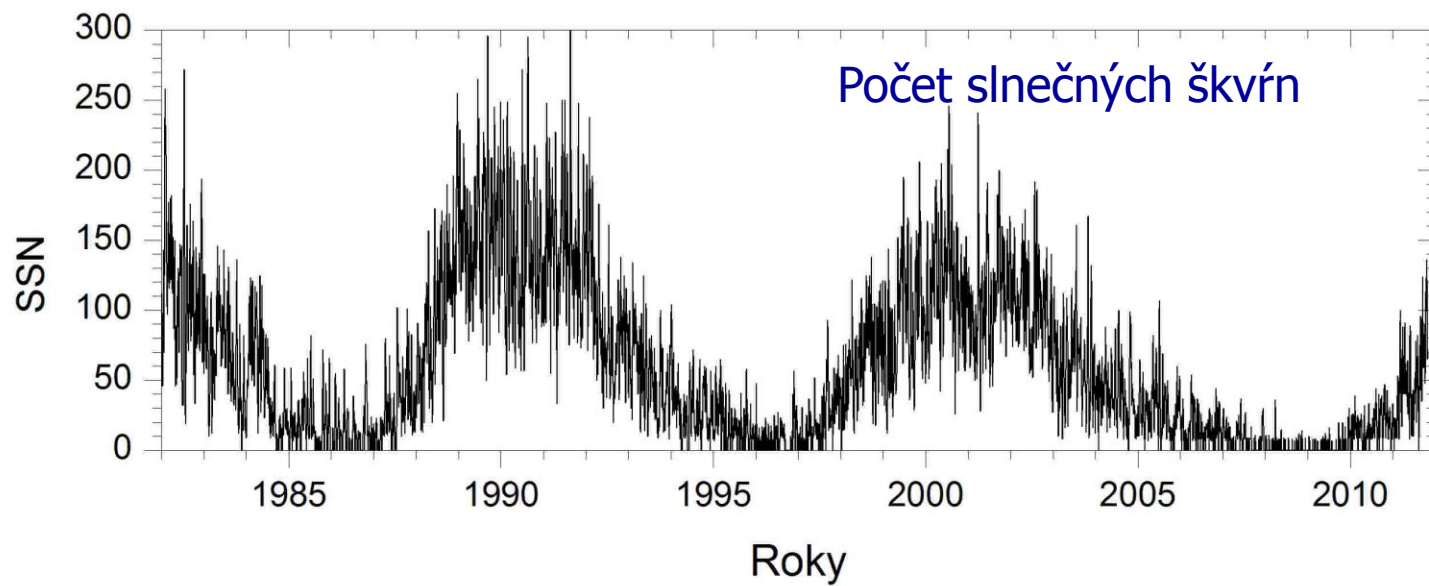
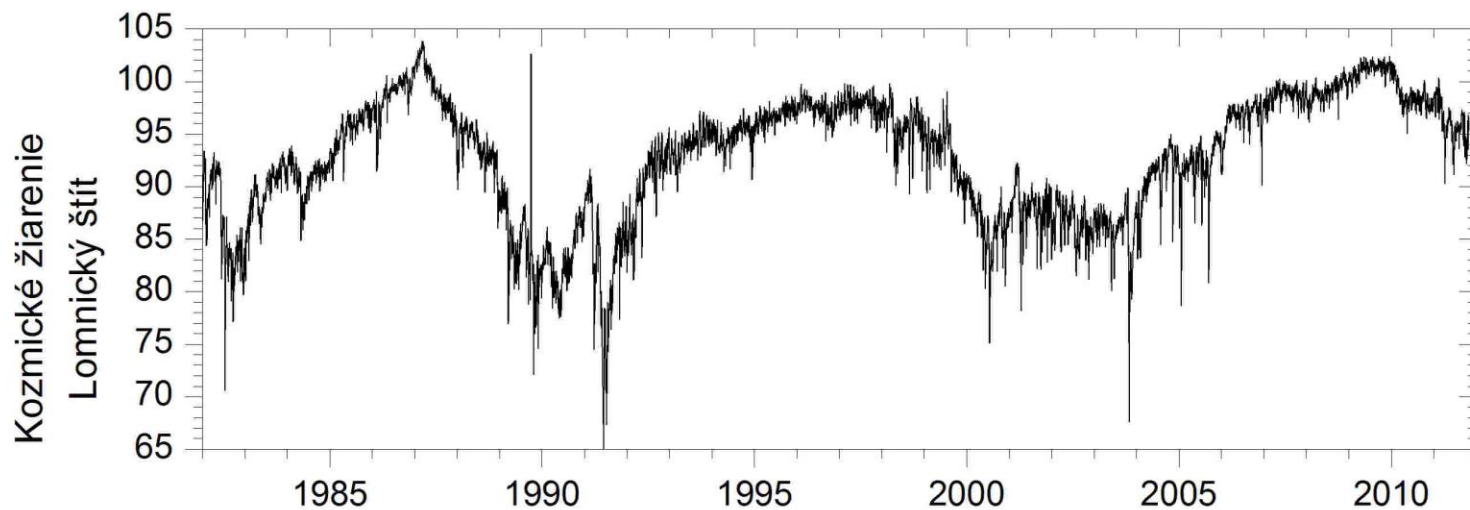


