



ISSN 1607–2855

Том 4 · № 2 · 2003 С. 70–71

УДК 523.4

Зв'язок синхротронного випромінювання Юпітера з циклом сонячної активності

А.П. Відьмаченко, Т.Б. Бенедичук, О.В. Павлюк

Головна астрономічна обсерваторія НАН України

В роботі виконано кореляційний аналіз часових рядів середніх коефіцієнтів сонячної активності та інтенсивності синхротронного випромінювання Юпітера. Виявлено практично функціональну залежність між цими двома величинами. Це вказує на існування впливу зміни активності Сонця на дециметрове радіовипромінювання Юпітера.

СВЯЗЬ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЮПИТЕРА С ЦИКЛОМ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ, Відьмаченко А.П., Бенедичук Т.Б., Павлюк А.В. — В работе выполнен корреляционный анализ временных рядов средних коэффициентов солнечной активности и интенсивности синхротронного излучения Юпитера. Выявлена практически функциональная зависимость между этими двумя величинами. Это указывает на существование влияния изменений активности Солнца на дециметровое радиоизлучение Юпитера.

RELATION OF JOVIAN SYNCHROTRON EMISSION WITH SOLAR ACTIVITY CYCLE, by Vid'machenko A.P., Benedichuk T.B., Pavliuk O.V. — In this work a correlation analysis of time series of solar activity average coefficients and Jovian synchrotron emission intensity was made. Practically functional dependence between these two parameters was detected. It indicates an existence of solar activity changes influence on Jovian decimetric radio emission.

З кінця 50-х років ХХ ст. відомо, що Юпітер є джерелом сильного нетеплового радіовипромінювання, яке генерується у внутрішній магнітосфері та верхній іоносфері планети. Одним із важливих компонентів цього випромінювання є дециметрове випромінювання ДВ, відкрите у 1959 році. Найвища інтенсивність випромінювання має місце поблизу магнітного екватора Юпітера на відстані $1 - 2 R_J$ від планети. Випромінювання являється лінійно поляризованим і генерується синхротронним випромінюванням (СВ) релятивістських електронів, захоплених магнітним полем Юпітера. Ця область є юпітеріанським еквівалентом земних радіаційних поясів.

Вивчення синхротронного випромінювання Юпітера показало, що його інтенсивність з часом змінюється. При цьому, були виявлені два типи варіацій: перший — короткоперіодичні з періодами тижні-місяці, другий — довгоперіодичні роки. При більш детальному вивченні більшість короткоперіодичних варіацій були ототожені з впливом наземних радіоджерел та інструментальних похибок. Теоретичні дослідження короткоперіодичних варіацій [5] виявили, що їх причиною, можливо, є зміни електронної густини і/або коефіцієнта їх дифузії всередині радіаційних поясів Юпітера. Аналіз нових спостережень, отриманих у листопаді 1996 року, підтвердив існування короткоперіодичних варіацій ДВ [7]. Їх порівняння з потоком сонячного випромінювання на довжині хвилі 10.7 см вказує на зв'язок короткоперіодичних варіацій та змін цього потоку. Причиною виникнення таких варіацій автори [7] вважають збільшення радіальної дифузії електронів, викликане нагріванням верхньої атмосфери Юпітера жорстким ультрафіолетовим випромінюванням Сонця.

Особливо чітко виділяються довгоперіодичні квазісинусоїдальні варіації з періодом близько 10–12 років. Це дозволяє зробити припущення про залежність процесів у магнітосфері Юпітера від сонячної активності. Порівняння значення загальної інтенсивності СВ Юпітера на λ 13 см з характеристиками сонячного вітру [4] виявили, що найбільша кореляція спостерігається при використанні в якості параметра порівняння лобового тиску сонячного вітру. При цьому, час затримки

складав біля 2-х років. Ці результати демонструють те, що сонячний вітер помітно модулює рух і збудження електронів в юпітеріанських радіаційних поясах, а час затримки, розрахований для кореляції з лобовим тиском сонячного вітру, може бути співставлений з часом радіальної дифузії електронів високих енергій із зовнішньої магнітосфери у внутрішню [4]. Можливою причиною змін інтенсивності дециметрового випромінювання Юпітера з періодом близьким до періоду обертання Юпітера навколо Сонця (~12 років) Худ [6] вважає зміни видимої геометрії розміщення планети.

