

Особенности глобального ультрафиолетового и инфракрасного техногенного свечения дневной и ночной атмосферы в полярных областях по данным наблюдений на спутнике ВЕРНОВ

G. K. Garipov*, M. I. Panasyuk, S. I. Svertilov, V. V. Bogomolov, V. O. Barinova, and K. Yu. Saleev

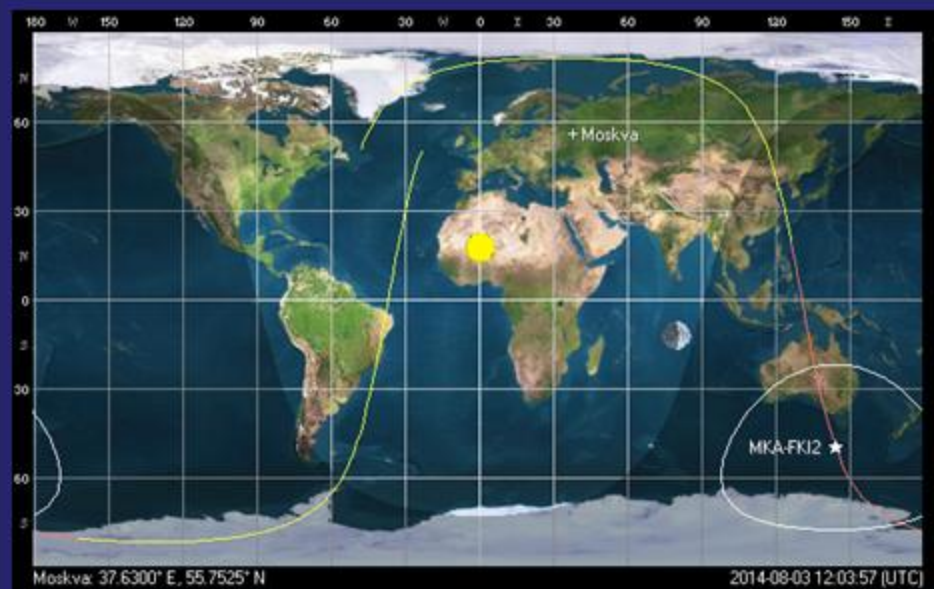
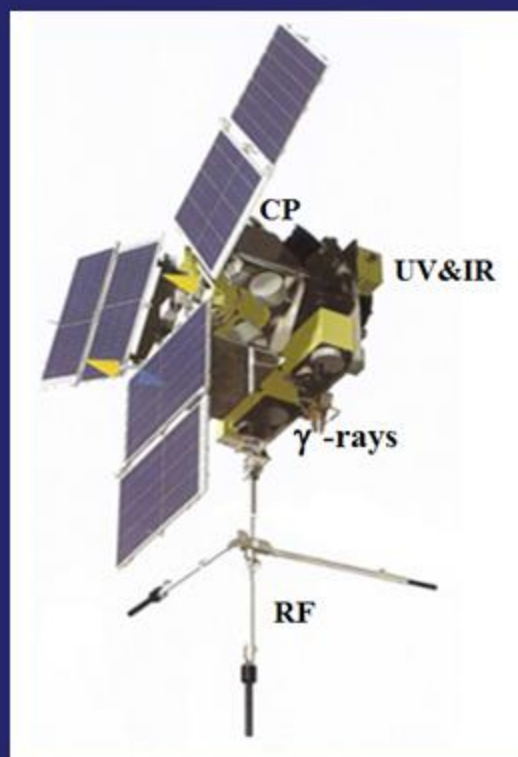
Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics, Moscow State University, Moscow,
119234 Russia, *e-mail: ggaripov@yandex.ru

*Вторая всероссийская научная конференция «Гелиогеофизические исследования в Арктике»
24 – 28 сентября 2018, г. Мурманск*

Content

1. Satellite & scientific program
2. Optical detector & its main characteristics
3. Lightning & transient luminous events,
there signals & global distribution
4. Technogenic glow,
there signals & global distribution
5. Summary

MKA-FKI-satellites series



Norad: 40070U Inter.
ID: 14037B ,
Launch.: 2014 .07.08
Period: 99.2 min.,
Incl.: 98.4 degrees
Apogee: 819 km ,
Perigee: 621 km

VERNOV- (MKA-FKI-2) is the second Russian satellite created within the framework of the program "Small space vehicles for basic space research"

The satellite was put into orbit on July 8, 2014. It was launched from the Baikonur cosmodrome. The carrier rocket "SOYUZ-2" put the satellite into an intermediate orbit, then the upper stage rocket "FREGAT"(разгонный блок) delivered it to the working orbit.

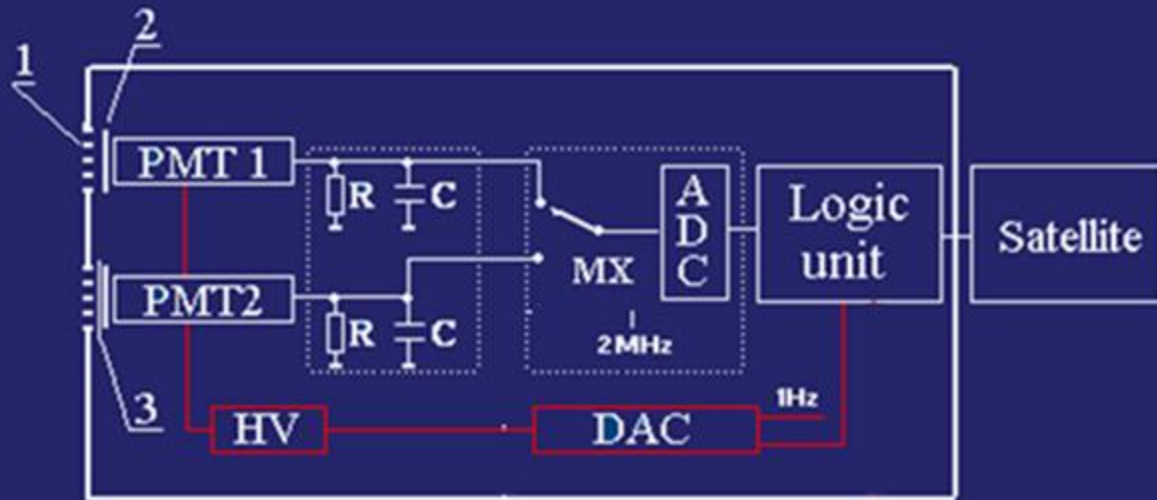
At the meeting of the Council of the Russian Academy of Sciences on Space in December 3, 2014, a decision was taken to assign the name of the well-known soviet scientist VERNOV to the satellite "MKA-FKI -2 "

Основной целью этой миссии является изучение генерации транзистентных явлений в верхней атмосфере Земли под действием потоков электронов и высокочастотных и низкочастотных электромагнитных волн

Основные исследования проводились в ультрафиолетовом (УФ, 240-380 нм), инфракрасном (ИК, 610-800 нм) диапазонах спектра, изучалось излучение гамма квантов (0,01-3 МэВ) и потоков электронов (0,2-15 МэВ), а также радиоизлучение в высокочастотном (0,05-15 МГц) и низкочастотном (0,1 Гц-40 кГц) диапазонах радиоволн

В этой презентации будут рассмотрены некоторые результаты этой миссии, полученные с помощью оптического детектора.

