



СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА
16 Всероссийская открытая конференция 12-16 ноября 2018

**ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ИОНОСФЕРУ
МОЩНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЛЕТОМ 1992 ПО ДАННЫМ СПУТНИКА КОСМОС-1809**

Костин В., Беляев Г., Овчаренко О. ,Трушкина Е.

*Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн
имени Н.В.Пушкова Российской академии наук
kostin@izmiran.ru*

Abstract. The results of measurements of disturbances in the ionosphere after underground nuclear explosions (UNE) in Nevada in June and September 1992 and the Columbia shuttle launch on June 25, 1992 are presented.

The upper atmosphere during this period was disturbed by the super eruptions of Pinatubo and Hudson volcanoes that took place in 1991. There was a decrease in the average temperature on Earth by about 0.5 degrees and the development of anomalous sequences of tropical cyclones (TC) was observed which were recorded by the satellite Cosmos-1809 [1]. Satellite Cosmos-1809 was launched in 1986 to an altitude of 960 km. To study the ionosphere, radio sounding methods were used [2].

Satellite equipment worked in monitoring mode. Measurements of density and temperature of electrons, electric field, ELF-VLF plasma oscillations were carried out. The effect of the HF radiation of the Sura stand on the ionosphere in 1991-1993 (about 100 stand inclusions) was also studied in detail [3].

In 1988 satellite equipment worked with high resolution on trajectories over Semipalatinsk and Nevada during Soviet-American experiments to control nuclear tests. Later, when the satellite equipment worked in monitoring mode with a lower resolution, the ionospheric effects of the impact of UNE from nuclear test sites of the USSR, USA and France were identified [3].

The Landers and Big Bear earthquakes (28. 06.92) in California after Victoria (19.06.92) and Galena (23.06.92) UNE were observed.

The six hurricanes over the waters of the Pacific and Atlantic oceans were further intensified after the Hunters Trophy (18.09.92). The acoustic impact of the UNE Divider (23.09.92) led to a sharp change in the trajectories of three hurricanes in the Atlantic and three hurricanes in the eastern Pacific Ocean. In other areas of the world ocean five typhoons were recorded which did not change their trajectories (24.09.92). But the effects of these typhoons on the ionosphere were observed from the satellite Cosmos-1809.

Влияние извержения супер вулканов на атмосферу

1. Климатические эффекты [4].
2. Долговременное запыление стратосферы [5].
3. Увеличение средней температуры стратосферы на 3 – 4 К на уровне 50 – 30 hPa [6].
4. Изменение прохождения длинных радиоволн [7].
5. Изменение циклонической активности.

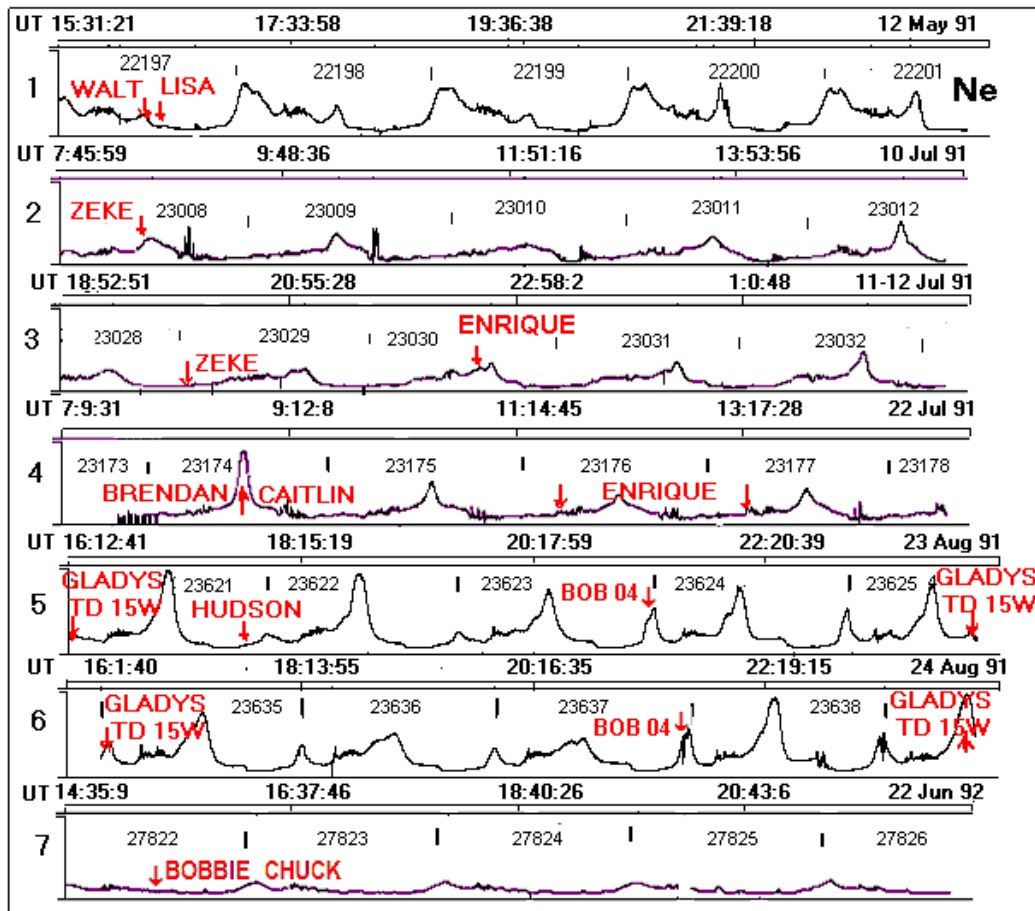
Year	Region	ACE	TS	HR	MH
1990	Atlantic	91	14	8	1
1991	Atlantic	34	8	4	2
1992	Atlantic	75	7	4	1
1990	Pacific	249	21	16	6
1991	Pacific	178	14	10	5
1992	Pacific	290	28	16	10

Accumulated
Cyclone Energy

$$ACE = \sum \frac{I \text{ (knot)}^2}{10000}$$

Плотность плазмы верхней ионосферы после извержения супер вулканов Pinatubo и Hudson

Cosmos-1809



1. Не в тел. вольтах на 5 витках до извержения Pinatubo, LTэкв = 11,1 и 23,1. Стрелками отмечен пролет спутника над ТЦ.

2-4. Падение Ne в ионосфере наблюдалось через месяц после извержения Pinatubo; LT₂₋₃ = 4 и 16; LT₄ = 3 и 15.

5-6. Резкий рост Ne произошел после взрывных извержений Hudson; 15-авг-91 10 извержений с магнитудой > 5; 22 августа одно извержение с магнитудой 5; LT = 11 и 23.

7. В 1992 в верхней ионосфере наблюдалось низкое значение Ne; LT = 11 и 23.

Отдельные мощные естественные и техногенные воздействия на ионосферу летом 1992

1. Сильнейшие землетрясения в Калифорнии.

Date	Name	Area	Mag.	Time, UT	Epicenter	Depth, km
1992-06-29	Little	Inland Empire	5.7 M _w	10:14	34.2°N 116.4°W	9.6
1992-06-28	Big Bear	Inland Empire	6.5 M _w	15:05	34.2°N 116.8°W	5
1992-06-28	Landers	Inland Empire	7.3 M _w	11:57	34.2°N 116.4°W	1.09
1992-04-26	Cape Mendocino	North Coast	6.6 M _w	11:18	40.4°N 124.4°W	21.7
1992-04-26	Cape Mendocino	North Coast	6.5 M _w	7:42	40.6°N 124.3°W	19.3
1992-04-25	Cape Mendocino	North Coast	7.2 M _w	18:06	40.4°N 124.1°W	10.5
1992-04-23	Joshua Tree	Inland Empire	6.1 M _s	04:51	34°N 116.3°W	11.6

2. Подземные ядерные взрывы на полигоне Невада.

