



ISSN 2411–6602 (Online)

ISSN 1607–2855 (Print)

Том 13 • № 1 • 2017 С. 28 – 34

УДК 523.4

## Изменения фотометрической активности облачного слоя Юпитера снова становятся периодическими

А.П. Видьмаченко

Главная астрономическая обсерватория НАН Украины, 03143, г. Киев, ул. Академика Заболотного, 27

*Приток солнечной энергии к атмосфере Юпитера на среднем расстоянии от Солнца примерно в 27 раз меньше, чем к Земле. Модельные исследования показали наличие обнаружимых вариаций температуры на некоторых уровнях в атмосфере Юпитера, вызванные изменением инсоляции при движении планеты по орбите и вариациями, связанными с солнечной активностью. Сезонные минимумы и максимумы температуры проявляются в атмосфере на высоте с давлением 250 мбар спустя около трех земных лет (сезон на Юпитере). Это соответствует значению радиационной постоянной  $\tau_R \approx 6 \cdot 10^7$  с. Выполненный нами анализ данных об относительном распределении яркости вдоль центрального меридиана Юпитера показал, что отношение яркостей северной и южной тропических зон  $A_j = B_{NT-z}/B_{ST-z}$  является хорошим индексом активности происходящих в атмосфере Юпитера процессов. Мы показали, что за сезонные изменения отражательных свойств облаков, в основном, могут отвечать вариации йовимагнитной широты Земли на Юпитере. В близкий к летнему солнцестоянию момент Юпитер находится в перигелии. Поэтому из-за эксцентриситета орбиты атмосфера северного полушария получает на 21% больше солнечной энергии, чем южного. В годы, когда глобальное влияние солнечных циклов изменения солнечной активности на всю планету синхронизируется с сезонным попеременным влиянием облучения то северного, то южного полушария, мы должны отмечать усиление корреляции показателя активности полушарий Юпитера  $A_j$  с периодической кривой изменения расстояния до Солнца при движении планеты по орбите. Анализ наблюдательных данных за период 1962–1995 гг. показал цикличность в изменении фактора активности полушарий планеты с периодом  $\sim 11,87$  лет. В 1995–2014 гг. периодичность изменения фактора активности нарушилась. А в 2014–2017 гг. периодичность сезонной перестройки в атмосфере Юпитера стала восстанавливаться.*

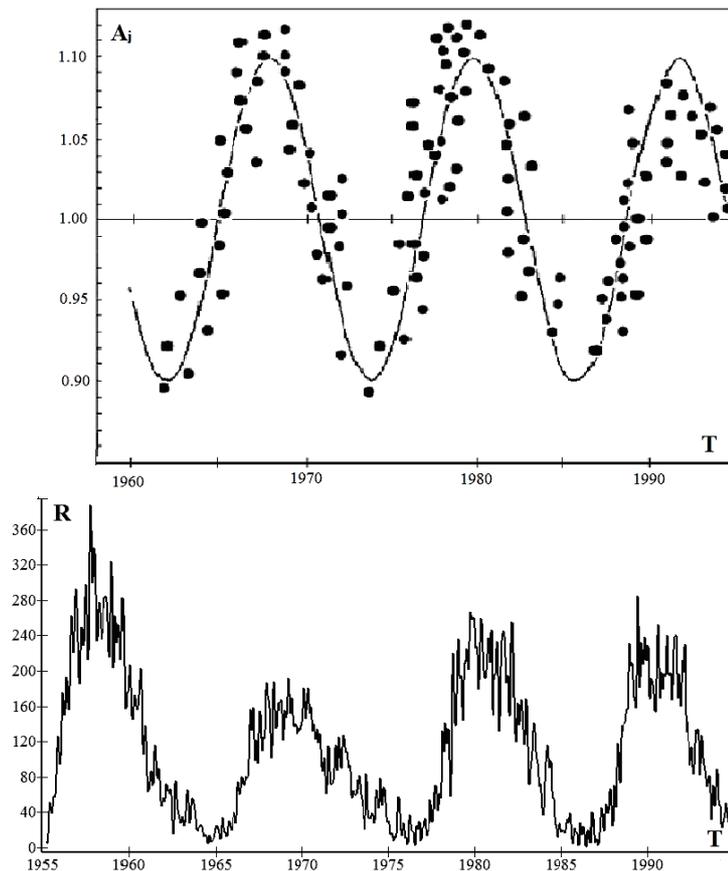
**Ключевые слова:** Юпитер; атмосфера; сезоны; солнечная активность.