Structure of the UV & IR detector



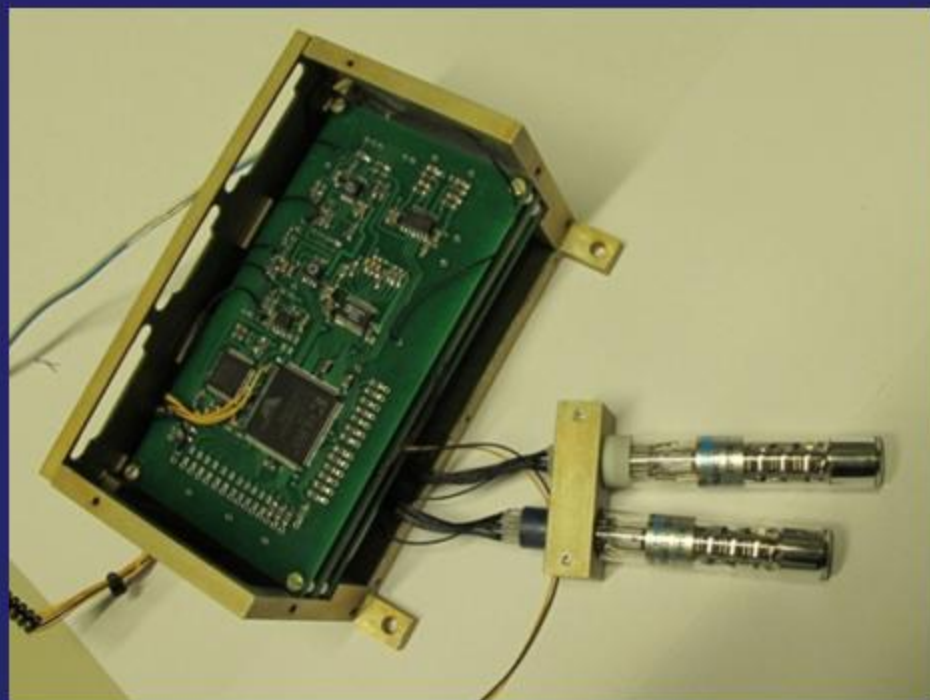
- 1.Signal finding algorithm of the brightest flashes in every 4.5sec. time interval.
2. Gain control algorithm for to fix PMT anode current at a given level in the whole expected airglow range.
- 3.Interface algorithm for communication with the satellite board.

**UV&IR detector comprises 2 PMT tubes and electronics block.
(first two tubes measure an optical radiation, third measures the charge particle background)**

Two code are recorded and used in measurements:

PMT gain - DAC code and PMT anode current - ADC code

(1) collimator, (2) UV-1 filter, (3) IR filter, MX—multiplexor, HV—voltage supply for PM tubes, ADC and DAC—analogue-digital and digital-analogue convertors, Logic Unit-FPGA.



UV and IR detector

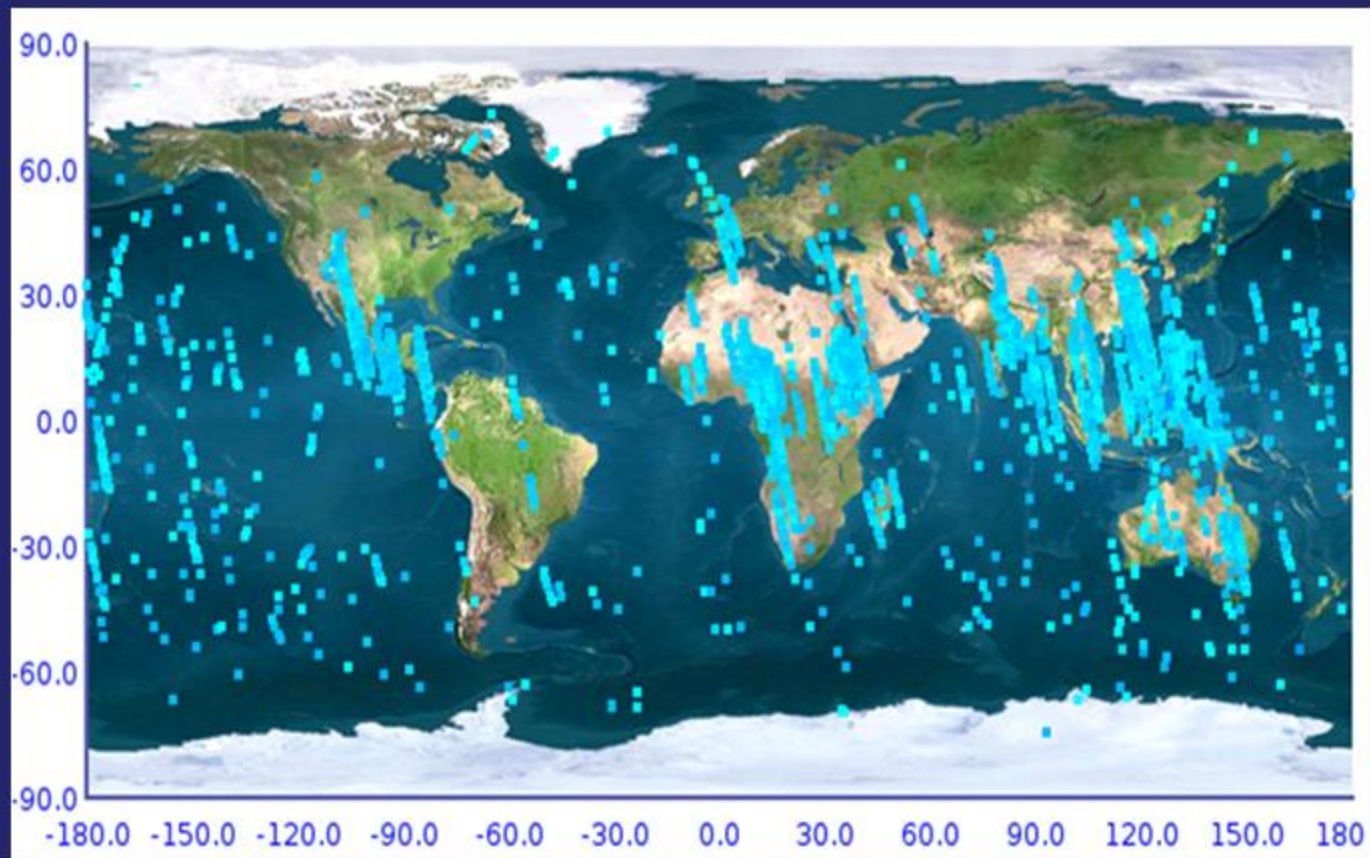
UV – 240-380nm
 IR – 610-800nm
 Sensitive area 0.4cm²
 Field of view ~ 20°
 Diameter of the area of observation
 in atmosphere FWHM ≈ 300km