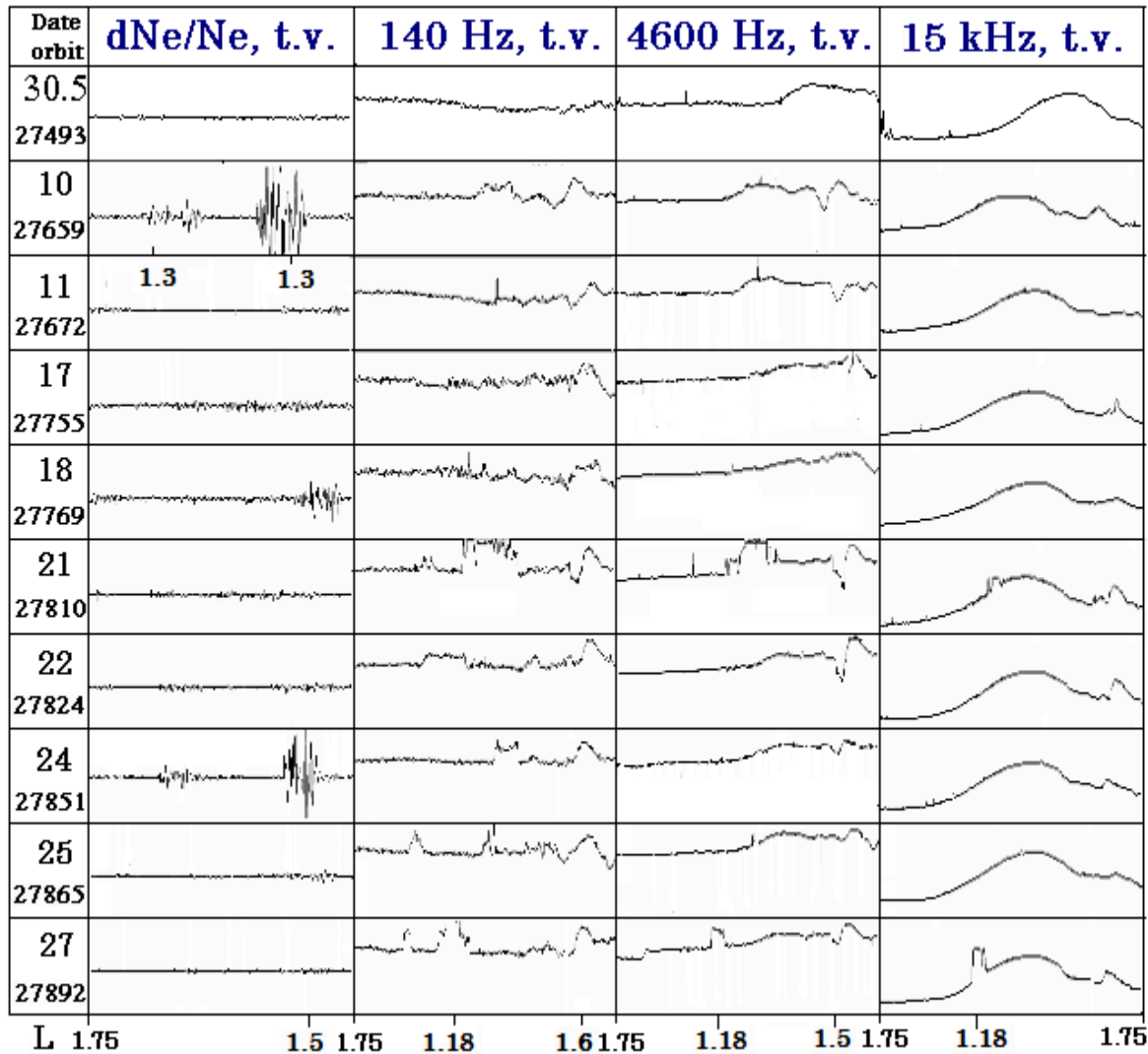
Name	Date time (UT)	Location	Elevation+ height	Delivery Purpose	Yield
Victoria	19 June 1992 16:45:00	37.01°N 116.01°W	1,179 m	underground shaft,	80 t
Galena-Green - 3	23 June 1992 15:00:00.07	37.12°N 116.03°W	1,269 m	underground shaft,	less 5 kt
Galena-Orange - 2	23 June 1992 15:00:00.07	37.12°N 116.03°W	1,269 m	underground shaft,	less 5 kt
Galena-Yellow - 1	23 June 1992 15:00:00.072	37.12°N 116.03°W	1,269 m	underground shaft,	less 5 kt
Hunters Trophy	18 September 1992 17:00:00	37.21°N 116.21°W	1,827 m 385.3 m	underground tunnel,	4 kt
Divider	23 September 1992 15:04:00	37.02°N 115.99°W	1,208 m	underground shaft,	5 kt

3. Тропические циклоны в Атлантическом и Тихом океанах при проведении ПЯВ на полигоне Невада.

4. Запуск шаттл Columbia 25.06.92 и ракеты Атлас 10.06.92.

Параметры плазмы ионосферы в течение четырех недель перед землетрясением Landers

Cosmos-1809 June 1992



1. С 10 по 27 июня над зоной Landers $L \sim 1.5-1.6$ наблюдался аномальный спектр КНЧ-ОНЧ шумов плазмы, что связываем с действием 1-2 ежедневных предшоков магнитудой 2.5-3.2.

2. За сутки до в сопряженной области $L \sim 1.6-2$ отмечается резкое уменьшение шумов в канале 4600 Гц.