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В видимой атмосфере Юпитера существенно изменяется форма, цвет и яркость его облачного слоя [11, 13, 26] на протяжении различных масштабов времени. Они могут быть вызваны, например, изменением значения альbedo, аэрозольного состава облаков, надоблачной дымки, температурного поля и т.п. Мы показали [12, 17–23, 27, 29–34, 42–48, 52–54], что в атмосфере Юпитера при наклоне оси вращения к плоскости орбиты всего  $3,13^\circ$ , также хорошо заметны сезонные изменения со значением периода  $\sim 11,86$  лет, как это имеет место и для Сатурна с его соответствующим наклоном в  $26,73^\circ$  [15, 24, 25, 28, 39–41, 49–51, 55–58, 61, 62, 64–66]. Это мы объяснили тем, что в мощной магнитосфере Юпитера предпочтительное влияние на изменение отражательных свойств облачного слоя планеты оказывают вариации йовимагнитной  $\varphi_m$  широты Земли [29–31]. Подсолнечная точка за год на магнитосфере Юпитера изменяется на угол более  $26^\circ$ . А наличие эксцентриситета его орбиты приводит к изменению притока солнечной энергии к атмосфере в разных полушариях планеты еще на 21% [30, 31, 38]. Это вызвано тем, что именно северное полушарие в близкий к летнему солнцестоянию момент наклонено к Солнцу в перигелии орбиты. Многочисленные исследования [6–8, 27, 29, 30, 63, 67–71] показали, что отношение яркостей северной и южной тропических и умеренных областей  $A_j$  является хорошим фактором активности процессов в атмосфере на Юпитере.

### 2. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА АТМОСФЕРУ ЮПИТЕРА

Поток солнечного излучения с различной частотой влияет на различные слои атмосферы планеты. В связи с этим последствия движения Юпитера по вытянутой орбите и цикл солнечной активности (СА) индуцируют изменение количественного и качественного состава его верхних слоев атмосферы, то есть вариации облучения атмосферы Солнцем влияют на кинематику, динамику и структуру видимого облачного слоя [37, 59]. Все это приводит к появлению периодичностей разной продолжительности в блеске планеты, отражательных характеристиках морфологических деталей и отдельных участков на диске. Солнце тотально воздействует на планетные процессы и может синхронизировать их, так что один из них может усиливаться за счет другого. Так, например, наземные и космические наблюдательные данные [70] показывают, что в близкий к осеннему для северного полушария равноденствию момент



**Рис. 1.** Сверху — изменение фактора активности полушарий Юпитера  $A_J$  со временем  $T$  за 1962–1995 годы. Внизу — изменение индекса  $R$  солнечной активности со временем  $T$  ([http://sidc.oma.be/html/sidc\\_graphics.html](http://sidc.oma.be/html/sidc_graphics.html))