Ing. Vlado Kollár

Samo Štefánik

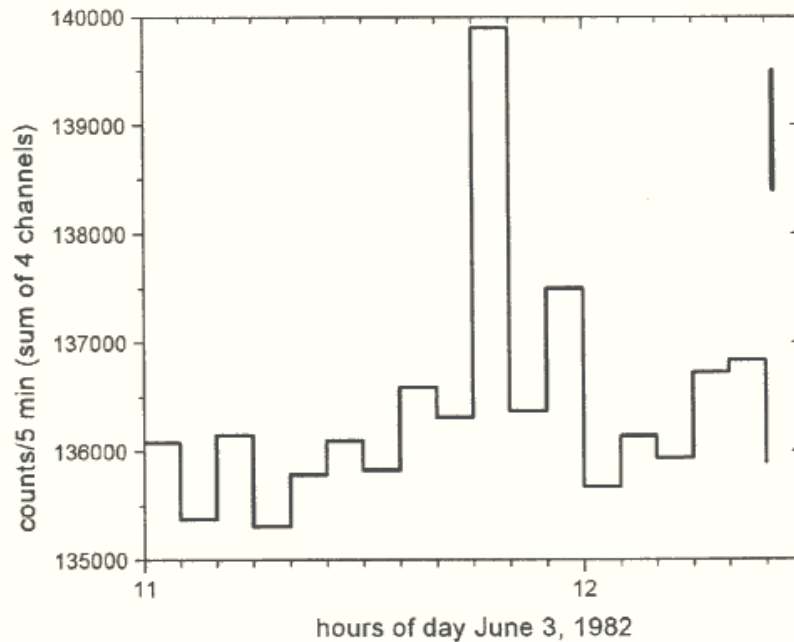
Jaroslav Sláma





Biermann et al., 1951, Z. Naturforsch. – possibility of solar *n* detection at Earth's orbit.

1982 – first response of solar *n* from flare on the ground reported (Jungfrauoch and Lomnický štít). Analysis invoked by Prof. E.L. Chupp (UNH) – info about flare with high energy gammas observed on satellite SMM.