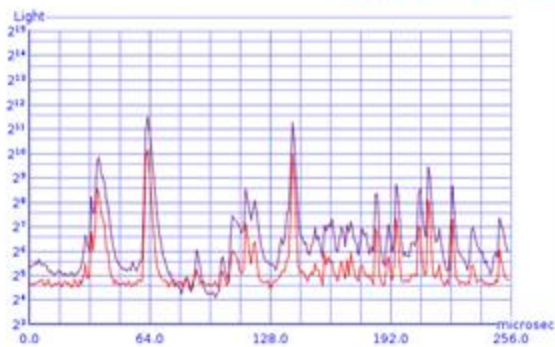
Recording rate - one oscillogram per 4.5s . Duration of oscillogram -128ms.
 Resolution – 0,5ms.

Selecting system selects one signal with maximum amplitude between neighboring oscillograms for record. Selecting begins from noise level

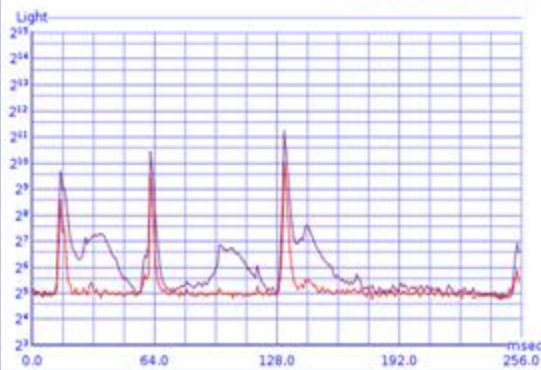
Flash signals



2014-Aug-27 15:29:52.044210: lat=17.924, lon=80.112, U=37152V,
 Ultraviolet (max = 2807, sum = 38994)
 Infrared (max = 1106, sum = 15330)



2014-Nov-21 19:36:47.187355: lat=-0.723, lon=22.094, U=39712V,
 Ultraviolet (max = 2362, sum = 24683)
 Infrared (max = 1053, sum = 12105)



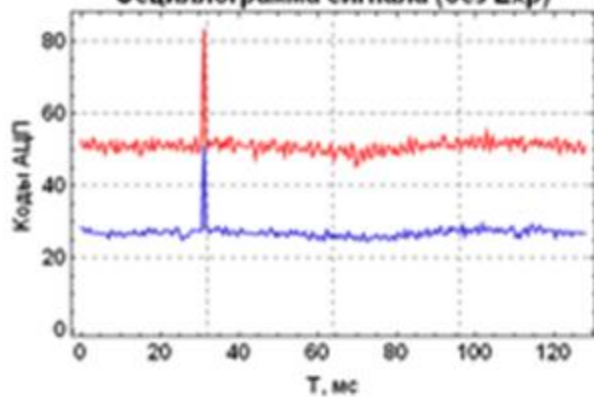
2014-Aug-03 12:21:57.047265: lat=13.281, lon=127.560, U=34848V,
 Ultraviolet (max = 220, sum = 13916)
 Infrared (max = 41, sum = 9364)



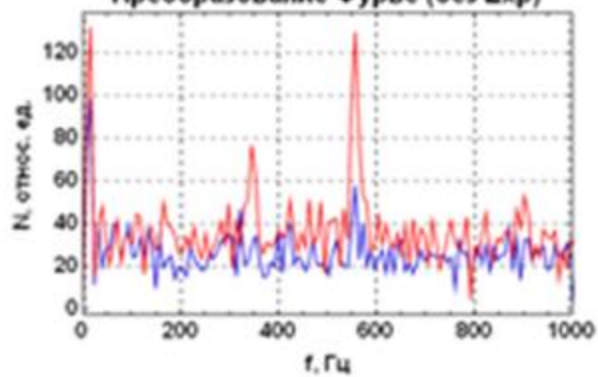
MaxN = 53, MaxIR = 86, Lat = 71.5706, Lon = 213.825, HighVoltageCode = 46, Data.Time = 2014-11-19 05:05:15, Fares = 0.309912

20141119050515

Осциллограмма сигнала (без Epr)

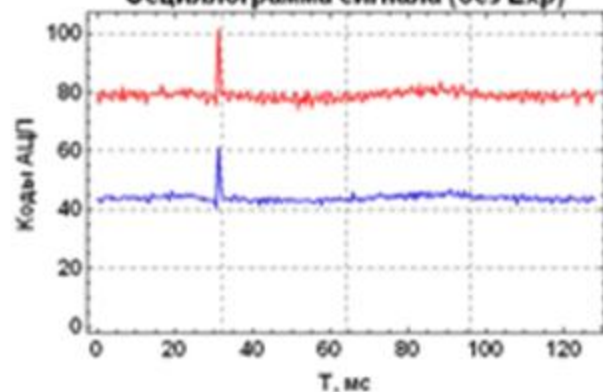


Преобразование Фурье (без Epr)

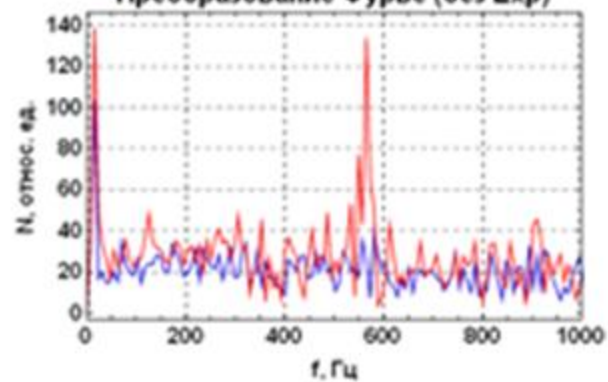


MaxIV = 61, MaxIR = 100, lat = 72.0265, lon = 324.855, HighVoltageCode = 44, Data_Time = 2014-11-19_21:38:06, fAres = 0.337265

Осциллограмма сигнала (без Exp)



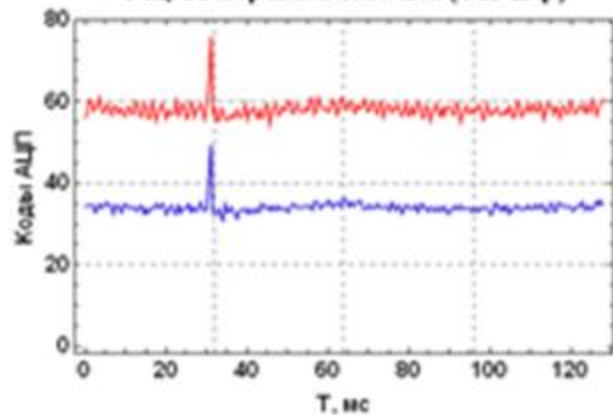
Преобразование Фурье (без Exp)