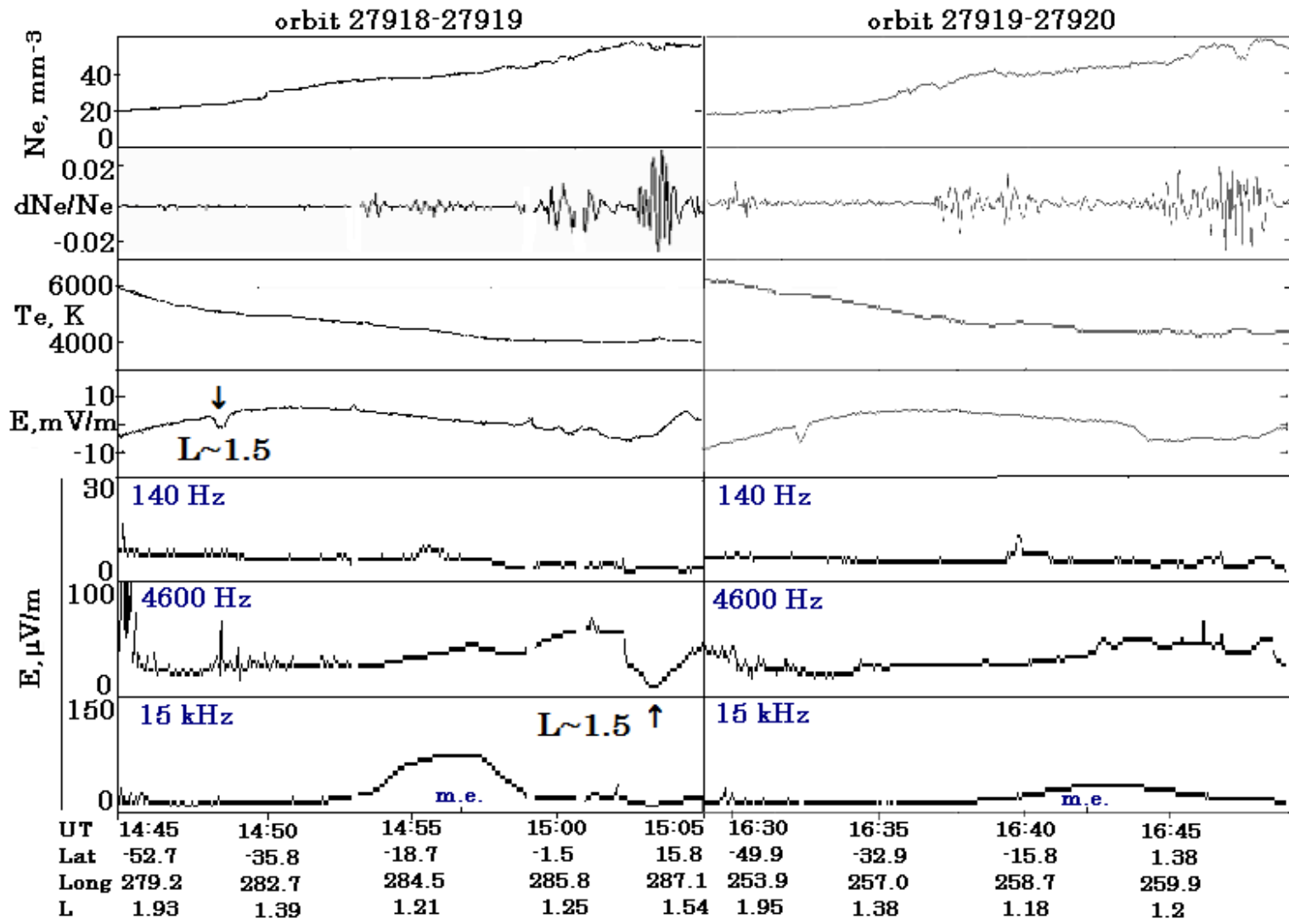
3. Воздействие ПЯВ Divider 23.9 привело к изменению спектра шумов и интенсификации dNe над ураганом Celia $L \sim 1.5$.

4. Запуск шаттл Columbia 25.6 привело к появлению ПИВ, что отразилось в канале 140.

5. Через 21 час после запуска ракеты Атлас 10.6 на $L \sim 1.3$ отмечались сильные dNe.

Возмущения верхней ионосферы через 4-6 часов после афтершока землетрясения Landers

Cosmos-1809 Date: 1992-Jun-29

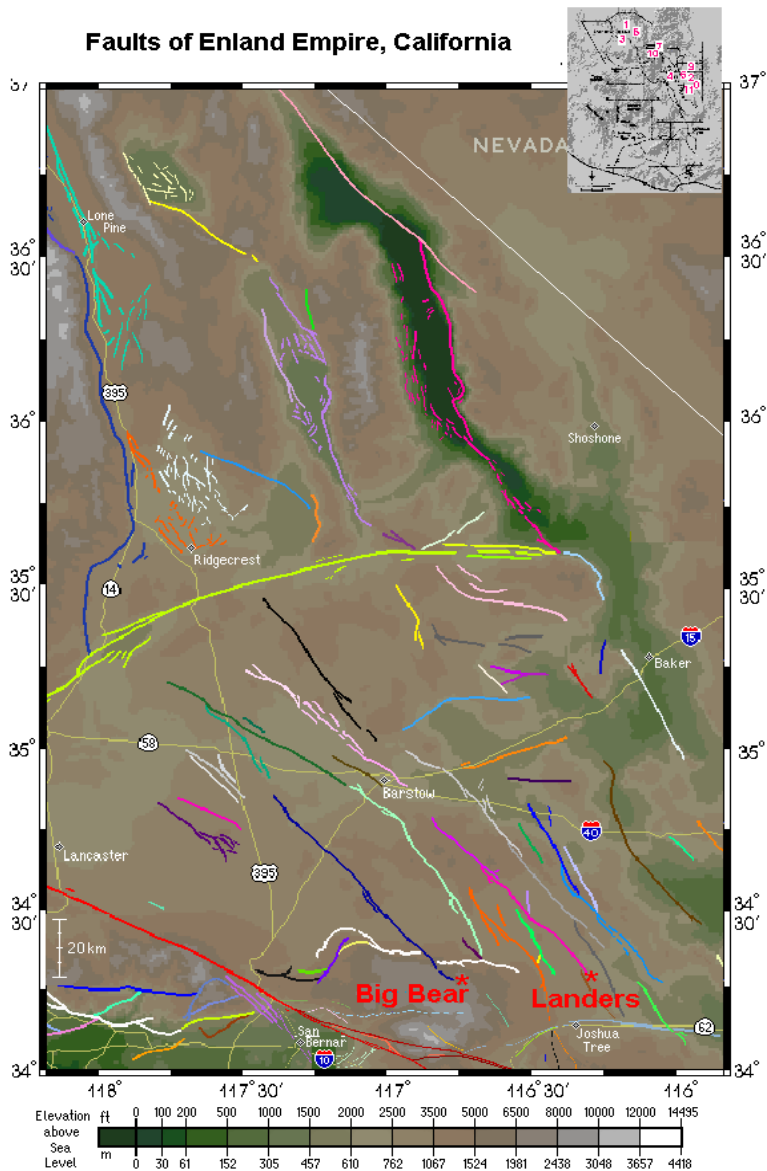


В 15:04 UT с центром $L \sim 1.5$ – проекции по магнитному полю на E-слой ионосферы над зоной землетрясения Landers выделяются следующие эффекты:

- 1. ямка пониженной плотности и повышенной температуры электронов до 5%;**
- 2. сильные флуктуации Ne до 2 %;**
- 3. сильный провал интенсивности колебаний в канале 4600 Гц с резкой границей, что наблюдается после прохождения акустической волны от ПЯВ и землетрясения F-слоя ионосферы [3];**
- 4. формирование канала для прохождения свистящих атмосфериков вдоль магнитного поля в южное полушарие, характерный узкий резкий всплеск в канале 4600 Гц;**
- 5. магнитосферный канал поддерживается продольным электрическим полем до 5 mV/m, что качественно определяется по данным датчика, не лежащего в горизонтальной плоскости с одной из трех не полностью раскрытой штанги.**