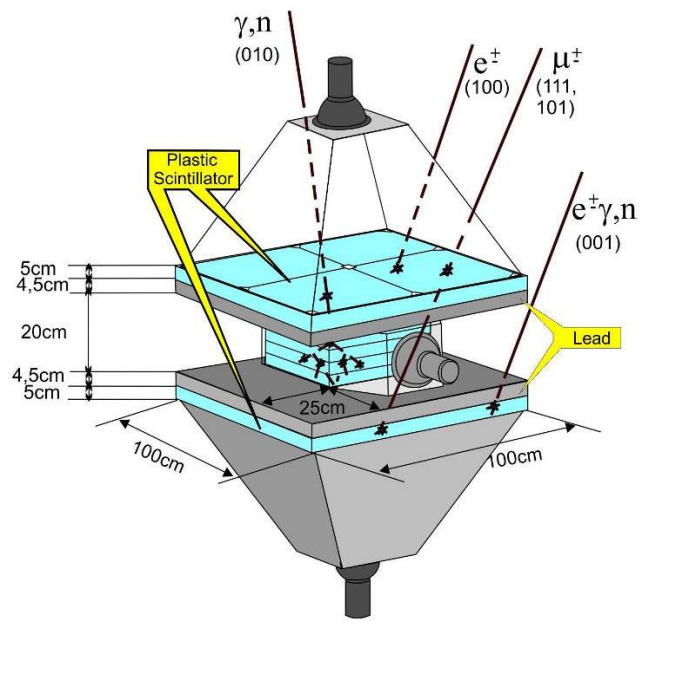
Debrunner, Flückiger, 1983

Efimov, Kocharov, Kudela, 1983

Fig. 1. Lomnický Štít NM measurements (sum of barometric pressure corrected counting rates) during the first ground level response of solar neutron emission. 3 sigma value is shown. The excess of > 4 sigma above the background was observed in 3 out of 4 sections at the same 5 min interval. The observation at Lomnický Štít was first announced at 8th ICRC Rome in 1982 by G.E. Kocharov (with reference to the letter by KK) and at ICRC Bangalore 1983 (*Efimov et al., 1983*).

→ Improvement of time resolution, new devices on Earth and on satellites, e.g. SONG - CORONASF

Od 20. marca 2014 na Lomnickom štíte SEVAN – 1 min dáta v reálnom čase



TGE, Fishman, 1994 – spojené s búrkovou akt., družicové

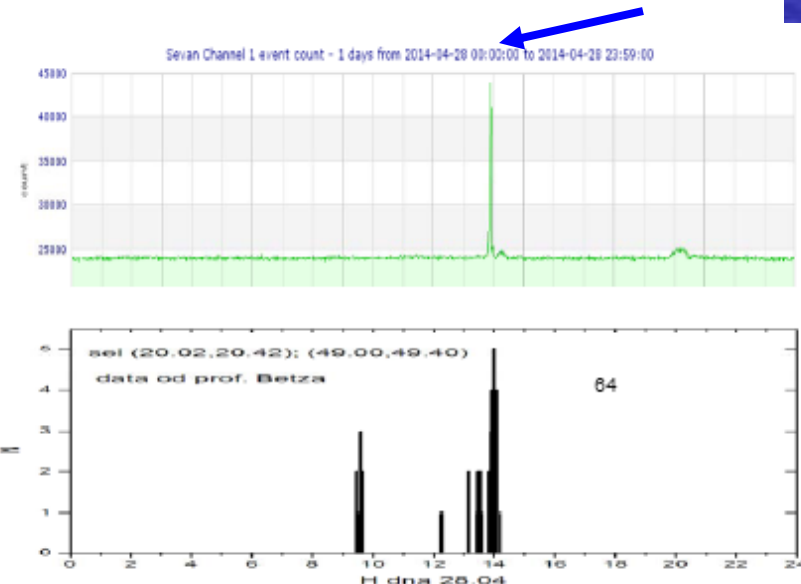
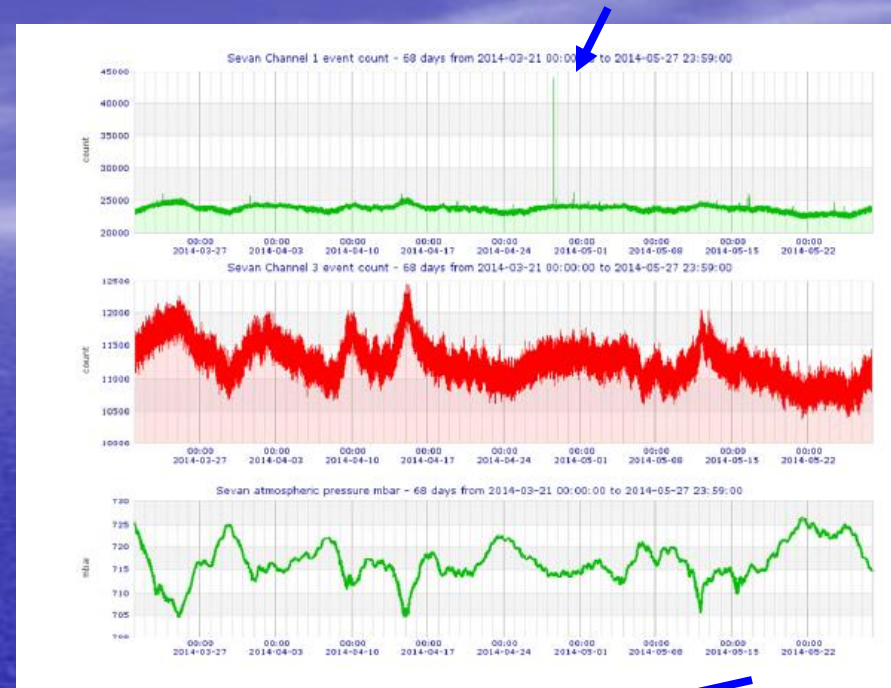
TGE Chilingarian, 2013 – búrk. akt., častice na Zemi

