

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ РНС «АЛЬФА» ПО НАЗЕМНЫМ И СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Д.Б. Аюров¹, Г.Б. Номинов¹, Д.Г. Буянова¹, В.Р. Адвокатов¹, В.И. Козлов²

¹Институт физического материаловедения СО РАН, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6,
dawu@mail.ru, ivong@mail.ru, dbuy@mail.ru

²Институт космофизических исследований и аэронавтики СО РАН, 677980, г. Якутск,
пр. Ленина, 31, v.kozlov@ikfia.ysn.ru.

Рассмотрен суточный ход дополнительной фазы сигнала на трассе «Новосибирск – Улан-Удэ», а также влияние солнечных протонных вспышек. Определен уровень сигнала РНС «Альфа» на высотах спутника DEMETER.

Ключевые слова: распространение радиоволн, волновод «Земля-ионосфера», РНС «Альфа», спутник DEMETER.

SOME RESULTS OF MEASUREMENTS ELECTROMAGNETIC FIELD RADIO NAVIGATION SYSTEM “ALPHA” BY GROUND AND SATELLITE DATA

D.B. Ayurov¹, G.B. Nominov¹, D.G. Buyanova¹, V.R. Advokatov¹, V.I. Kozlov²

¹Institute of physical materials science of SB RAS, 6 Sahyanovoy street, Ulan-Ude, 670047, Russia.
E-mail: dawu@mail.ru, ivong@mail.ru, dbuy@mail.ru.

²The Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy, 31 Lenin Ave.,
677980, Yakutsk, Russia. E-mail: v.kozlov@ikfia.ysn.ru.

The daily phase variation of signal by the radio navigation system “Alpha” on the “Novosibirsk – Ulan-Ude” wave trace and a solar proton-flux influence is considered. A signal level of a radio navigation system “Alpha” at the DEMETER’s satellite altitude is demonstrated.

Key words: radio wave propagation, wave-guide “Earth-ionosphere”, radio navigation system “Alpha”, DEMETER satellite.

В июле – августе 2012 года совместно с ИКФИА СО РАН введен в режим мониторинговых измерений цифровой приемно-регистрирующий комплекс сигналов РНС «Альфа» (Рис.1). Он дает возможность исследовать геофизические явления, влияющие на параметры распространения радиоволн на частотах 11,90; 12,64; 14,88 кГц на трассах «Новосибирск – Улан-Удэ», «Комсомольск-на-Амуре – Улан-Удэ» и «Краснодар – Улан-Удэ» (вариации амплитуды и фазы). На рис.3 и рис.4 представлены суточные вариации дополнительной фазы $\varphi_{\text{доп}}$ сигнала на трассах «Новосибирск – Улан-Удэ» и «Новосибирск – Якутск» за 15-20 августа 2012 года. Тренд фазы сигнала на трассе «Новосибирск – Улан-

Доклад подготовлен при частичной финансовой поддержке интеграционного проекта СО РАН № 11 «Литосферно-ионосферные взаимодействия в Байкальской рифтовой системе» и грантов РФФИ №12-02-98002, №12-02-98007.

Удэ» объясняется невысокой степенью стабильности частоты опорного генератора получаемого от GPS-часов Trimble Thunderbolt (10^{-8}). В январе 2013 г. он заменен на обновленный источник опорного сигнала Trimble Thunderbolt E с нестабильностью 10^{-12} .

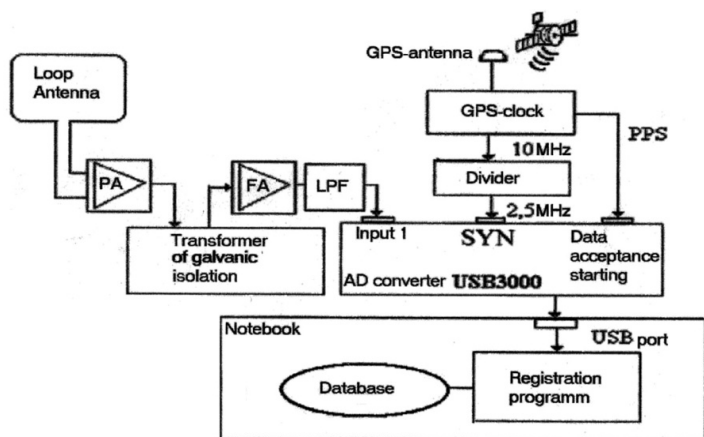


Рис.1. Блок-схема ОНЧ измерительного комплекса для приема сигналов РНС «Альфа».

