

УДК 523, 928.8

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ И СЕЗОННЫЕ ВАРИАЦИИ ИМПУЛЬСНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ОНЧ-РАДИОШУМОВ, РЕГИСТРИРУЕМЫХ В ЯКУТСКЕ С 2001 ПО 2010 гг.

В.И. Козлов, А.А. Корсаков

SOLAR ACTIVITY AND SEASON VARIATIONS OF VLF-NOISES PULSE COMPONENT, REGISTERED IN YAKUTSK FROM 2001 TO 2010

V.I. Kozlov, A.A. Korsakov

Рассматриваются данные числа атмосфериков (радиоимпульсов грозовых разрядов) за час в период 2001–2010 гг., принятые рамочной антенной (восток–запад) в окрестностях г. Якутска (62° N; 129.7° E), вдали от промышленных помех, сигналы которых превышали пороговый уровень поля 1.75 мВ/м (дальность до 10000 км). В суточном ходе потока атмосфериков выделяются экстремумы: 8–12 UT (грозовая активность Восточной Азии); 15–19 UT (Африканский грозовой очаг); 3–7 UT (очаг в Тихом океане). Сопоставлены сезонные ходы экстремумов плотности потока атмосфериков и усредненные за месяц ежедневные относительные числа Вольфа. Грозовая и солнечная активности находятся в противофазе. Минимум 3–7 UT 2001–2010 гг. практически не меняется. Максимум (8–12 UT) более подвержен вариациям. В 15–19 UT – наибольшая вариация потока атмосфериков.

Atmospherics (radio-frequency pulses of lightning discharges) were registered by a loop antenna (East-West) near Yakutsk (62° N; 129.7° E), far from sources of industrial noise. It was taken to account if the signal exceeded the threshold. The threshold field level is 1.75 mV/m, that gives an opportunity to receive atmospherics from 10000 km. Atmospherics quantity per an hour from 2001 to 2010 years are considered. Extremum in daily variations of the atmospherics flux are assigned. There are 8–12 UT (Eastern Asia thunderstorm activity), 15–19 UT (activity in Africa), 3–7 UT (The Pacific Ocean thunderstorm activity). Season variations of extremum have been confronted with the month mean Sunspot number (Ri). Thunderstorm and solar activities are in an antiphase for one another. The Pacific Ocean thunderstorm activity (3–7 UT) is not change in practice. The Eastern Asia activity (8–12 UT) changes more, and the most atmospherics flux variations from year to year are registered at 15–19 UT.

Электромагнитные сигналы очень низких частот (ОНЧ) широко распространены в природе, а способность распространяться на большие расстояния позволяет использовать их для дистанционного мониторинга окружающей среды. Основной вклад в импульсную составляющую вносят радиоимпульсы грозовых разрядов (атмосфирики). Их регистрация служит эффективным средством дистанционного мониторинга грозовой активности. Ряд работ [Лихтер, 1966; Клейменова, 1967; Козлов, Муллаяров, 2004] указывает на зависимость числа гроз от активности Солнца. Подобные исследования проводились в ограниченном объеме и были сопряжены с рядом трудностей: необходимость регистрации в течение продолжительного отрезка времени, связанного с периодичностью солнечной активности; применение регистрирующей аппаратуры с постоянными характеристиками на протяжении всего периода регистрации; необходимость учета местных особенностей при регистрации ОНЧ-радишумов в разных регионах. Поэтому такие исследования не теряют актуальности в настоящее время.

Атмосфирики регистрировались на радиополитроне ИКФИА СО РАН, расположенном в окрестностях Якутска вдали от промышленных помех ($\varphi=62^\circ$ N; $\lambda=129.72^\circ$ E). Приемный тракт состоял из рамочной антенны, ориентированной в направлении восток–запад, предварительного усилителя (ПУ) с полосой усиления 0.3–10 кГц, что соответствует полосе сосредоточения наибольшей энергии наземных грозовых разрядов [Александров и др., 1972]. Для устранения наводок на линии связи сигнал с ПУ в пункт сбора информации поступал через разделительные трансформаторы по симметричным кабельным линиям связи. В пункте сбора сигнал сравнивался с выставленными пороговыми напряжениями и при превышении порога поступал на соответствующий счетчик.

Для уменьшения инструментальных ошибок измерений порог регистрации выбирался таким образом, чтобы средняя плотность потока атмосфериков в суточном дневном максимуме превышала 1 с^{-1} . Общий коэффициент усиления сигналов в каналах счетчиков составляет 5000, поэтому каналу с порогом 0.9625 В на входе счетчика соответствует 192.5 мкВ на выходе антенны. С учетом действующей высоты $h_d=0.11$ м получаем пороговый уровень поля, принимаемого антенной, ~ 1.75 мВ/м. Такой уровень дает возможность регистрации импульсов на дальности до $\sim 10\,000$ км.

Использованы данные регистрации числа атмосфериков в час в период 2001–2010 гг. В суточном ходе атмосфериков (рис. 1) выделяются 3 экстремума: максимум 8–12 UT – вклад грозовой активности Восточной Азии; максимум 15–19 UT – максимум вклада гроз предгорий Кавказа и Африканского мирового грозового очага; минимум 3–7 UT – грозовой очаг в Тихом океане.