Землетрясения южной Калифорнии летом 1992

Faults of Enland Empire, California



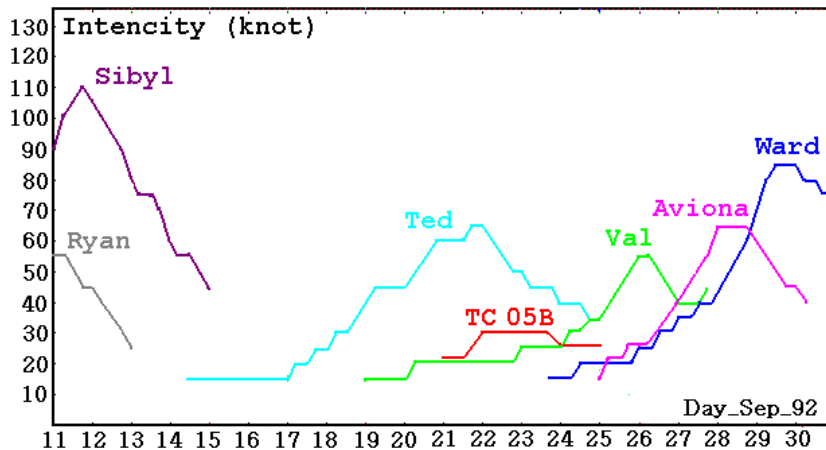
Сентябрь - 92

№	Дата	Толчков	Магнит.
1	1	2	2.6
2	10	1	2.6
3	11	6	2.5- 4.3
4	12	1	3.5
5	17	0	
6	18	3	2.6- 3
7	Victoria		2.6
8	20	2	3- 3.5
9	21	2	2.6
10	22	2	2.9 -3.1
11	Galena		3.8
12	24	2	2.5- 3.6
13	25	0	
14	26	1	3.3
15	27	3	2.6- 2.9
16	28	12	2.5- 3.6
17	Landers		7.3
18	28	14 (52)	4.5- 5.8
19	Big Bear		6.3
20	29	7 (582)	4.6- 5.4
21	aftershock		5.7

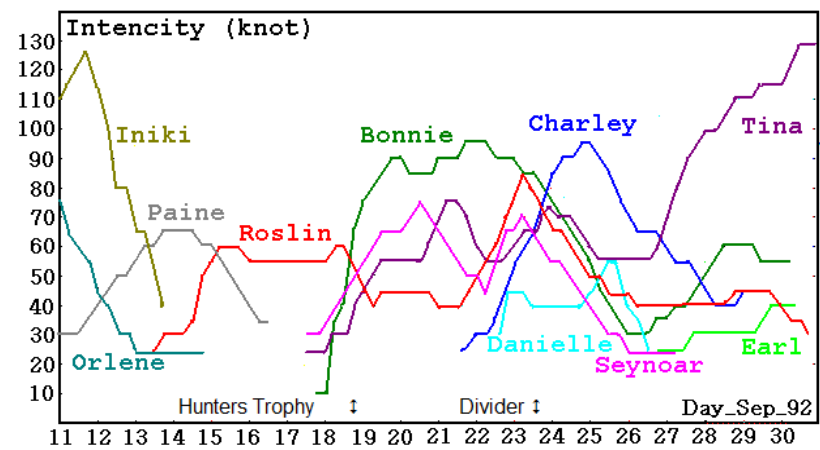
№	Дата	Число в день толчков	Магнит.
1	18	7	2.5- 3.9
2	Hunters Trophy		3.8
3	19	8	2.5- 3.2
4	20	10	2.5- 3.5
5	21	6	2.5- 3.4
6	22	6	2.7- 4.1
7	23	2	2.6
8	Divider		4.2
9	23	5	2.5- 3.2
10	24	6	2.5- 3.2

Особенности развития тропических циклонов после ядерных испытаний в сентябре 1992

Динамика тайфунов Тихого и ТЦ Индийского океанов



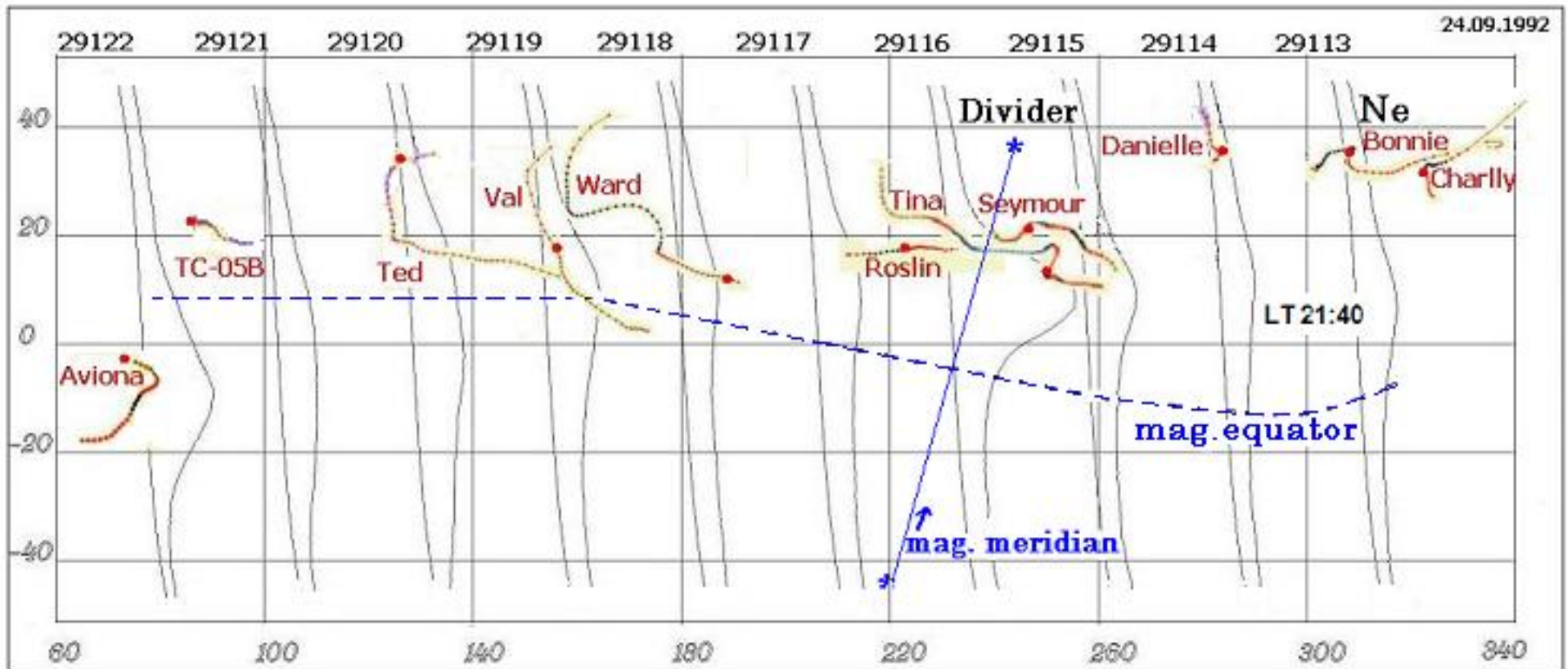
Динамика ураганов Атлантического и Тихого океанов



Самоорганизация планетарных замагненных волн Россби в присутствии неоднородного зонального ветра [8] – возможный механизм.