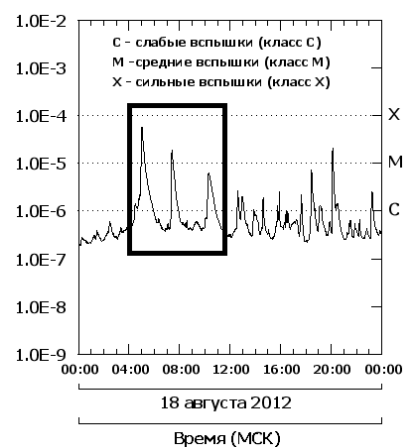


Рис.2. График вспышечной активности Солнца

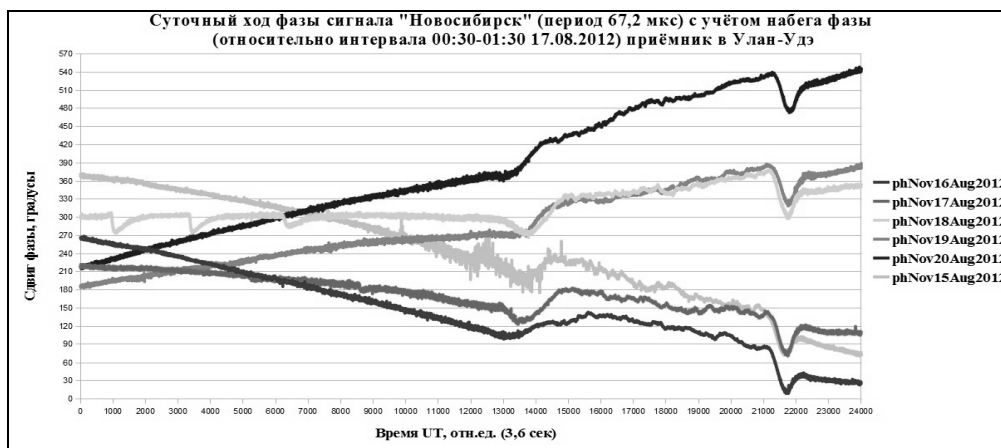


Рис.3. Суточный ход фазы сигнала на трассе «Новосибирск – Улан-Удэ».

На рис.2 представлены данные по протонным вспышкам на Солнце 18 августа 2012 года. В прямоугольнике выделены три вспышки, которые повлияли на суточный ход фазы $\varphi_{дон}$ сигнала, принимаемого от РНС «Альфа».

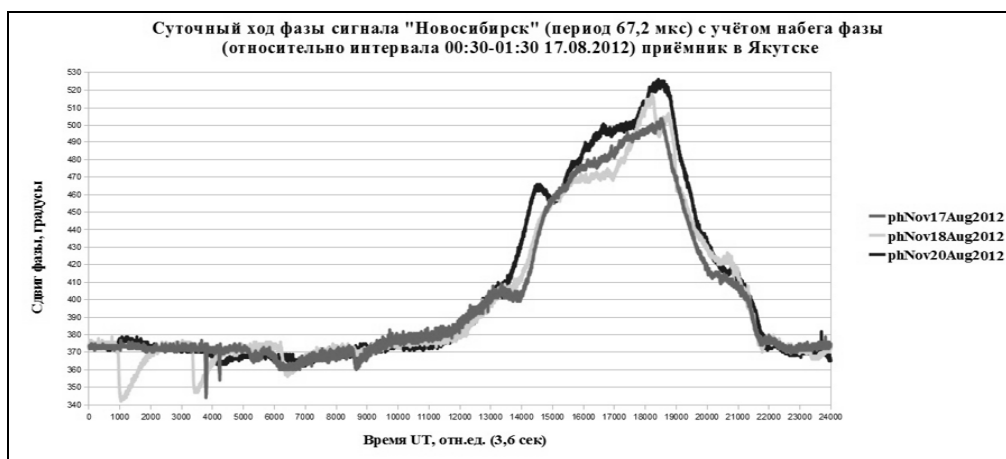


Рис.4. Суточный ход фазы сигнала на трассе «Новосибирск – Якутск».