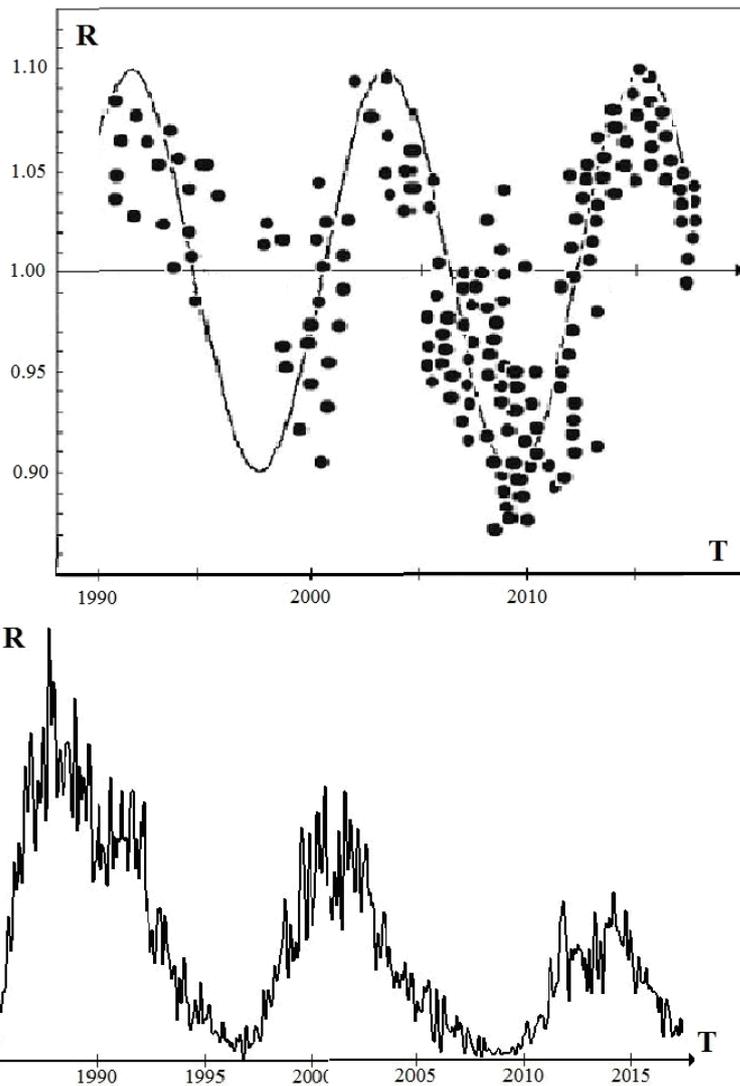
стратосфера северного полушария Юпитера была почти на 10 К теплее, чем южного. То есть увеличение притока энергии от Солнца в перигелии через несколько земных лет приводит к росту температуры в стратосфере и даже в верхней тропосфере [16]. Такая задержка теплового отклика почти на один сезон совпадает с теоретическим значением времени радиационной релаксации для водородно-гелиевой атмосферы на рассматриваемой высоте [10, 16]. В связи с этим отмеченные вариации температуры в разных полушариях Юпитера мы объясняем сезонными изменениями и наличием эксцентриситета орбиты; то есть, сезонным изменением инсоляции атмосферы. Более заметные вариации инсоляции характерны для высоких широт Юпитера.

Наше сравнение хода изменения интегральной звездной величины Юпитера  $M_J$  в визуальных лучах с вариациями активности процессов на Солнце по числам Вольфа  $W$  за полтора предыдущих столетия [27] показало, что ход блеска имеет минимумы для нечетных и максимумы для четных циклов СА [1–3, 5, 30]. Спектральным анализом фотометрических рядов данных [4, 9, 14, 35, 36] мы обнаружили в изменении видимого блеска Юпитера наличие удвоенного значения орбитального периода (23,9 года), самого орбитального периода (11,87 года) и периодов солнечной активности (22,1 и 11,1 года). И если солнечная активность глобально влияет на планету, то сезонные изменения проявляются в попеременных вариациях оптических свойств противоположных полушарий планеты.

Для нахождения сезонных изменений мы использовали наши наблюдательные данные за 1977–1996 гг., фотометрические данные других авторов, выполняемых с 1962 г., и дополнили их результатами, полученными из оцифрованных нами изображений Юпитера, полученных в 1990–2017 гг. и которые представлены на сайтах [72–74] и т.п.

Используя разработанную нами процедуру обработки оцифрованных нами же изображений [52], на рис. 1 и 2 (точки) мы представили временную зависимость вычисленных коэффициентов фотометрической активности полушарий Юпитера  $A_J$ . Ход вариаций  $A_J$  по методу наименьших квадратов согласовывался с синусоидой (линия на рис. 1, сверху). Расчеты позволили определить значение периода синусоиды  $11,87 \pm 0,07$  земных лет. Моменты прохождения Юпитера через перигелий орбиты имели место в близкие к моментам летнего солнцестояния для северного полушария планеты (1963.8, 1975.6, 1987.5, 1998.7, 2010.6). Почти в эти же моменты времени усредненная кривая зависимости  $A_J(T)$  проходила через минимумы своих значений.