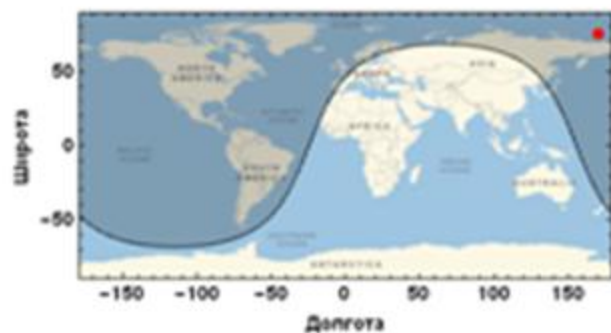
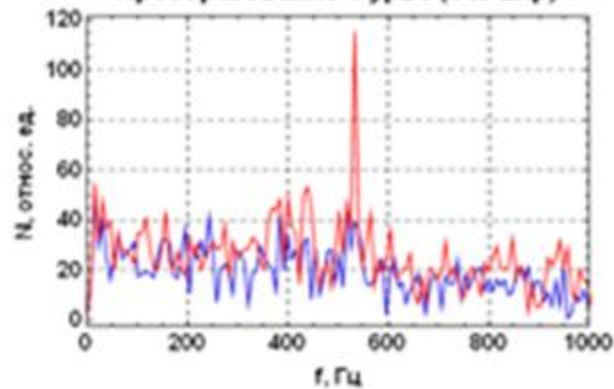
20141130041019

MaxUV = 46, MaxIR = 73, lat = 75.1566, lon = 178.581, HighVoltageCode = 46, Data Time = 2014-11-30 07:28:51, fAres = 0.403044

Осциллограмма сигнала (без Exp)



Преобразование Фурье (без Exp)



20141130072851

Lightning and transient luminous events

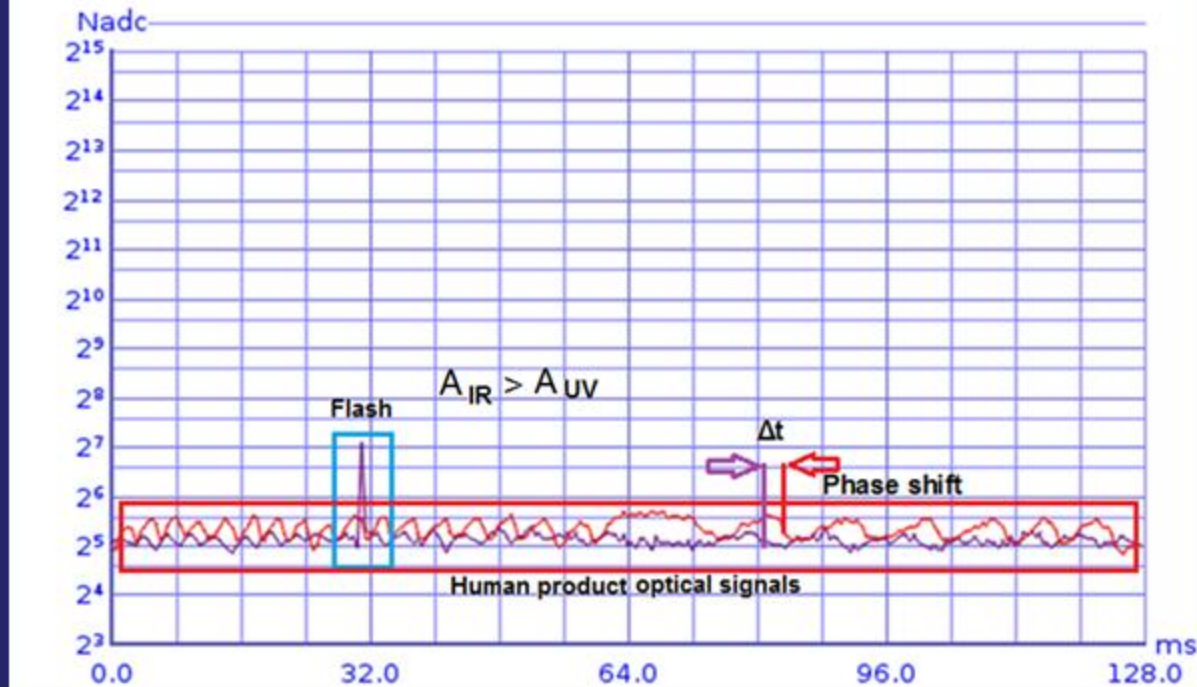
So in the previous slide of this presentation there were considered examples of lightning and transient luminous events observed in the UV and IR spectral ranges and presented their global distribution include polar region in winter time.

Technogenic optical signals

2014-Nov-21

Ultraviolet [300-400 nm] (max = 134)

Infrared [610-800 nm] (max = 51)



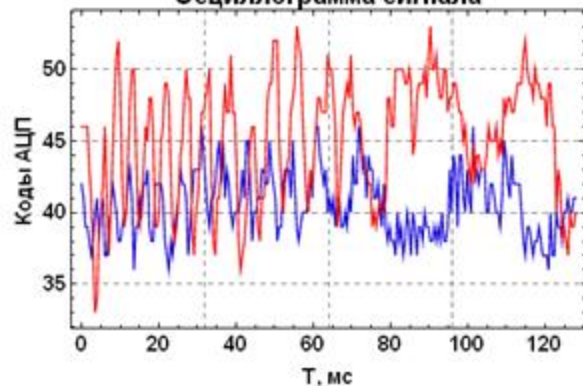
The example of the oscillogram of the signal of technogenic glow
Spectrum, rise and fall time of recoded signals correspondent to the radiation from exited N_2

Some property

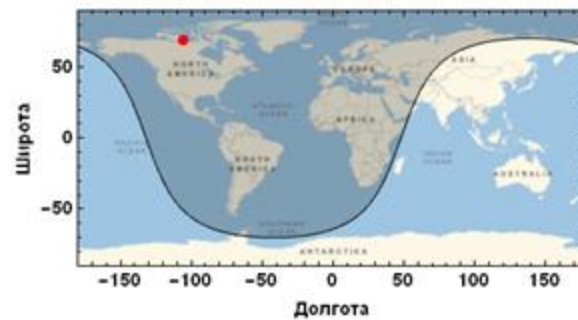
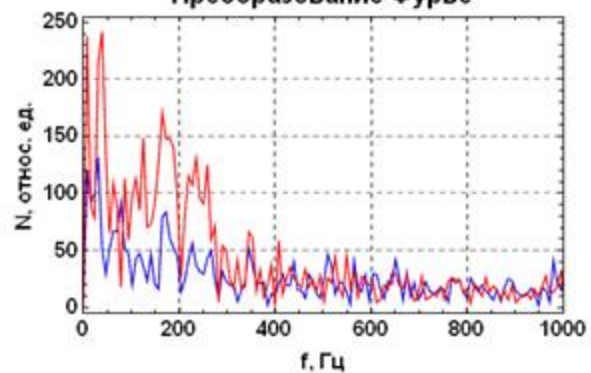
1. the ratio between IR signal oscillation altitudes & UV signal oscillation altitudes (ADC code) is in range 3 ± 1.5
2. UV & IR oscillation are shifted $\pm$, some time sin phase, some time anti phase
3. frequency range of the oscillation is about 200 ± 150 Hz
4. oscillation were observed at day and night side of the Earth