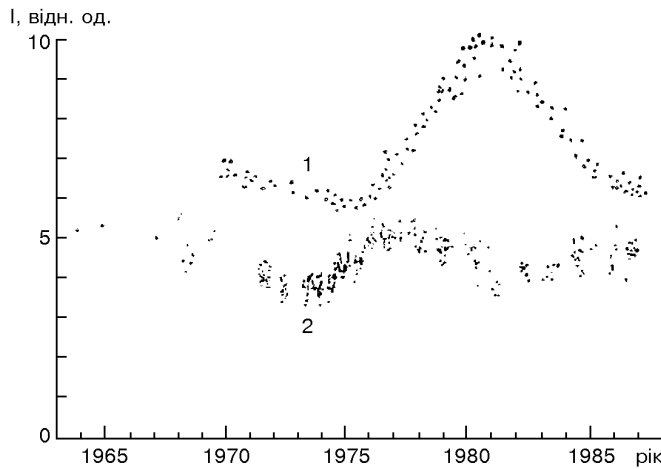


Рис. 1. Порівняння змін синхротронного випромінювання Юпітера в дециметровому діапазоні (2) та випромінювання Сонця в λ 10.7 см (1)

Юпітера в довжині хвилі λ 10.7 см і максимумами СВ Юпітера в довжину хвилі λ 10.7 см і максимумами СВ Юпітера теоретично є достатньою для дифузії швидких електронів сонячного вітру в область утворення синхротронного випромінювання на відстані $\sim 2 R_J$. Тому варіації СВ можуть бути викликані струмами, наведеними в нижніх шарах магнітосфери Юпітера під впливом змін потоку сонячного вітру [8].

Таким чином, наявність кореляційного зв'язку свідчить про існування певного впливу на синхротронне випромінювання Юпітера з боку Сонця. Затримка часу у ~ 2 роки між максимумами потоку Сонця і максимумами інтенсивності синхротронного випромінювання Юпітера достатня для дифузії швидких електронів сонячного вітру в область формування СВ ($\sim 2 R_J$). Це дозволяє зробити висновок про вплив змін сонячного потоку на зміни радіовипромінювання Юпітера.

Метою даної роботи була перевірка твердження про залежність процесів у магнітосфері Юпітера від змін потоку сонячного вітру. Для цього використовувалися усереднені за рік коефіцієнти сонячної активності (1 на рис. 1) і синхротронного випромінювання Юпітера (2 на рис. 1). В результаті порівняння цих двох часових рядів спостережних даних було отримано значення коефіцієнту кореляції $r = 0.86$, яке вказує на існування близької до функціональної залежності між ними. Максимум кореляції спостерігався при значенні часового зсуву між рядами даних на $\tau = 2$ роки. Така затримка між максимумами потоку випромінювання Сонця

1. Бендат Дж., Пирсол А. Приложения корреляционного и спектрального анализа. – М.: Мир, 1982. – 312 с.
2. Дженкинс Г., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения. Вып. 1. – М.: Мир, 1971. – 316 с.
3. Ксанфомалити Л.В. Парад планет. – М.: Наука, 1997. – 700 с.
4. Bolton S.J., Galkis S., Klein M.J., De Pater I., Thompson T.J. Correlation studies between solar wind parameters and the decimetric radio emission from Jupiter // Journal of Geophysical Research. – 1989. – **94**. – P. 121–128.
5. De Pater I., Goetz C.K. Radial diffusion models of energetic electrons and Jupiter's synchrotron radiation. 2. Time variability // Journal of Geophysical Research. – 1994. – **99**. – P. 2271–2287.
6. Hood L.L. Long-term changes in Jovian synchrotron radio emission: intrinsic variations or effects of viewing geometry? // Journal of Geophysical Research. – 1993. – **98**. – P. 5769–5783.
7. Miyoshi Y., Misawa H., Morioka A., Kondo T., Koyama Y., Nakajima J. Observation of short-term variation of Jupiter's synchrotron radiation // Geophysical Research Letters. – 1999. – **26**. – P. 9–12.
8. Kaiser M.L. Time-Variable Magnetospheric Radio Emissions from Jupiter // Journal of Geophysical Research. – 1993. – **98**. – C. 757–765.

Надійшла до редакції 16.07.2003