Регистрация искусственных сигналов РНС «Альфа» и естественных СНЧ-ОНЧ – излучений проведены и на борту спутника «DEMETER» [1,2]. На рис.5 и рис.6 показаны дневные и ночные спектрограммы электрического поля, зарегистрированные на высотах спутника DEMETER. На спектрограммах отчетливо видны спектральные пики ОНЧ радиостанций. При этом можно четко разделить узкие спектральные линии импульсно-фазовой радионавигационной системы «Альфа» (11.9; 12.64; 14.88 кГц) и более широкие спектральные линии ОНЧ радиостанций 18.3 и 19.8 кГц, передающих сигналы с угловой модуляцией (обычно ФМн).

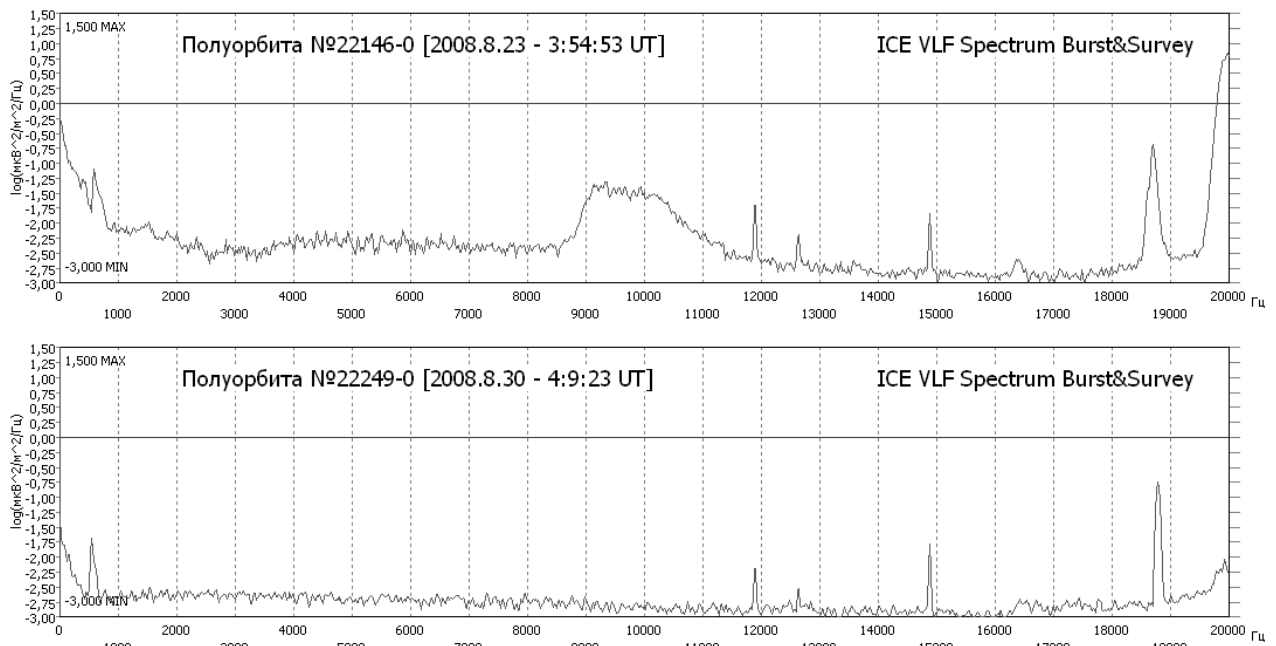


Рис.5. Дневные спектрограммы по электрической компоненте.