MaxUV = 46, MaxIR = 53, lat = 69.2332, lon = 254.728, HighVoltageCode = 122, Data_Time = 2014-11-20_02:35:03, fAres = 1.28782

Осциллограмма сигнала

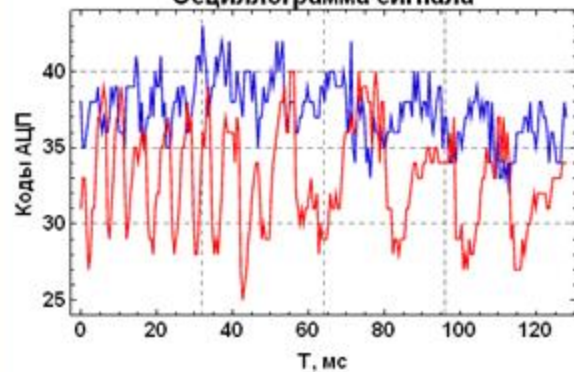


Преобразование Фурье

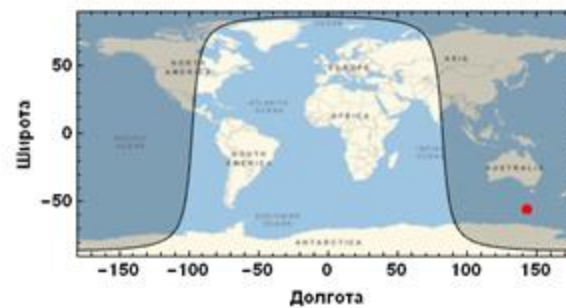
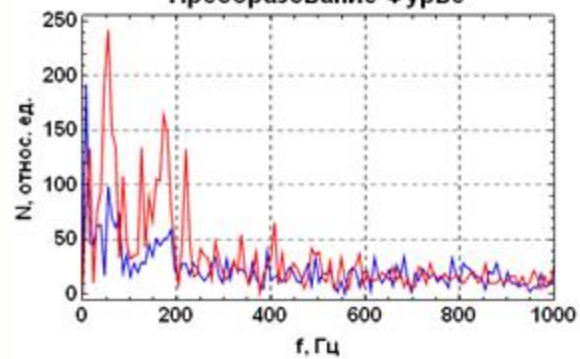


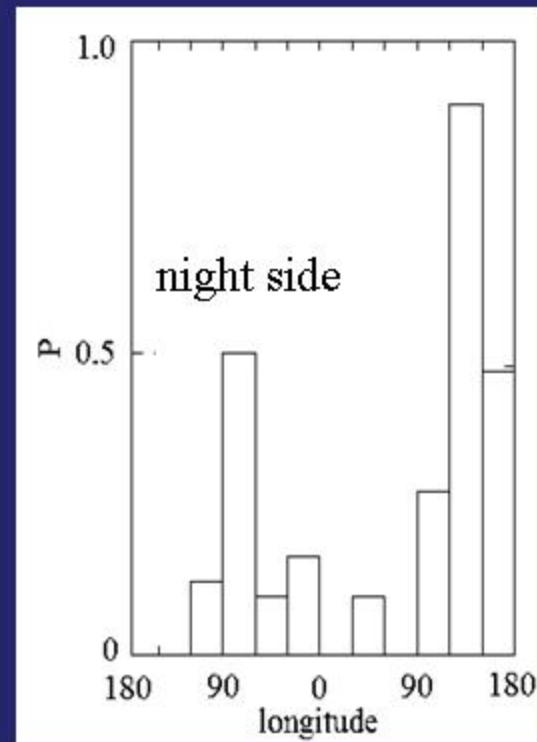
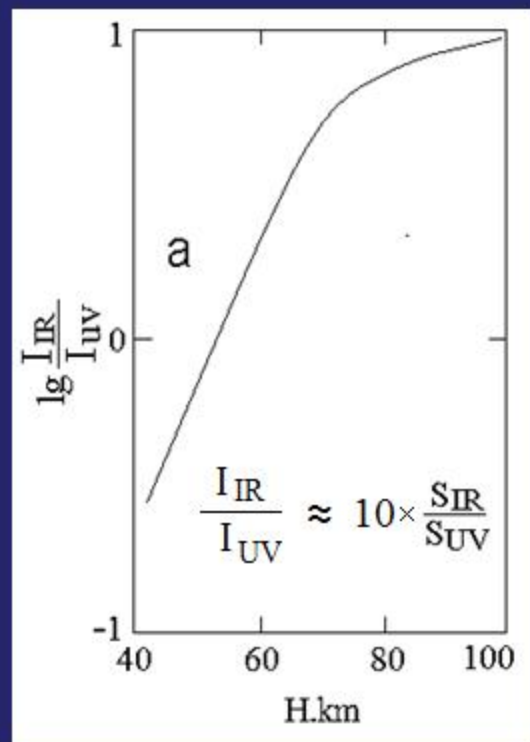
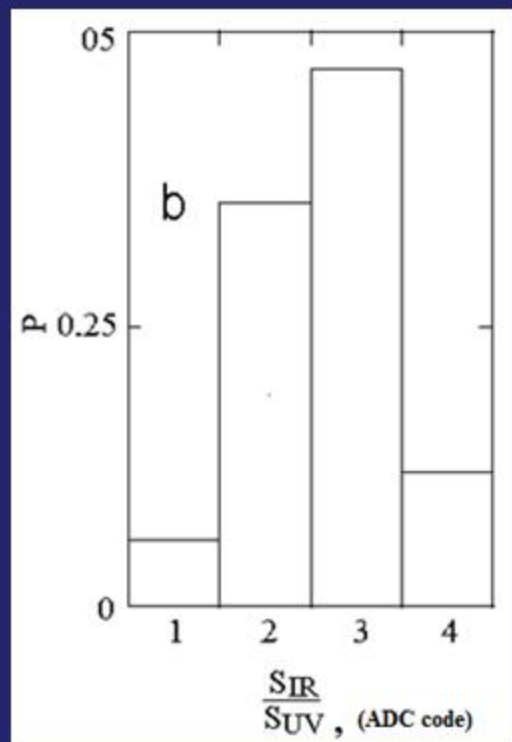
MaxUV = 43, MaxIR = 40, lat = -55.5043, lon = 142.624, HighVoltageCode = 106, Data Time = 2014-10-03 12:21:27, fAres = 1.28339