Bučík et al, 2006, odozva v magneticky združenom bode? CORONAS-F

Je súvislosť? Ako v iných oblastiach elmg. (UV).

I. Strhársky et al., 2013 – elektronika pre pozemné merania, zber údajov LŠ, KE.

<http://stce.be/esww10/contributions/public/posters/Session13/04-KudelaKarel/LomnickyStit-ESWW2013-mid.pdf>



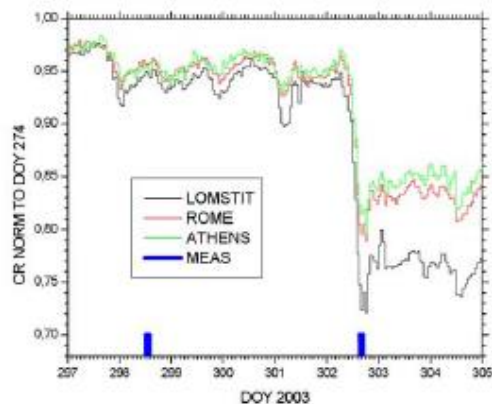


Figure 3. Cosmic ray variability on days 297–304 of 2003 at the Lomnický štít, Rome and Athens neutron monitors. The two measurement intervals on airplane are indicated. The Forbush decrease affected strongly also high energy cosmic ray particles as seen at Rome and Athens.

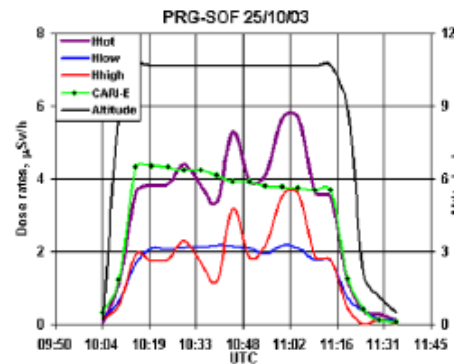


Figure 5. Flight altitude and exposure levels during the flight Prague Sofia.

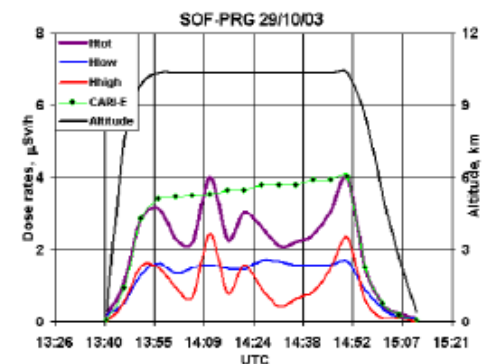


Figure 6. Flight altitude and exposure levels during the flight Sofia Prague.

SPACE WEATHER, VOL. 2, S05001, doi:10.1029/2004SW000074, 2004

Airplane radiation dose decrease during a strong Forbush decrease

F. Spurný

Nuclear Physics Institute Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

K. Kudela

Institute of Experimental Physics, Slovak Academy of Sciences, Košice, Slovakia

T. Dachev

Solar Terrestrial Influence Laboratory, Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria

Received 14 February 2004; revised 25 March 2004; accepted 2 April 2004; published 13 May 2004.