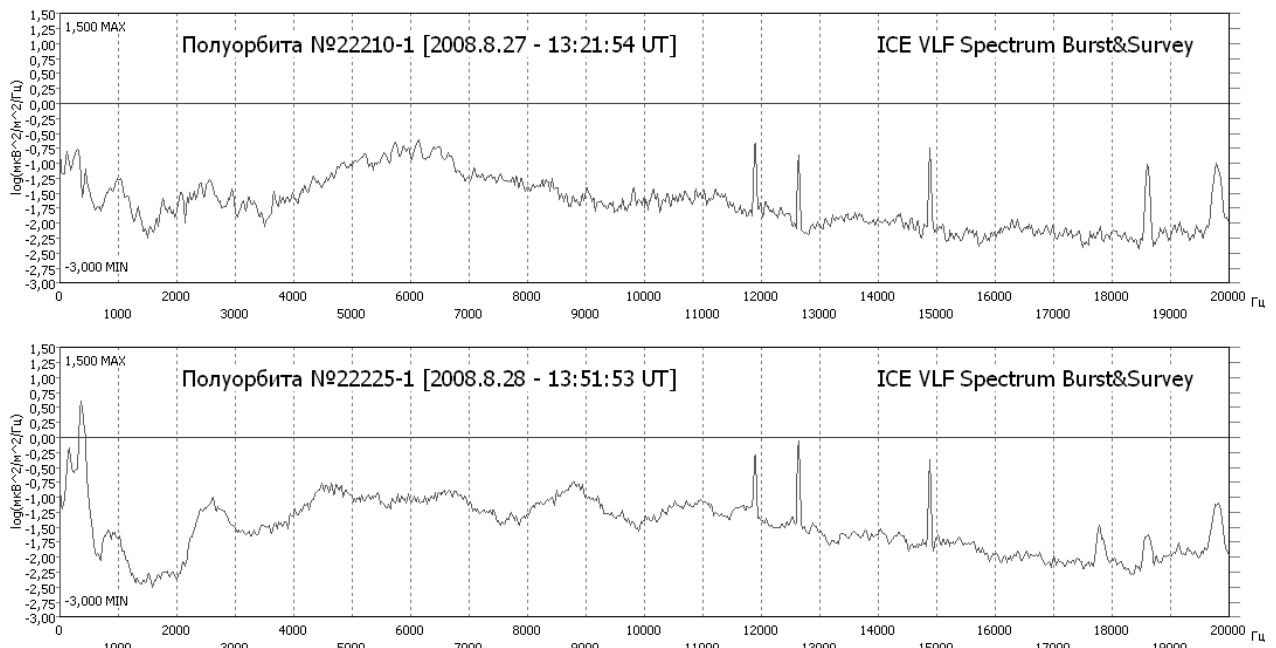


Рис.6. Ночные спектрограммы по электрической компоненте.

По спектрограммам определен абсолютный уровень спектральной линии, который позволяет дать оценку отношения сигнал/шум. В табл.1 представлены абсолютные уровни радиосигналов РНС «Альфа» за 25-30 августа 2008 г.

Таблица 1

Абсолютный уровень радиосигналов РНС «Альфа» на высотах спутника DEMETER

Полуорбита	Время пролета	Уровень поля, $\frac{мкВ^2}{м^2 \cdot Гц}$		
		11,9 кГц	12,64 кГц	14,88 кГц
Дневные				
22146-0	23.08.2008	$2,02 \times 10^{-2}$	$0,63 \times 10^{-2}$	$1,44 \times 10^{-2}$
22205-0	27.08.2008	в шумах	$1,10 \times 10^{-2}$	$1,20 \times 10^{-2}$
22249-0	30.08.2008	$0,65 \times 10^{-2}$	$0,29 \times 10^{-2}$	$1,65 \times 10^{-2}$
Ночные				
22196-1	26.08.2008	$34,65 \times 10^{-2}$	$63,44 \times 10^{-2}$	$66,86 \times 10^{-2}$
22210-1	27.08.2008	$22,06 \times 10^{-2}$	$13,66 \times 10^{-2}$	$18,05 \times 10^{-2}$
22225-1	28.08.2008	$52,02 \times 10^{-2}$	$87,02 \times 10^{-2}$	$42,57 \times 10^{-2}$
22255-1	30.08.2008	$146,95 \times 10^{-2}$	в шумах	$1050,10 \times 10^{-2}$

Выводы

Установлено влияние солнечных протонных вспышек 18 августа 2012 года на фазу сигнала на трассах «Новосибирск – Улан-Удэ» и «Новосибирск – Якутск».

Библиографические ссылки

1. Сейсмоионосферные и сейсмоэлектромагнитные процессы в Байкальской рифтовой зоне / Э.Л. Афраимович [и др.]; отв. Ред. Г.А. Жеребцов; Рос. Акад. Наук, Сиб. Отд-ние, Ин-т солнечно-земной физики, Ин-т земной коры, Ин-т физического материаловедения. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 304 с. – (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 35).