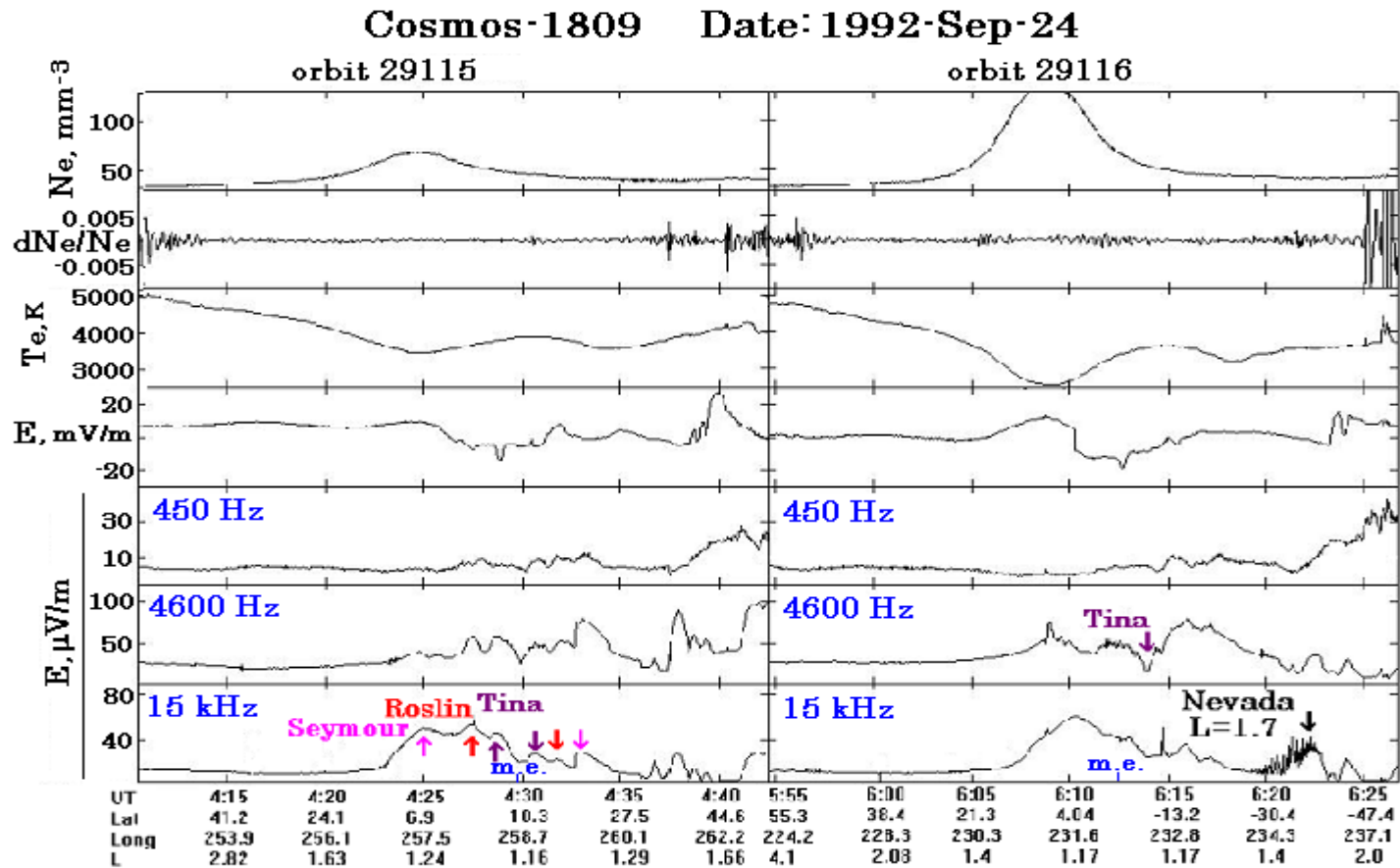
Акустическое воздействие ПЯВ Hunters Trophy и Divider резко меняет интенсивность шести ТЦ.

Плотность плазмы вдоль 10 витков спутника Космос-1809 24 сентября 1992



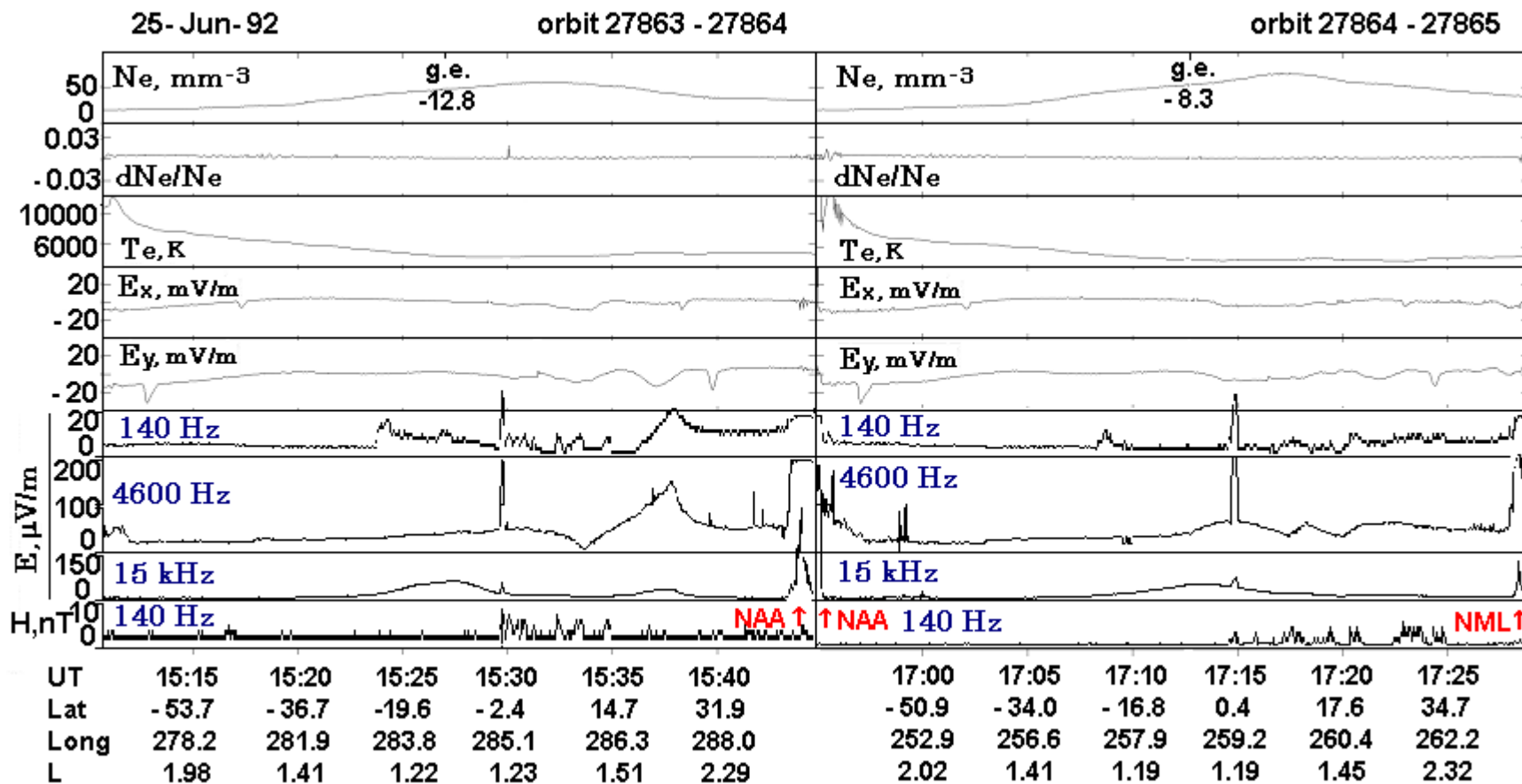
Рост Ne происходит над зоной влияния Roslin, Seymour and Tina, что связываем с акустическим воздействием ПЯВ Divider.