[1] An important decrease of onboard air crew exposure level was registered at the Forbush decrease observed during the period of disturbed solar conditions at the end of October 2003. The onboard dosimetry and geophysical data are presented and compared. Comparable decrease is observed for onboard measurements and geographically nearby cosmic ray neutron monitor's data. It seems that both quantitative and qualitative changes of cosmic rays fields accompany such type of events. Some previous data on similar results obtained during 2001 year both on solar cosmic ray events and Forbush decreases are also referred to and compared with new ones. **INDEX TERMS:** 2104 Interplanetary Physics: Cosmic rays; 1610 Global Change: Atmosphere (0315, 0325); **KEYWORDS:** airplane dose, Forbush decrease, cosmic rays

Citation: Spurný, F., K. Kudela, and T. Dachev (2004), Airplane radiation dose decrease during a strong Forbush decrease, *Space Weather*, 2, S05001, doi:10.1029/2004SW000074.

Decrease of dose at
airplane – middle latitudes –
during extreme FD in Oct.
2003

7FP EU NMDB <http://nmdb.eu>
(KK, I. Strhárský, R. Langer)

Dáta sú využívané na monitorovanie kozmického počasia

<http://www.spacewx.com>

http://www.spacewx.com/Space_Weather_Now.html

<http://www.stce.be/esww10/sessions/13cosmicraydetectors.php>

ECRS Year Location (European Cosmic Ray Symposium)

1st	1968	Bern (Switzerland) and Lodz (Poland)
2nd	1970	Amsterdam (the Netherlands) and Leeds (UK)
3rd	1972	Göttingen (Germany) and Paris (France)
4th	1974	Lodz (Poland) and Frascati (Italy)
5th	1976	Leeds (UK)
6th	1978	Kiel (Germany)
7th	1980	Leningrad (USSR)
8th	1982	Rome (Italy)
→ 9th	1984	Košice (Czechoslovakia)
10th	1986	Bordeaux (France)
11th	1988	Balaton (Hungary)
12th	1990	Nottingham (UK)
13th	1992	Geneva (Switzerland)
14th	1994	Balatonfüred (Hungary)
15th	1996	Perpignan (France)
16th	1998	Madrid (Spain)
17th	2000	Lodz (Poland)
18th	2002	Moscow (Russia)
19th	2004	Florence (Italy)
20th	2006	Lisbon (Portugal)
→ 21st	2008	Košice (Slovakia)
22nd	2010	Turku (Finland)
23rd	2012	Moscow (Russia)
24 th	2014	Kiel (Germany)

Košice majú históriu aj v európskych sympóziách o Kozmickom žiarení



SLOVAK ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL PHYSICS

INVITED TALKS
9th EUROPEAN COSMIC RAY
SYMPOSIUM

EDITED BY
K. KUBIAK, J. POKR

KOŠICE, CZECHOSLOVAKIA, AUGUST 20 - 25, 1984

SLOVAK ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL PHYSICS

INVITED TALKS
9th EUROPEAN COSMIC RAY
SYMPOSIUM



KOŠICE, AUGUST 20 - 25, 1984
CZECHOSLOVAKIA



9th EUROPEAN
COSMIC RAY
SYMPOSIUM

KOŠICE
AUGUST 20.-25.1984

9. EURÓPSKE
SYMPOSIUM
O KOZMICKOM
ZIARENÍ





Najvýznamnejším hosťom sympózia bol prof. A.W. Wolfendale. Na snímke je pri prezentácii výsledkov, ktoré ukazujú veľké otázky nad súvislosťami medzi kozmickým žiarením a nízkou oblačnosťou. O tejto otázke sa veľmi intenzívne diskutuje v posledných rokoch. Spoluautormi referátu boli aj slovenskí odborníci.

Prof. Sir Arnold W. Wolfendale, UK – jeden z hlavných iniciátorov ECRS – zúčastnil sa týchto podujatí v Košiciach tak v r. 1984 ako aj v r. 2008.

A prečo Košice?...