2. Буянова Д.Г., Аюров Д.Б., Башкуев Ю.Б., Перевалова Н.П. Электромагнитная обстановка в Байкальской рифтовой системе по данным спутника DEMETER (Култукское землетрясение 27.08.2008 г.). // XXIII Всероссийская научная конференция «Распространение радиоволн», 23-26 мая 2011 г.: [сб. докл.]: в 3 т. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011.

References

1. G.A. Zharebtsov. Seismo-ionospheric and seismo-electromagnetic processes in the Baikal rift zone/E.L. Afraimovich[et al.]. Novosibirsk, SB RAS, 2012. 304 p.

2. Buyanova D.G., Ayurov D.B., Bashkuev Yu.B., Perevalova N.P. Electromagnetic environment in the Baikal rift zone by DEMETER's satellite data (Kultuk's earthquake 27.08.2008)/ XXIII Russian scientific conference "Radio wave propagation". Yoshkar-Ola: Mari State Technical University, 2011.

Сведения об авторах:

Аюров Дашинама Баирович

Научный сотрудник, Институт физического материаловедения СО РАН;

Восточно-Сибирский государственный технологический университет, 2006 г.

Область научных интересов: радиофизика, естественные и техногенные электромагнитные поля, цифровая обработка сигналов.

e-mail: dawu@mail.ru

тел.: (3012)433210

670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

Номинов Геннадий Баирович

Инженер, Институт физического материаловедения СО РАН;

Восточно-Сибирский государственный технологический университет, 2007 г.

Область научных интересов: радиофизика, естественные и техногенные электромагнитные поля, цифровая обработка сигналов.

e-mail: ivong@mail.ru

тел.: (3012)433210

670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

Буянова Дарима Гармаевна

Кандидат физико-математических наук, доцент;

Ведущий научный сотрудник, Институт физического материаловедения СО РАН;

Московский государственный университет им. Ломоносова, в 1975 г.

Область научных интересов: радиофизика, естественное электромагнитное поле Земли, распространение электромагнитных волн, электромагнитное зондирование.

e-mail: dbuy@mail.ru

тел.: (3012)433210, 9243966045;

670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

Адвокатов Виктор Рабданович

Кандидат физико-математических наук,

Старший научный сотрудник, Институт физического материаловедения СО РАН;

Киевский институт инженеров гражданской авиации, 1964 г.

Область научных интересов: радиофизика, распространение электромагнитных волн, электромагнитное зондирование.

e-mail: viktoradvokat@rambler.ru

тел.: (3012)433210

670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6

Козлов Владимир Ильич

Кандидат физико-математических наук,

Ведущий научный сотрудник, Институт космофизических исследований и астрономии СО РАН им. Ю.Г. Шафера.

Московский инженерно-физический институт, 1971 г.

Область научных интересов: радиофизика, естественные и техногенные электромагнитные поля, цифровая обработка сигналов.

e-mail: v.kozlov@ikfia.ysn.ru

677007, Якутск, просп. Ленина, 31

Ayurov Dashinima Bairovich – Researcher of the Electromagnetic diagnostics laboratory of the Institute of physical materials science of SB RAS.

Research interests: Radiophysics.

E-mail: dawu@mail.ru.

Nominov Gennadiy Bairovich – Engineer of the Electromagnetic diagnostics laboratory of the Institute of physical materials science of SB RAS.

Research interests: Radiophysics.

E-mail: ivong@mail.ru.

Buyanova Darima Garmaevna – Candidate of Science (Physico-mathematical). Leading researcher of the Electromagnetic diagnostics laboratory of the Institute of physical materials science of SB RAS.

Research interests: Radiophysics.

E-mail: dbuy@mail.ru.

Advokatov Viktor Rabdanovich – Candidate of Science (Physico-mathematical). Senior researcher of the Electromagnetic diagnostics laboratory of the Institute of physical materials science of SB RAS.

Research interests: Radiophysics.

E-mail: viktoradvokat@rambler.ru.

Kozlov Vladimir Ilich – Candidate of Science (Physico-mathematical). Leading researcher of the Ionosphere and magnetosphere radioemission laboratory of the Yu.G. Shafer Institute of Cosmophysical Research and Aeronomy.

Research interests: Radiophysics.

E-mail: v.kozlov@ikfia.ysn.ru.