Параметры ионосферы на меридианах ближайших к Неваде через 9 часов после проведения ПЯВ Divider



1. Над зоной воздействия ураганов Seymour, Roslin и Tina плотность плазмы увеличилась более чем в два раза.
2. В ионосфере, сопряженной Неваде, из-за высыпающих электронов сформировался спорадический E-слой.

Параметры плазмы верхней ионосферы вблизи меридиана Флориды при запуске шаттл Columbia

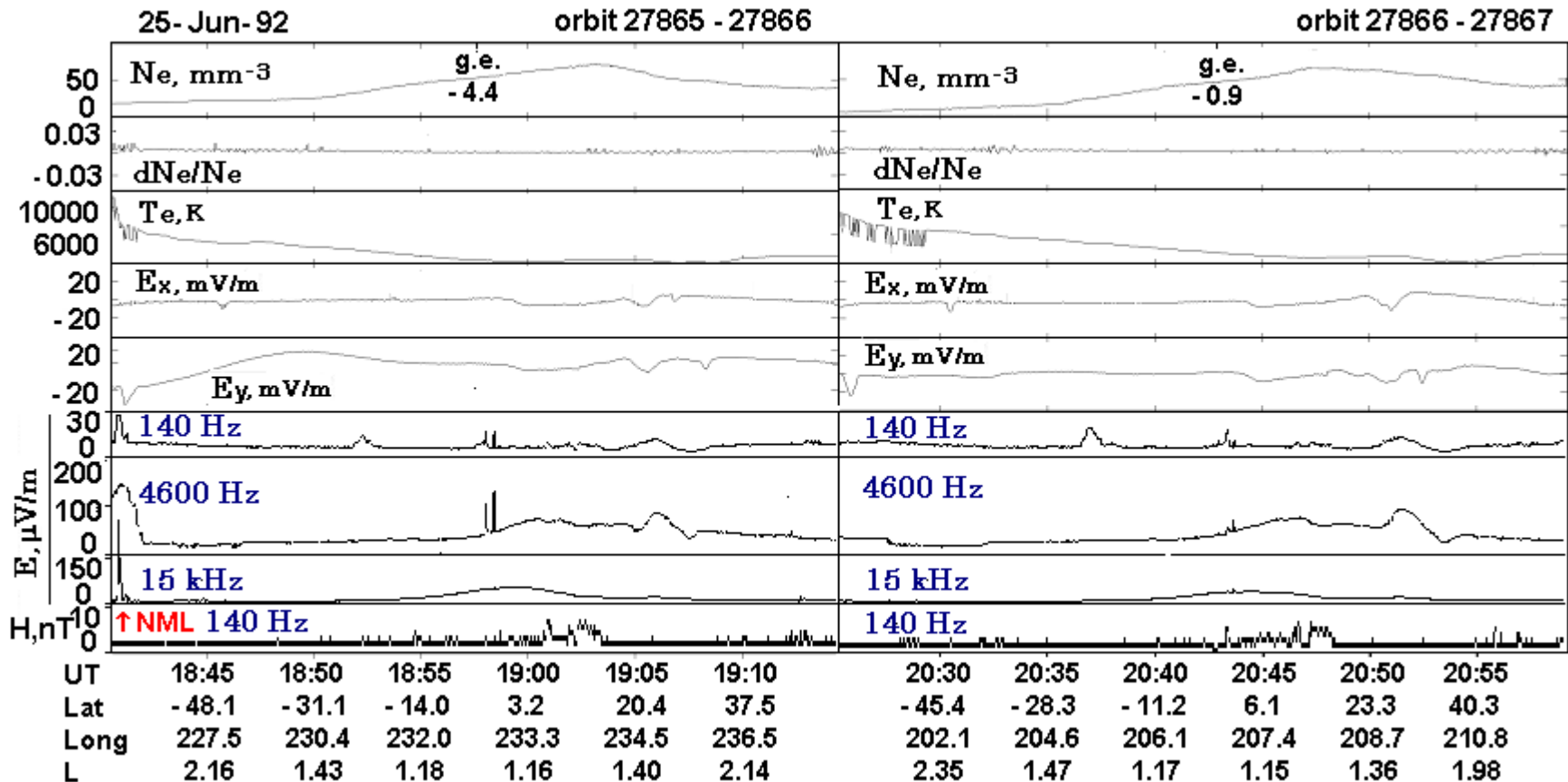


1. В 15:25 – 15:35 (запуск Columbia 16:12:23) в каналах 140 Гц наблюдались периодические структуры с масштабами 150 км и 480 км из-за воздействия на ионосферу урагана Selia.

Похожие структуры отмечались при наблюдении ТЦ Harry [9].

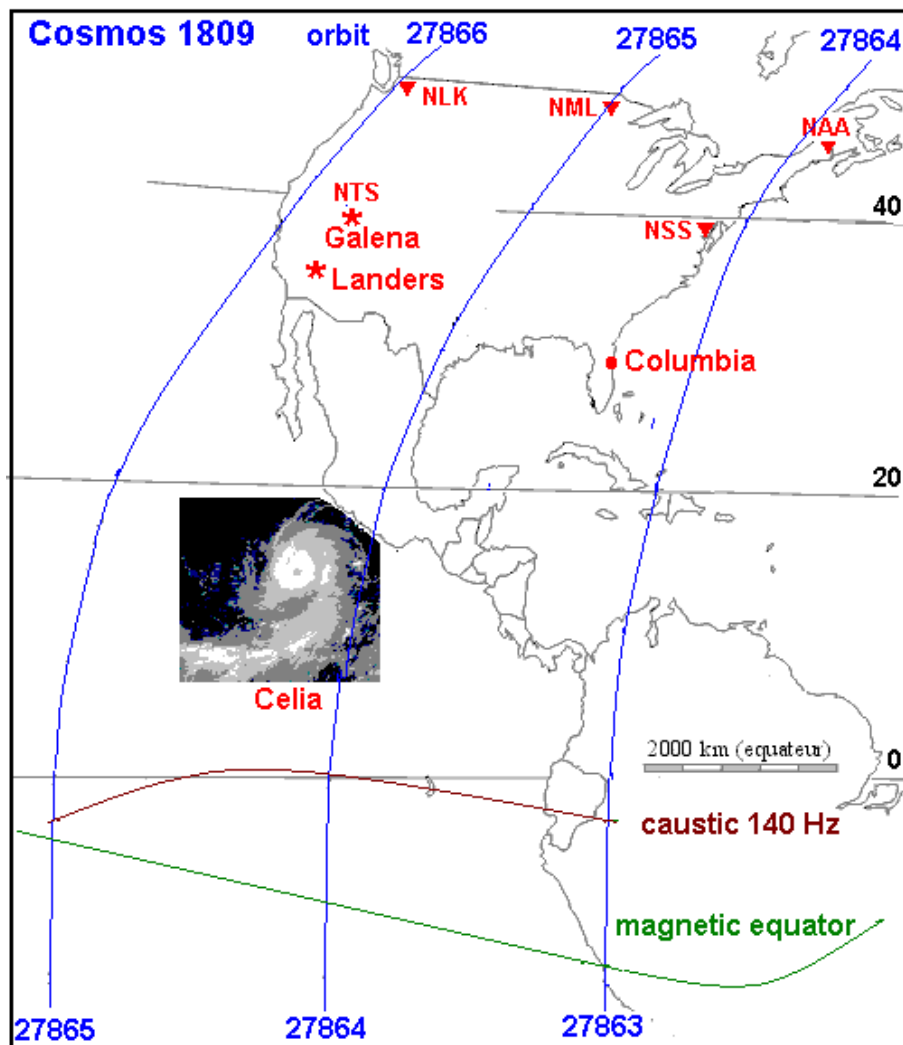
2. На следующем витке, через час после запуска, уровень особенностей КНЧ-ОНЧ шумов над зоной влияния Selia упал, что связываем с акустическим воздействием работы двигателей.