Осциллограмма сигнала



Преобразование Фурье





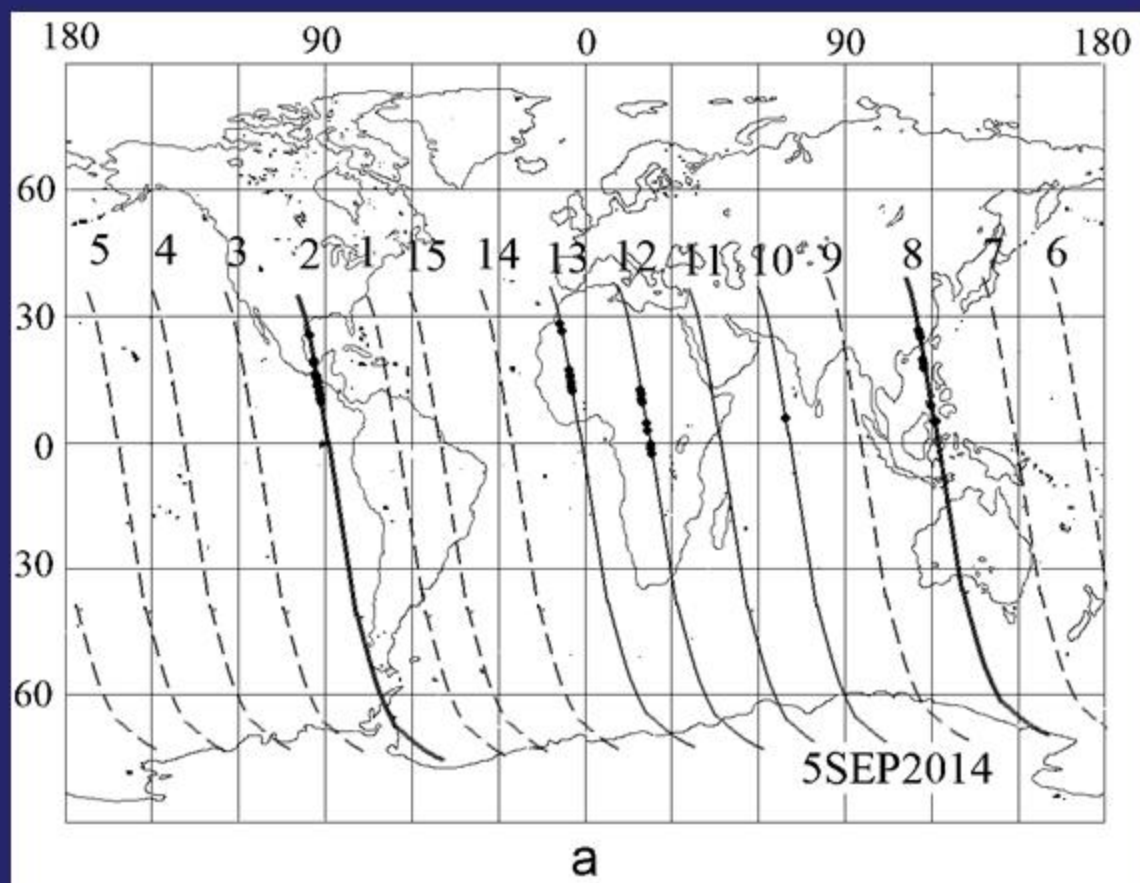
left picture- the probability of recording technogenic glow as a function of the ratio of the amplitudes of the IR and UV signals (recorded on the oscillograms).

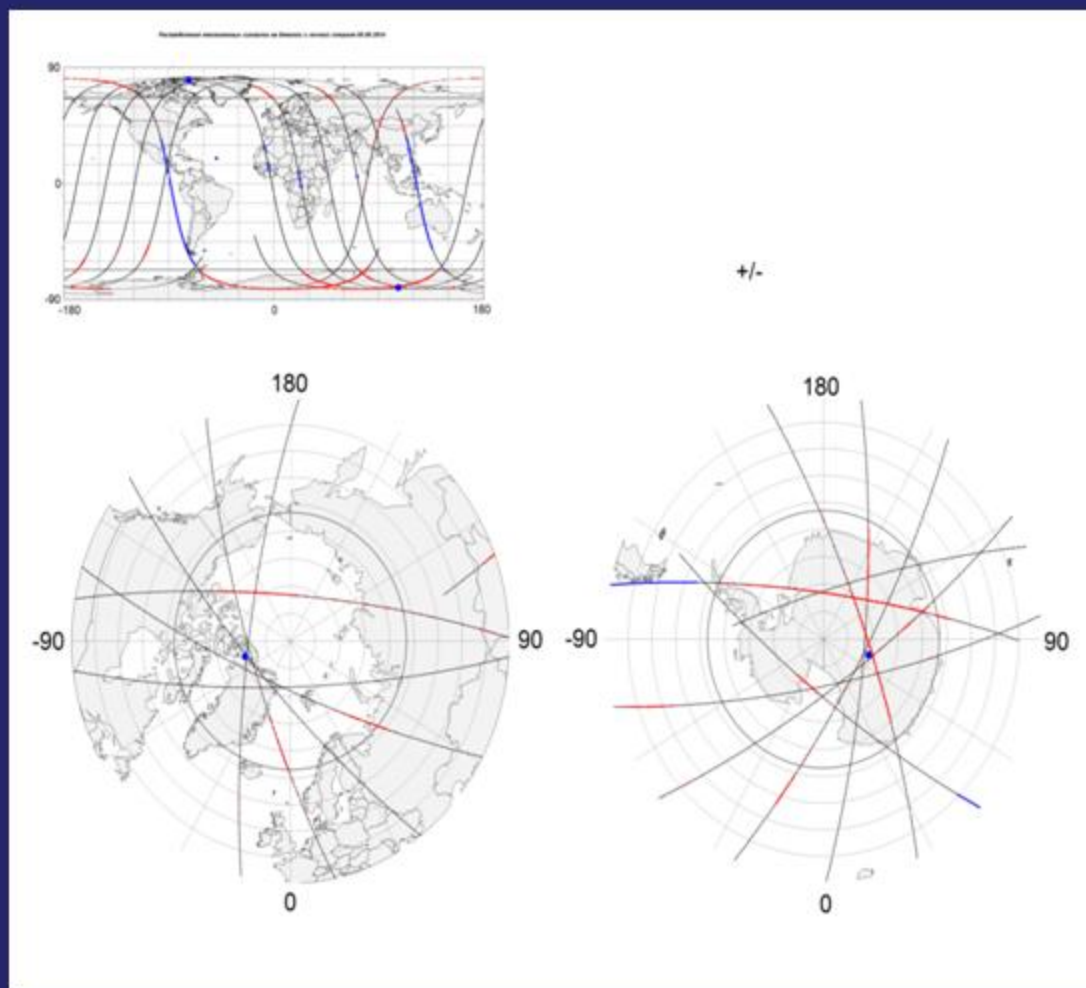
middle picture - is the ratio of the intensity of IR and UV radiation of nitrogen molecules, in depending on the height of the radiation source.