Možno práve vďaka neutrónovému monitoru dodávajúcemu informácie o kozmickom žiarení do celého sveta, sir Arnold Wolfendal na otázku denníka Korzár prečo boli za miesto konania tohtoročného sympózia vybrané znovu Košice, odpovedal s úsmevom, že "...preto, lebo sú centrom kozmického sveta. A už vážnejšie dodal, že košický Ústav experimentálnej fyziky je významným európskym a svetovým pracoviskom v oblasti výskumu kozmického žiarenia, ktoré dosahuje unikátne vedecké výsledky v rámci širokej medzinárodnej spolupráce". (Kurzíva – citát z článku "Európske sympóziu o kozmickom žiarení (rm)", Korzár 10. 9. 2008).

NATO Advanced Research Workshop

Coordinated Studies of the Solar Wind-
Magnetosphere-Ionosphere Interaction:
Interball Observations
September 7-11, 1998
Faculty of Electrical Engineering and
Informatics
Technical University, Kosice, Slovakia



The local organization will be arranged by the Faculty of Electrical Engineering and Informatics, Technical University; by the Faculty of Science of P.J. Šafárik's University and by the Institute of Experimental Physics of the Slovak Academy of Sciences.

Organizers:

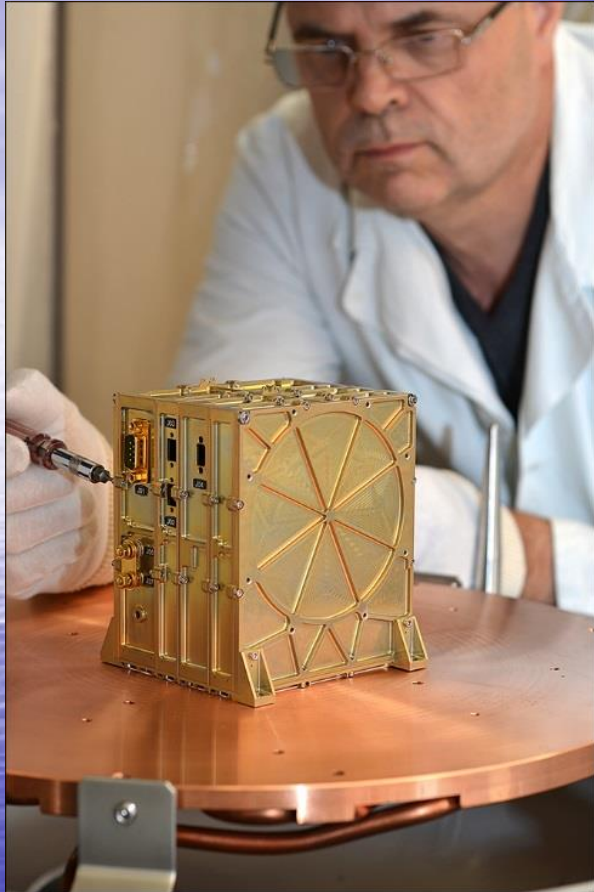
David Sibeck (david.sibeck@ihapl.edu, tel. 1-240-228-8545, fax 1-240-228-6670)
Karel Kudela (kkudela@kosice.upjs.sk, phone ++421-95-6224554, fax ++421-95-6336292)

Coorganizers/ key speakers:

Maha Ashour-Abdalla (UCLA)
J. Bernie Blake (Aerospace Corporation)
Yurii Galperin (Space Research Institute, Moscow)
Joerg Buechner (MPAe Katlenburg-Lindau, Germany)
Toshifumi Mukai (ISAS, Tokyo, Japan)
Zdenek Nemecek (Charles University, Prague)
Karolen Paularena (MIT, Boston)
Christopher Russell (UCLA)
Jana Safrankova (Charles University, Prague)
Ingrid Sandahl (IRF, Sweden)
Jean-Andre Sauvaud (CESR, France)
J. Hunter Waite (SWRI, San Antonio)
Lev Zeleny (Space Research Institute, Moscow)
Peter Kiraly (KFKI Budapest, Hungary)
Atsuhiko Nishida (ISAS, Japan)
T. Terasawa (Tokyo University, Japan)
Pavel Triska (Inst. Atmospheric Physics, Prague)
Georgy Zastenker (Space Research Institute, Moscow)