Как видно из рис. 1 и 2, в период с 1995 по 2012 гг. стало заметным нарушение периодичности в



**Рис. 2.** Сверху — изменение фактора активности полушарий Юпитера  $A_J$  со временем  $T$  за 1990–2017 годы. Внизу — изменение индекса  $R$  солнечной активности со временем  $T$  ([http://sidc.oma.be/html/sidc\\_graphics.html](http://sidc.oma.be/html/sidc_graphics.html))

изменении отношений  $A_J$ . Отметим, что именно в эти годы наблюдалось максимальное рассогласование между моментами минимумов и максимумов солнечной активности и временем прохождения Юпитера по орбите через перигелий и афелий. А начиная с 2012–2014 гг. согласие между моментами прохождения Юпитера через избранные точки орбиты и циклами СА снова стало восстанавливаться [36].

Таким образом, данные о фотометрической активности полушарий Юпитера в 1962–1995 гг. хорошо коррелировали с изменением фактора солнечной активности  $R$  и моментами прохождения перигелия и афелия орбиты.

Начиная с 1995 г. стало увеличиваться рассогласование между поступлением солнечной энергии к противоположным полушариям Юпитера из-за вариаций солнечной активности и движением планеты по орбите. Особо отметим уменьшение общего притока солнечной энергии к зимнему северному полушарию. Но оно существенным образом компенсировалось общим поступлением энергии от Солнца из-за роста солнечной активности. Вследствие этого, несмотря на удаление планеты к афелию орбиты, рост индекса солнечной активности приводил к дополнительному нагреву уже южного летнего полушария. А вот приближение планеты к Солнцу в перигелии приводило к нагреву северного полушария атмосферы, тогда как тот факт, что в эти же моменты солнечная активность была минимальной, приводил к созданию дополнительного общего «охлаждающего» эффекта. Совместное воздействие на атмосферу Юпитера этих двух факторов и приводило к рассогласованию периодичности в характере изменения яркости северного и южного полушарий планеты.

### 3. ВЫВОДЫ

Выполненный нами анализ наблюдательных данных за 1962–2017 гг. говорит о существовании сезонной перестройки в атмосфере Юпитера. Это указывает на периодическую глобальную перестройку

структуры облачных слоев и надоблачной дымки. Анализ зависимости отражательных характеристик полушарий Юпитера по результатам наблюдений в видимом свете в 1962–1995 гг. показывает хорошо выраженное запаздывание на  $\approx 5-6$  лет как реакцию на 21% изменение облучения водородно-гелиевой атмосферы в разных полушариях при движении планеты по орбите. Происшедшее после 1995 г. рассогласование хода временной зависимости  $A_J(T)$ , индекса активности Солнца  $R(T)$  и режима облучения Юпитера Солнцем из-за его движения по орбите после 2014 г. снова становится согласованным. Это проявилось в восстановлении периодичности в изменении фотометрических характеристик северного и южного полушарий Юпитера.