right picture- the probability of recording technogenic glow depending on the longitude at night side of orbit, corresponds to the location of LF transmitters

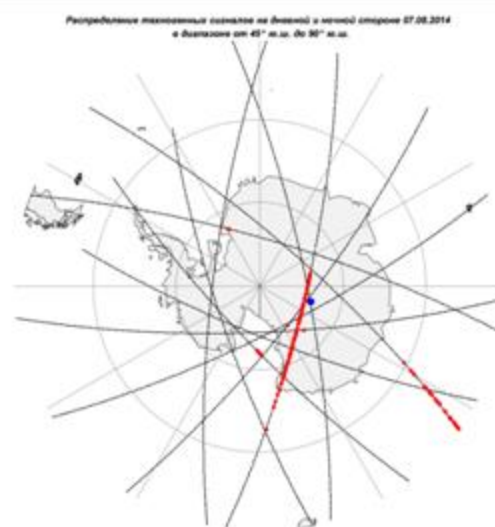
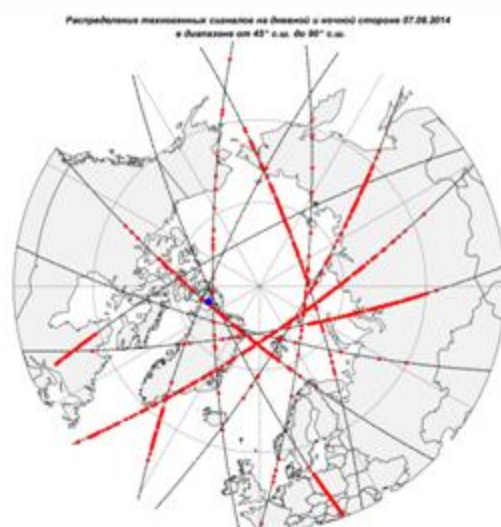
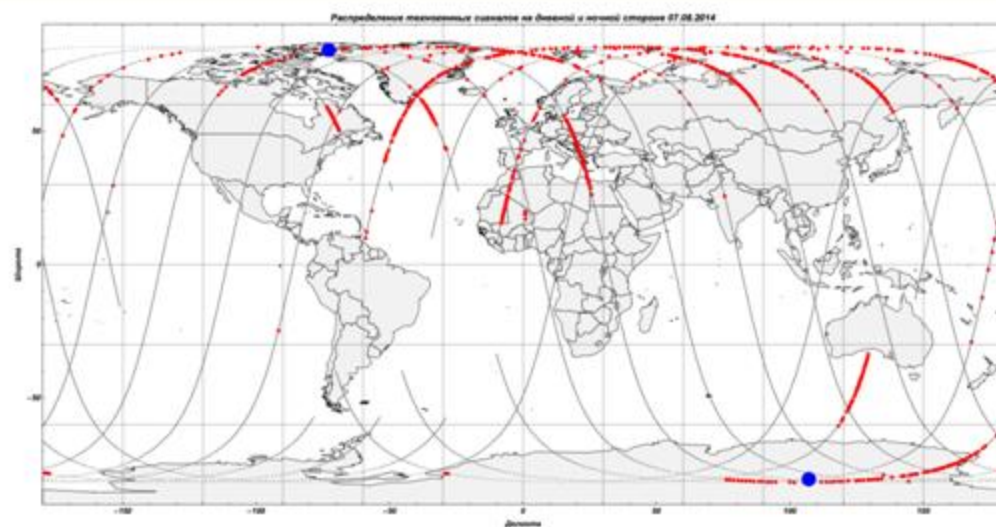
The same distribution at day side is uniform

Географическое распределение сигналов техногенного свечения и наиболее мощных молний за одни сутки наблюдений

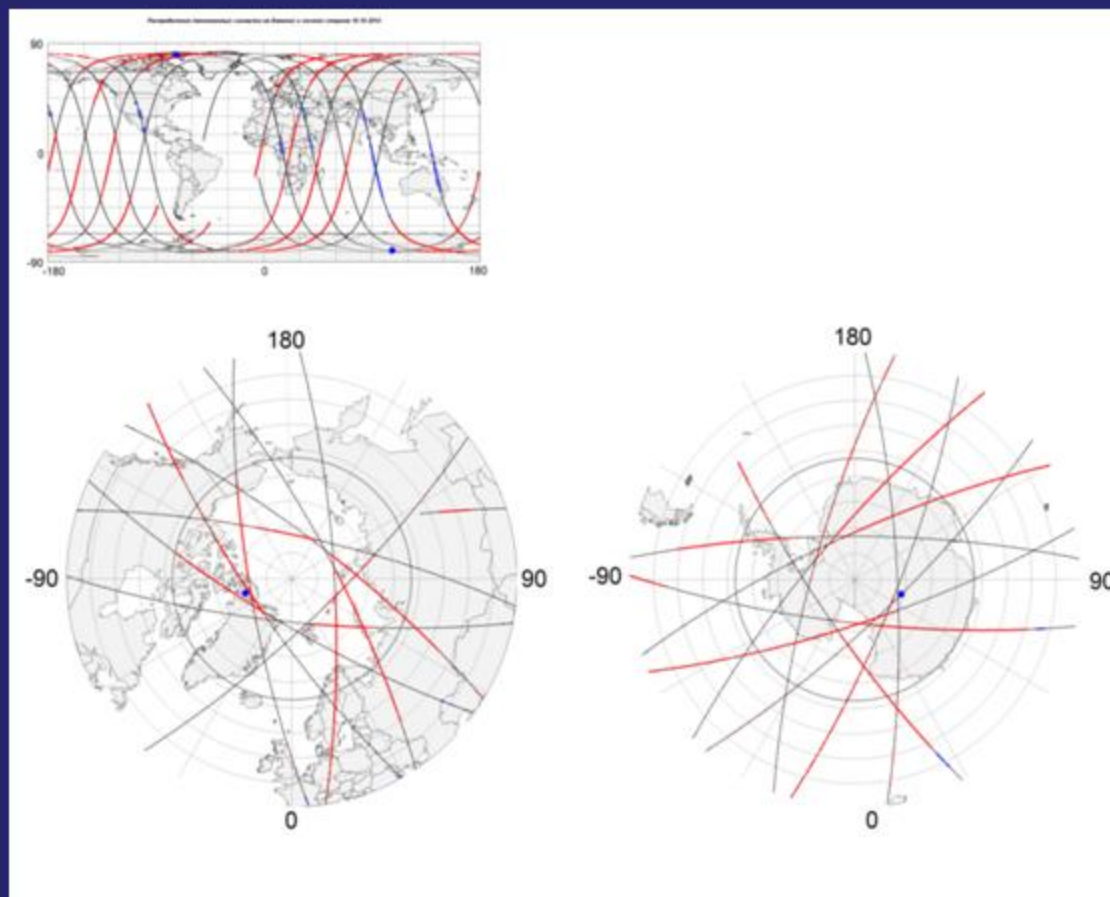




An example of the global distribution of man-made glow recorded on 2014.0905 at night on the longitudes of the most powerful LF radio stations located in Australia and America –blue line and
on the day side of the satellite's orbit in the regions of the North and South Pole, the distribution of which on the azimuths is uniform- red line