***Dáta (a ich fyzikálna analýza)
z predošlých meraní umožnili
po r. 1990 rozšíriť
medzinárodnú spoluprácu***

Z nej sa vyvinuli kontakty ktoré viedli k zapojeniu pracoviska do nových projektov:



BePi Colombo PiCAM testy v ÚEF SAV



Rosetta – ESS testy v STIL Írsko

Ján Baláž, ing, PhD

***Niektorí z kľúčových vedeckých a technických pracovníkov,
ktorí sa o rozvoj kozmofyzikálneho výskumu zaslúžili.***

Prof. RNDr. Juraj Dubinský

RNDr. Ladislav Just, CSc

Ing. Jozef Rojko, CSc



(* 12.6.1914 † 22.11.1994)



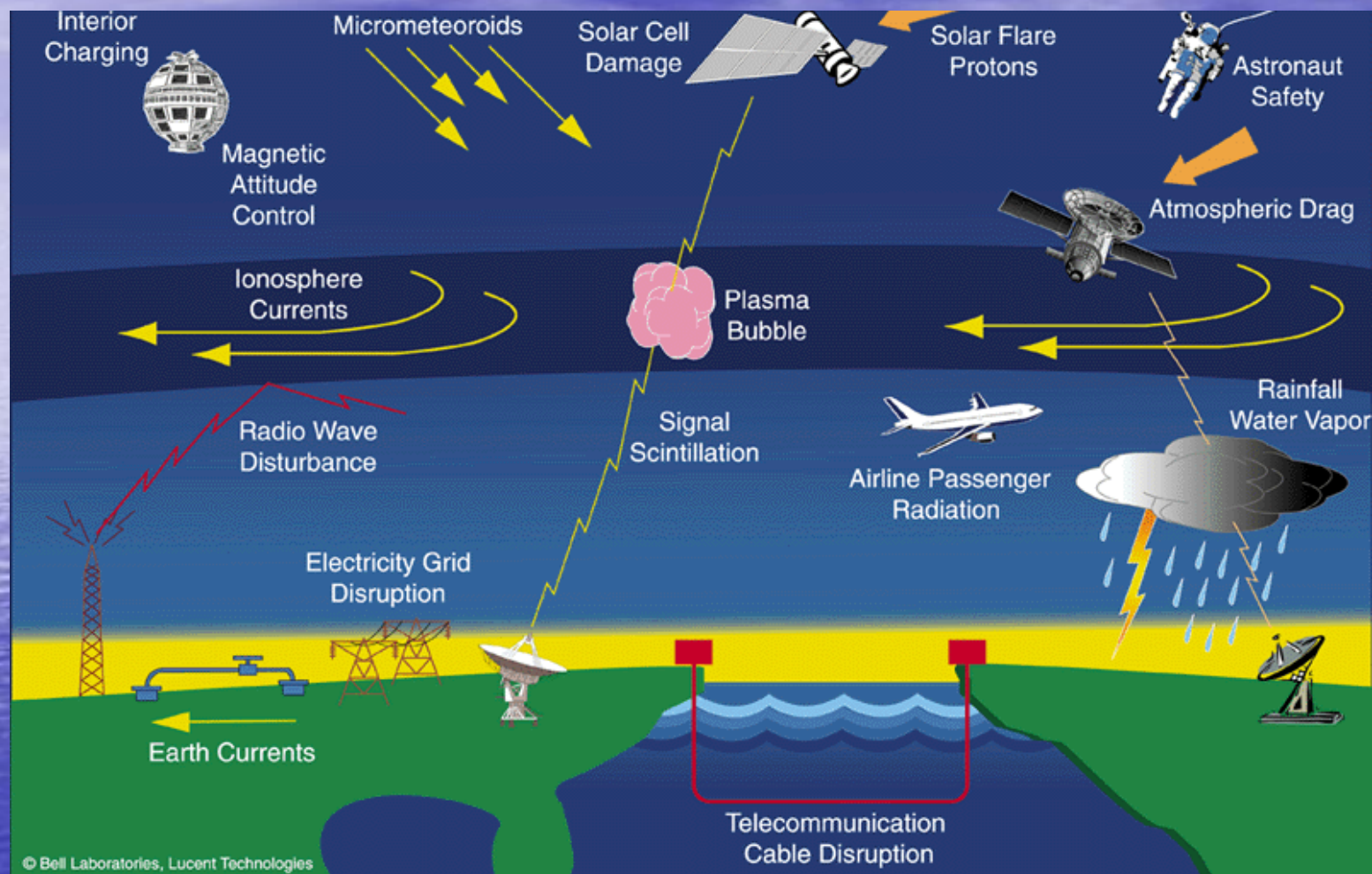
(* 14.9.1946 † 7.3.2004)