Приведены (рис. 2) сезонные ходы экстремумов плотности потока атмосфериков и усредненные за месяц ежедневные относительные числа Вольфа (Ri)

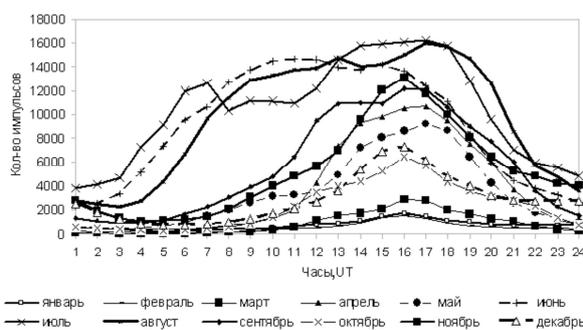


Рис. 1. Суточный ход усредненного помесячно числа атмосфериков, интенсивность которых превышает порог 1.75 мВ/м.

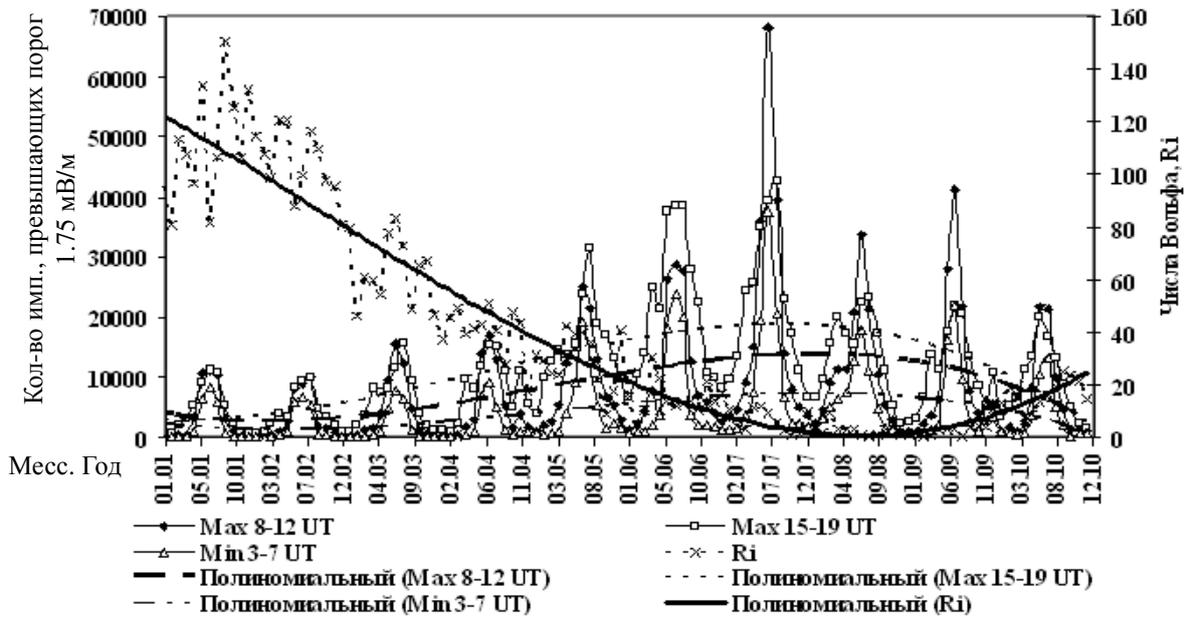


Рис. 2. Сезонные хода экстремумов плотности потока атмосфериков и усредненные за месяц ежедневные относительные числа Вольфа.

[<http://www.swpc.noaa.gov/ftpdir/weekly/RecentIndices.txt>]. Из рисунка видно, что на ниспадающей ветви солнечной активности, с максимума (2001 г.) до минимума (2008 г.), происходит нарастание числа атмосфериков, превышающего заданный порог. Вместе с тем, при нарастании солнечной активности (2008–2010 гг.), наоборот, наблюдается уменьшение плотности потока атмосфериков. Таким образом, грозовая активность находится в противофазе с солнечной. Представленные результаты анализа ряда данных за 2001–2010 гг. по наблюдениям грозовой активности, включающих как ниспадающую, так и начало восходящей ветвей солнечной активности, подтверждают и дополняют результаты работ по грозовым радиосуммам 1979–1994 гг. [Муллаяров и др., 1997].

Минимум 3–7 UT, т. е. грозовая активность в Тихом океане с 2001 по 2010 гг. практически не меняется. Грозовая активность Восточной Азии (максимум 8–12 UT) от года к году более подвержена вариациям. Наибольшая же вариация (максимум 15–19 UT) в результате изменения солнечной активности наблюдается в Африканском мировом грозовом очаге.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александров М.С., Бакленева З.М., Гладштейн Н.Д. и др. Флуктуации электромагнитного поля Земли в диапазоне СНЧ. / Под ред. М.С. Александрова. М.: Наука, 1972. 195 с.
- Клейменова З.П. Об изменении грозовой активности в солнечном цикле // Метрология и гидрология. 1967. N 8. С. 64–68.
- Козлов В.И., Муллаяров В.А. Грозовая активность в Якутии. Якутск: ЯФ Изд-ва СО РАН, 2004. 104 с.
- Лихтер Я.И. О циклических вариациях интенсивности атмосферных радиопомех // Геомагнетизм и аэронавигация. 1966. Т. 6, № 4. С. 795–796.
- Муллаяров В.А., Каримов Р.Р., Козлов В.И., Мурзаева Н.Н. Связь среднеширотного шумового фона ОНЧ-излучения с солнечной активностью // Геомагнетизм и аэронавигация. 1997. Т. 37, № 6. С. 132–136.
- Recent solar indices. U.S. Dept. of Commerce, NOAA, Space Weather Prediction Center (SWPC). 2011. URL: <http://www.swpc.noaa.gov/ftpdir/weekly/Recent-Indices.txt> (дата обращения 18.08.2011).

Институт космических исследований и аэронавигации им. Ю.Г. Шафера СО РАН, Якутск