Параметры ионосферы над западным берегом Америки после запуска шаттл Columbia



1. Сильнейший рост КНЧ-ОНЧ шумов в области магнитосопряженной СДВ передатчику NML объясняется прохождением над ним ПИВ, возникшего из-за акустического воздействия на ионосферу при запуске Space Shuttle.
2. За 3 дня до землетрясения Landers над зоной его развития в ионосфере наблюдается электрическое поле ~ 20 мВ/м.

Схема наблюдения 25 июня спутником Космос-1809 мощных источников воздействия на ионосферу

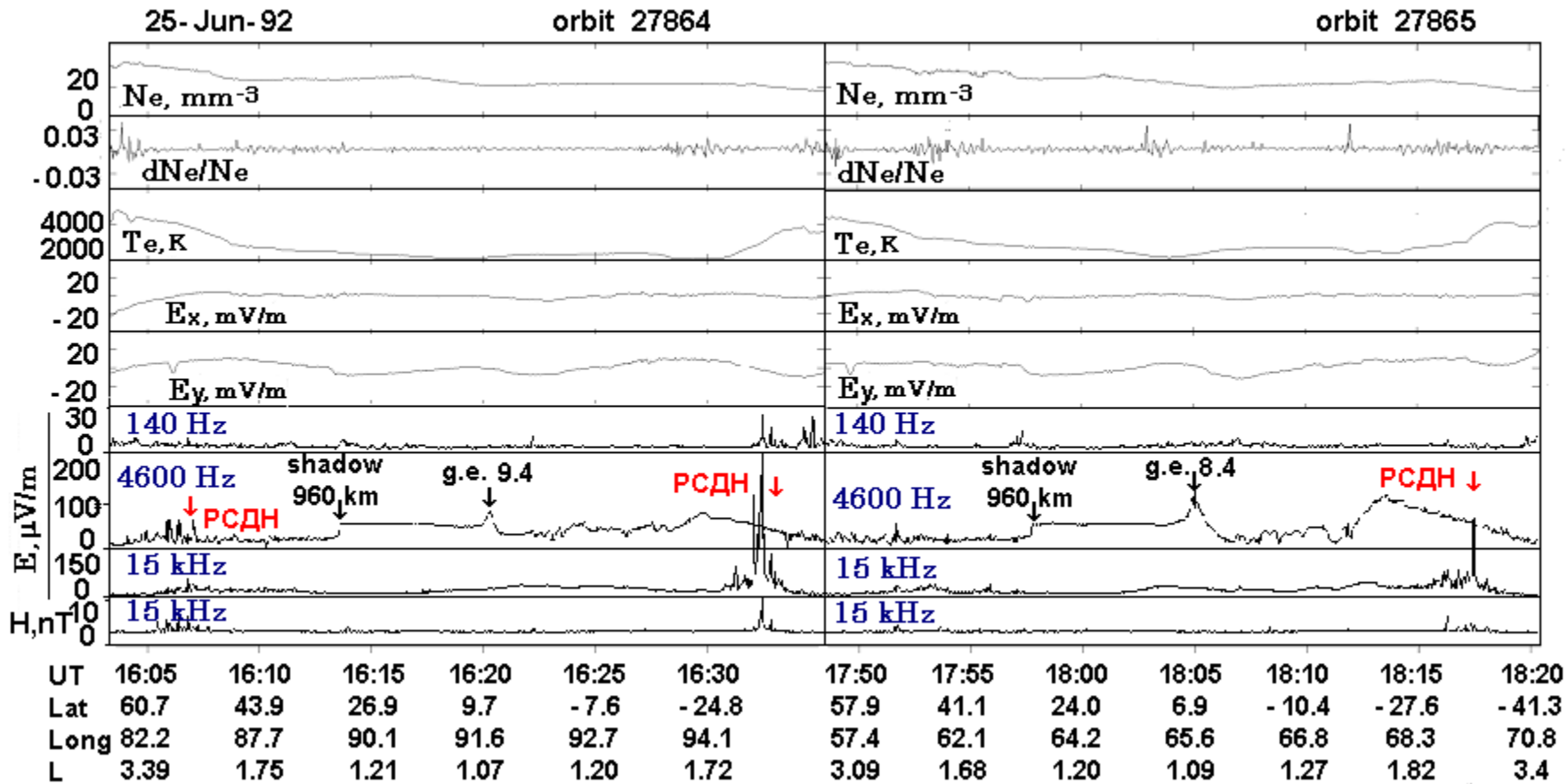


ПИВ, из-за акустического воздействия запуска Columbia, взаимодействует как с ураганом Celia, так и с областями над СДВ передатчиками NAA, NML и NSS.

В области урагана наблюдаются множественные грозные разряды. По данным широкополосной регистрации на витке 27871 фиксировалось до 60 имп/сек [10]. Распространение свистов происходило неканализированным путем. Максимум интенсивности наблюдался на конусе Стори, угол 19 с магнитным полем. Воздействие ПИВ привело к расщеплению максимума.