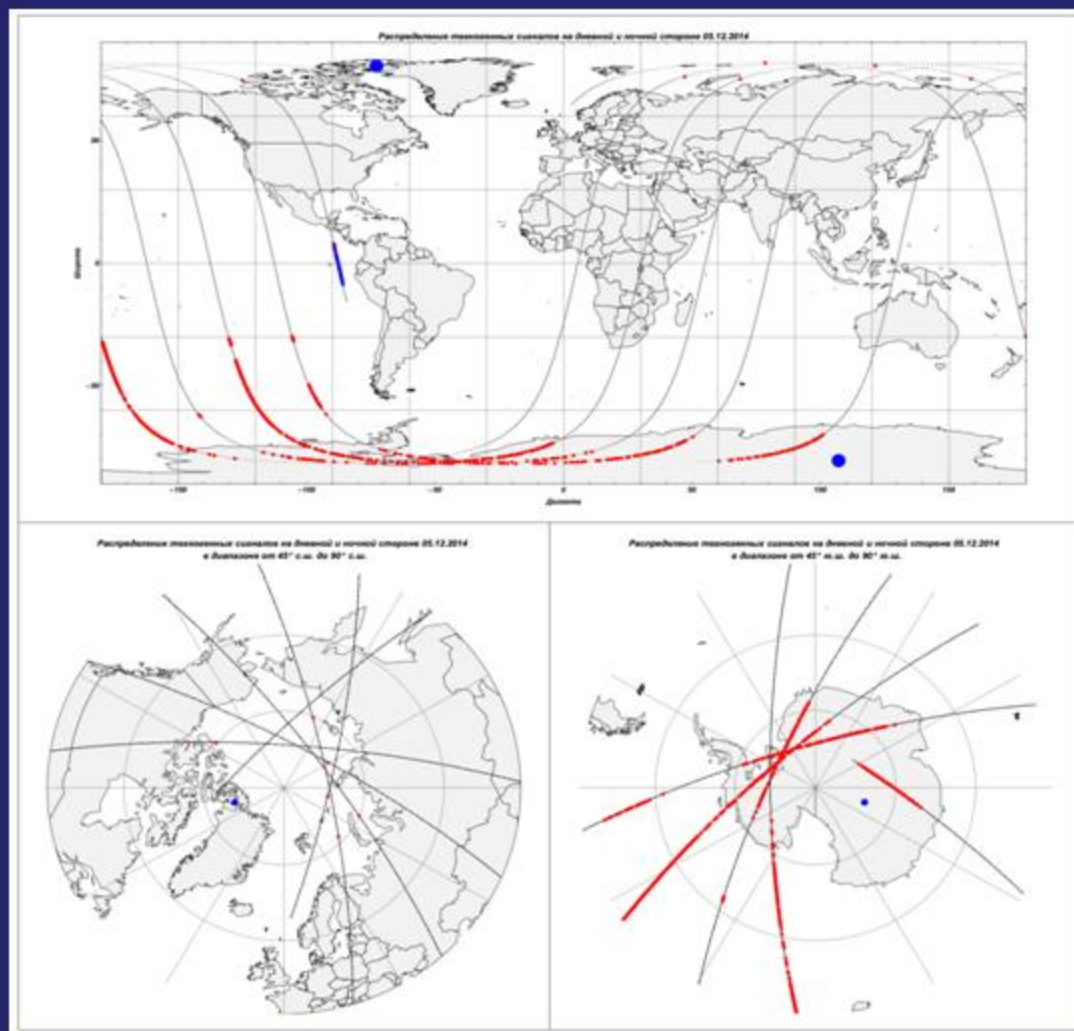


07.08.2014



An example of the global distribution of man-made glow recorded on 2014.10.10 at night on the longitude of a powerful low-frequency radio station located in Australia- blue line and

on the day side of the satellite's orbit in the regions of the North Pole, the South Pole and in the middle latitudes has uniform distribution of the azimuths of its trajectories in the region of poles and longitudes of its trajectory is also uniform in the middle latitudes- red line.



An example of the global distribution of man-made glow recorded on 2014.12.05 at night on the longitude of a powerful low-frequency radio station located in Australia and on the day side of the satellite's orbit around the South Pole

Глобальные распределения техногенного свечения.

Рассматривая последние слайды можно отметить, что географическое распределение сигналов техногенного свечения ежедневно существенно изменялось:

На ночной стороне географическое распределение сигналов техногенного свечения ежедневно практически остается постоянным и соответствует географическим координатам наиболее мощных НЧ-передатчиков

На дневной стороне географическое распределение техногенного свечения имеет равномерное распределение по долготам не связанное с расположением НЧ-передатчиков, по широтам географическое распределение техногенного свечения ежедневно существенно изменялось, изменялись северные и южные границы, причем в отдельные дни свечение наблюдалось в районе Северного полюса, временами в районе Южного полюса.

Во время полета спутника ВЕРНОВ наблюдались молнии, транзиентные оптические явления и сигналы техногенного свечения в ночной и дневной атмосфере.

Молнии и транзиентные оптические явления, наиболее вероятно, наблюдались на континентах в районах с высокой грозовой активностью, часть из них наблюдалась в полярных зонах, вне зависимости от времени года.

Техногенное свечение наблюдалось в атмосфере Земли на ночной и на дневной стороне орбиты спутника.

Сделан вывод, что в основном регистрируется свечение ионов молекулярного азота. В этом случае. Исходя из соотношения интенсивности ИК и УФ-излучения, было показано, что техногенное свечение появляется на высотах более 100 км.

На ночной стороне орбиты спутника долгота географических координат сигналов техногенного свечения совпала с географическими координатами самых мощных радиостанций НЧ, расположенных в Австралии и Америке.

На дневной стороне орбиты географическое распределение имеет равномерное распределение по долготам, при этом ежедневно смещаются и северные и южные границы этого распределения.

Резкое изменение географического распределения происходит на границе ночной и дневной частей орбиты спутника.

ОБНАРУЖЕНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ЯВЛЕНИЙ ТЕХНОГЕННОГО УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО И ИНФРАКРАСНОГО СВЕЧЕНИЙ НОЧНОЙ АТМОСФЕРЫ НА СПУТНИКЕ «ВЕРНОВ»

Г. К. Гарипов^{a}, М. И. Панасюк^{a,b}, С. И. Свертилов^{a,b},
В. В. Богомолов^{a,b}, В. О. Баринова^a, К. Ю. Салеев^{a,b}*

^a Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д. В. Скобелевича
Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова
119234, Москва, Россия

^b Физический факультет Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова
119234, Москва, Россия

Спасибо за внимание