1. Витинский Ю.И., Оль А.И., Сазонов Б.И. Солнце и атмосфера Земли. — Л.: Гидрометеиздат, 1976. — 351 с.
2. Мирошниченко Л.И. Солнечная активность и Земля. — М.: Наука, 1981. — 144 с.
3. Рубашев Б.Ш. Проблемы солнечной активности. — М.-Л.: Наука, 1964. — 563 с.
4. Сорокина Л.П. Максимальные контрасты на диске Юпитера в 1962–1968 гг. // *Астрономический циркуляр*. — 1973. — № 749. — С.4–7.
5. Эйгенсон М.С., Гневшиев М.Н., Оль А.И., Рубашев Б.М. Солнечная активность и ее земные проявления. — М.-Л.: ОГИЗ, 1948. — 323 с.
6. Beebe R.F., Suggs R.M., Little T. Seasonal north-south asymmetry in solar radiation incident on Jupiter's atmosphere // *Icarus*. — 1986. — Vol. 66(2). — P.359–365.
7. Focas J.H. Activity in Jupiter's atmospheric belts between 1904–1963 // *Icarus*. — 1971. — Vol. 15(1). — P.56–57.
8. Gierasch P.J., Goody R.M. Radiative time constant in the atmosphere of Jupiter // *Journal of Atmospheric Science*. — 1969. — Vol. 26. — P.979–980.
9. Klimenko V.M., Morozhenko A.V., Vid'machenko A.P. Phase effect for the brightness coefficient of the central disk of Saturn and features of Jupiter's disk // *Icarus*. — 1980. — Vol. 42. — P.354–357.
10. Kuroda T., Medvedev A.S., Hartogh P. Parameterization of radiative heating and cooling rates in the stratosphere of Jupiter // *Icarus*. — 2014. — Vol. 242. — P.149–157.
11. Morozhenko A.V., Ovsak A.S., Vid'machenko A.P., Teifel V.G., Lysenko P.G. Imaginary Part of the Refractive Index of Aerosol in Latitudinal Belts of Jupiter's Disc // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. — 2016. — Vol. 32(1). — P.30–37.
12. Morozhenko A.V., Vid'machenko A.P. Problems of remote investigations of planets // 34th COSPAR Scientific assembly. The second world space congress. Huston, Texas, USA. 10–19 October 2002. — P.54–55.
13. Ovsak A.S., Teifel V.G., Vid'machenko A.P., Lysenko P.G. Zonal differences in the vertical structure of the cloud cover of Jupiter from the measurements of the methane absorption bands at 727 and 619 nm // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. — 2015. — Vol. 31(3). — P.119–130.
14. Sanchez-Lavega A., Rodrigo R. Ground-based observations of synoptic cloud systems in southern equatorial to temperate latitudes of Jupiter from 1975 to 1983 // *Astron. Astrophys.* — 1985. — Vol. 148. — P.67–78.
15. Steklov A.F., Vid'machenko A.P., Miniailo N.F. Seasonal variations in the atmosphere of Saturn // *Soviet Astronomy Letters*. — 1983. — Vol. 9. — P.135–136.
16. Trafton L.M., Stone P.H. Radiative-Dynamical Equilibrium States for Jupiter // *Astrophysical Journal*. — 1974. — Vol. 188. — P.649–656.
17. Vid'machenko A.P. Observed manifestations of inner wave processes in the atmosphere of Jupiter // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1988. — Vol. 4. — P.40–46.
18. Vid'machenko A.P. Temporal changes in methane absorption in Jupiter's atmosphere // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. — 1997. — Vol. 13(6). — P.21–25.
19. Vid'machenko A.P. Brightness variations and free oscillations in Jupiter's atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 2002. — Vol. 18(3). — P.227–242.
20. Vid'machenko A.P. Brightness variations of celestial objects in astronomical observations at the Maidanank Mountain // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1994. — Vol. 10(5). — P.62–68.
21. Vid'machenko A.P. Brightness variations on Jupiter and free oscillations in its atmosphere // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. — 2002. — Vol. 18(3). — P.157–167.
22. Vid'machenko A.P. Giant planets — Theoretical and observational aspects // *Astronomicheskii Vestnik*. — 1991. — Vol. 25. — P.277–292.
23. Vid'machenko A.P. On the activity of Jupiter's atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1985. — Vol. 1(5). — P.91.
24. Vid'machenko A.P. Seasonal variations in the optical characteristics of Saturn's atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1999. — Vol. 15(5). — P.430–446.
25. Vid'machenko A.P. Seasonal variations in the optical characteristics of Saturn's atmosphere // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. — 1999. — Vol. 15(5). — P.320–331.
26. Vid'machenko A.P. Settling of dust in Jupiter's atmosphere after the impact of fragments of comet Shoemaker–Levy 9 // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. — 1995. — Vol. 11(4). — P.14–16.
27. Vid'machenko A.P. Temporal changes in methane absorption in Jupiter's atmosphere // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies*. — 1997. — Vol. 13(6). — P.21–25.