(* 7.5.1934 † 12.4.2011)

Kozmické počasie (KP) – vzťahy KŽ ku KP

Príklady priamych efektov.



The effects of magnetic storms - what scientists call space weather - extend from the ground to geostationary orbit and beyond.

2. Začiatky kozmického výskumu (KV, aj experimenty v kozme) na československých pracoviskách:

Interkozmos 1970

- kozmická biológia, medicína (aj na UPJŠ v Košiciach)
- kozmická fyzika (aj ÚEF SAV, TU Košice, PF UPJŠ, LVN)
- diaľkový prieskum Zeme (aj v KE v minulosti)

Acta Avionica č. 3, ročník III, 2001 , viacero článkov aj z histórie a z poznatkov z letu I. Bellu na kozmickej stanici

(časopis vydávaný Leteckou fakultou TU Košice)

Košice po Prahe a Ondřejove tretím miestom v Československu, kde bol začatý experimentálny KV s elektronikou na družiciach.

3. Oblasti kozmického výskumu v SR.

1. EXPERIMENTS ON THE SATELLITES.

1.1. SLOVAK SPACE MISSION TO STATION MIR

On February 10-28, 1999 a short-term space flight of the first Slovak Astronaut Ivan Bella was realized during the Russian - French - Slovak mission. The program of Slovak space mission was named M.R. Stefanik - the outstanding Slovak scientist in astronomy, political person and French general (1880-1919). The first Slovak astronaut performed research program prepared by the Institutes of the Slovak Academy of Sciences. On the station MIR four experimental projects were realized: Dozimetry (in space physics [14]), Endomet and Sense-symetria (in space medicine) and Quail (in space biology).

The aim of the project Endomet (proposed by the *Institute of Experimental Endocrinology, Slovak Academy of Sciences, Bratislava*) was an investigation of the response of neuroendocrine and physiological functions of astronaut on various types of stress load during the space flight, and the evaluation of the degree of stressogenic influence of space flight on

Z reportu NK COSPAR 1997-1999



Fig.5. Japanese quail aboard the orbital station MIR, with the active participation of the Slovak astronaut

SPACE RESEARCH IN SLOVAKIA

2014 - 2015



SLOVAK ACADEMY OF SCIENCES

COSPAR

SLOVAK NATIONAL COMMITTEE

Contents.

1.	EXPERIMENTS FOR MEASUREMENTS IN SPACE.....	4
	<i>J. Baláž, P. Bobík, K. Kudela</i>	
2.	SPACE PHYSICS, GEOPHYSICS AND ASTRONOMY.....	12
	<i>I. Dorotovič, R. Gális, K. Kudela, J. Masarik, A. Ondrášková, M. Revallo, J. Rybák, J. Tóth</i>	
3.	MATERIAL RESEARCH IN SPACE	51
	<i>J. Lapin</i>	
4.	REMOTE SENSING.....	56
	<i>I. Barka, T. Bucha, J. Feranec, Z. Klikuřovská, M. Kopecká, Z. Kováčiková, J. Nováček, R. Pazúr, M. Rusnák, I. Sačkov, J. Sládek, M. Sviček</i>	
5.	SPACE METEOROLOGY.....	72
	<i>J. Kaňák, L. Okon, L. Méri, M. Jurašek, K. Hrušková, M. Zvolenský</i>	
6.	INSTITUTIONS PARTICIPATING IN SPACE RESEARCH IN SLOVAKIA. NATIONAL COMMITTEE OF COSPAR.....	88

<http://nccospar.saske.sk>