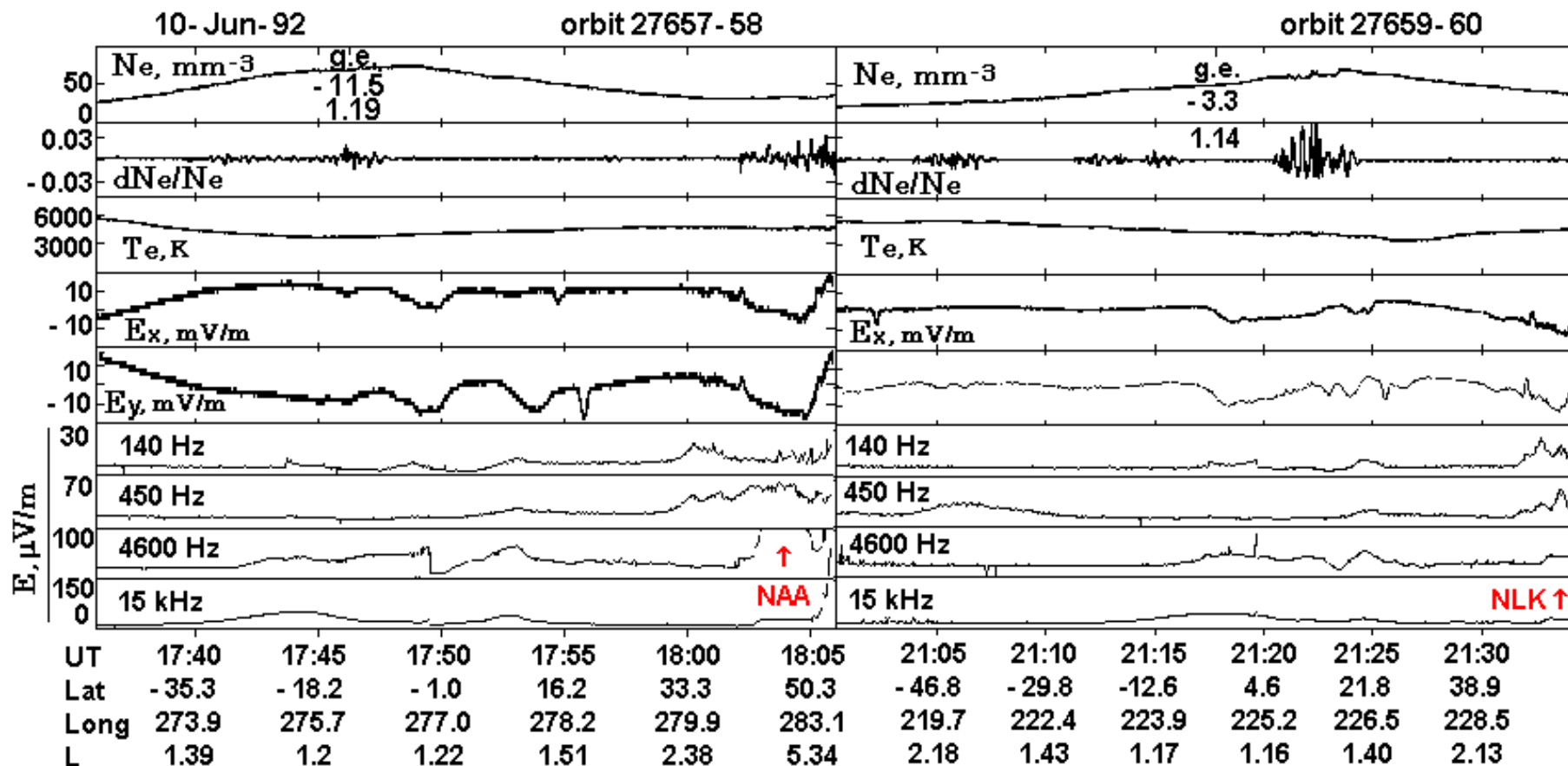
Воздействие СДВ передатчиков на ионосферу формирует каналы вдоль H . Магнитные меридианы ортогональны магнитному экватору. Воздействие ПИВ на NAA фиксировалось в сопряженной области на витке 27864. Воздействие ПИВ на NML фиксировалось в обоих полушариях.

Верхняя ионосфера в районе отделения Columbia от основного разгонного блока



1. Отделение последней ступени произошло в 16:19 UT на высоте 118 км. Было выброшено 237900 кг воды на высотах 50-100 км и 259500 кг воды на высотах выше 100 км [11].
2. Выделяется резкое усиление прохождения в сопряженную область на L = 2.32 сигналов передатчика РСДН под Новосибирском.
3. Усиление флуктуаций Ne в 18:04 UT возможно связано с формированием ионосферной «дыры» при запуске мощных ракет.

Верхняя ионосфера над Американским континентом в день запуска ракеты Atlas-2A



1. Через 18 часов после старта Atlas (на порядок менее мощной чем Space Shuttle) на витке 27658, проходящем вблизи космодрома, на $1.22 < L < 1.61$ наблюдается продольная компонента электрического поля и сильные изменения нижней гибридной частоты (канал 4600 Гц).
2. Совокупность релаксационных процессов в ионосфере приводит к развитию сильных флуктуаций Ne на $L \sim 1.3$, виток 27660.

Summary

- 1. The seismic impact of the UNE Victoria and Galena in June 1992 on the San Andreas Fault, which has accumulated critical stress, appears to have caused the Landers earthquake. This conclusion confirms the appearance of ionospheric disturbances over California and Nevada, recorded from the Cosmos-1809 satellite. In the future, it is planned to compare this conclusion with the dynamics of the stress state in Southern California based on the geomechanical model and current seismicity [12].**
- 2. The acoustic impact of the UNE Hunters Trophy and Divider on the global TC system is associated with the quasi-Biennial oscillation of zonal wind after the eruption of the Pinatubo volcano. A sharp change in the intensity and trajectory of the TC in the waters of the Atlantic Ocean and the eastern part of Pacific Ocean after UNE appears to be described by nonlinear dynamics of planetary magnetized Rossby waves [8], which requires additional investigation.**
- 3. The acoustic impact of the UNE, strong seismic shocks, and launches of powerful rockets modifies the effect of VLF transmitters on the ionosphere, which is restored after passing the terminator through the transmitter.**

Литература

1. *Boychev B., Belyaev G., Kostin V., Ovcharenko O., Trushkina E.* Ionosphere parameters changing by interactive tropical cyclones according to Cosmos-1809 and Intercosmos Bulgaria-1300 satellite data // *Sun and Geosphere*. 2018. Vol. 13. No. 1. P. 31-39.
2. <http://www.izmiran.ru/projects/space/KOSMOS1809>.
3. *Беляев Г.Г., Костин В.М.* Проявление мощных естественных и антропогенных процессов в ионосфере и на Земле // *Электромагнитные и плазменные процессы от недр Солнца до недр Земли. Юбилейный сборник ИЗМИРАН-75*. Ред. Кузнецов В.Д. 2015. С. 170-184. www.izmiran.ru/IZMIRAN75/IRP/Belyaev.pdf
4. *Graf H.-F., Kircher I., Robock A., Schult I.* Pinatubo eruption winter climate effects: Model versus observations // *Climate Dynamics*. 1993. Vol. 9. No. 2. P. 81-93.
5. *Gruzdev A.N.* Estimation of the Pinatubo volcano eruption effect on stratospheric O3 and NO2 taking into account variations of solar activity // *Atmospheric and oceanic optic*. 2014. Vol. 27. No. 5. P. 403-411.
6. *Hampson J., Claud C., Keckhut P., Hauchecorne A.* The dynamical influence of the Pinatubo eruption in the subtropical stratosphere // *J. Atm. Sol.- Terr. Phys*. 2006. Vol. 68. No. 14. P. 1600-1608.
7. *Lastovicka J.* Impact of the Mt. Pinatubo volcanic eruption on the lower ionosphere and atmospheric waves over Central Europe // *Annals of Geophysics*. 2003. Vol. 46. No. 6. P. 1139-1344.
8. *Aburjania G.D.* Self-localization of planetary wave structures in the ionosphere upon interaction with nonuniform geomagnetic field and zonal wind // *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2011. Vol. 47. No. 4. P. 533-546.
9. *Kostin V.M., Belyaev G.G., Boychev B., Trushkina E.P., Ovcharenko O. Ya.* Ionospheric precursors of the intensification of isolated tropical cyclones according to the IKB-1300 and Cosmos-1809 satellite data // *Geomagnetism Aeronomy*. 2015. Vol. 55. No. 2. P. 246-260.
10. *Sobolev Ya.P., Mikhailov Yu.M.* Typhoons in Caribbean region registered on satellites in VLF band // *Geomagnetic field and ionosphere variations. Proc. of Second INDO-RUSSIAN Symposium on Nature and Variations of the Geomag. Field*. Moscow, 28-31 July 1997 / Ed. Kanonidi Kh., Ruzhin Yu. M.: IZMIRAN. 1998. P. 230-231.
11. Экологические проблемы и риски воздействий ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Под ред. Адушкин В.В., Козлов С.И., Петров А.В. М.: Анкил. 2000.
12. *Bounder V. G., Garagash I.A., Gokhberg M. B.* The dynamics of the stress state in Southern California based on the geomechanical model and current seismicity: Short term earthquake prediction. *Russ. J. Earth Sci*. 2017. Vol. 17. ES1005. doi:10.2205/2017ES000596.