28. *Vid'machenko A.P.* The appearance of seasonal variations in Saturn's atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1987. — Vol. 3. — P.10–12.
29. *Vid'machenko A.P.* Time variations of methane absorption in the Jupiter's atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1997. — Vol. 13(6). — P.26–32.
30. *Vid'machenko A.P.* Variations in Reflective Characteristics of Jupiter's Atmosphere // *Astronomicheskii Vestnik.* — 1999. — Vol. 33(6). — P.527–535.
31. *Vid'machenko A.P.* Variations in Reflective Characteristics of Jupiter's Atmosphere // *Solar System Research.* — 1999. — Vol. 33(6). — P.464.
32. *Vidmachenko A.* Seasonal changes and free oscillations of Giant Planets Atmosphere // *Astronomical School's Report.* — 2000. — Vol. 1(1). — P.91–105.
33. *Vidmachenko A.P.* Activity of processes on the visible surfaces of Solar System bodies // *Astronomical School's Report.* — 2016. — Vol. 12(2). — P.14–26.
34. *Vidmachenko A.P.* Atmospheres of giant planets // *Astronomical School's report.* — 2008. — Vol. 4(2). — P.92–103.
35. *Vidmachenko A.P.* Brightness variations of celestial objects in astronomical observations at the Maidanak mountain // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 1994. — Vol. 10(5). — P.62–68.
36. *Vidmachenko A.P.* Changes in the brightness of Jupiter's hemispheres again become periodic // 19 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 24–25, 2017. The program and abstracts. Bila Tserkva, Ukraine. — P.17–19.
37. *Vidmachenko A.P.* Giant planets — Theoretical and observational aspects // *Astronomicheskii Vestnik.* — 1991. — Vol. 125. — P.277–292.
38. *Vidmachenko A.P.* Influence of solar activity on Jupiter's atmosphere // 18th International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. The program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine. May 26–27, 2016. — P.17–19.
39. *Vidmachenko A.P.* Influence of solar activity on seasonal variations of methane absorption in the atmosphere of Saturn // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 2015. — Vol. 31(3). — P.131–140.
40. *Vidmachenko A.P.* Influence of Solar Activity on the Brightness Factor of Photometric Activity of Jupiter's Hemispheres // 47th Lunar and Planetary Science Conference. March 21–25, 2016. Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1903. — P.1092.
41. *Vidmachenko A.P.* Influence of solar activity on the seasonal variation of methane absorption at Saturn // 17 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. May 20–22, 2015. Zhytomyr, Ukraine. The program and abstracts. — P.14–16.
42. *Vidmachenko A.P.* Observed manifestations of inner wave processes in the atmosphere of Jupiter // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1988. — Vol. 4. — P.40–46.
43. *Vidmachenko A.P.* On activity of Jupiter's atmosphere // 29th Annual Lunar and Planetary Science Conference. March 16–20 1998. Houston, TX, abstract no. 1092. — P.1–2.
44. *Vidmachenko A.P.* On the activity of Jupiter's atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1985. — Vol. 1(5). — P.91.
45. *Vidmachenko A.P.* On the activity of Jupiter's atmosphere // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 1985. — Vol. 1(5). — P.101–102.
46. *Vidmachenko A.P.* Periodic Changes in the Activity of Jupiter's Hemispheres // 47th Lunar and Planetary Science Conference. March 21–25, 2016. Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1903. — P.1091.
47. *Vidmachenko A.P.* Periodic changes in the activity of the hemispheres of Jupiter // 18 International scientific conference Astronomical School of Young Scientists. The program and abstracts. National Aviation University, Kyiv, Ukraine. May 26–27, 2016. — P.19–21.
48. *Vidmachenko A.P.* Periodic changes of the activity of processes in Jupiter's atmosphere // *Astronomical School's Report.* — 2016. — Vol. 12(1). — P.27–37.
49. *Vidmachenko A.P.* Planetary atmospheres // *Astronomical School's Report.* — 2009. — Vol. 6(1). — P.56–68.
50. *Vidmachenko A.P.* Reflectivity of Saturn's south equatorial region from 1977 through 1981 // *Solar System Research.* — 1985. — Vol. 18(3). — P.123–128.
51. *Vidmachenko A.P.* Seasonal changes and free oscillations of Giant Planets Atmosphere // *Astronomical School's Report.* — 2000. — Vol. 1(2). — P.91–105.
52. *Vidmachenko A.P.* Seasonal changes on Jupiter. 1. The factor activity of hemispheres // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 2016. — Vol. 32(4). — P.16–27.
53. *Vidmachenko A.P.* Seasonal changes on Jupiter. I. The factor activity of hemispheres // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 2016. — Vol. 32(4). — P.189–195.
54. *Vidmachenko A.P.* Seasonal Changes on Jupiter: 2. Influence of the Planet Exposure to the Sun // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 2016. — Vol. 32(4). — P.283–293.
55. *Vidmachenko A.P.* Seasonal variations in the optical characteristics of Saturn's atmosphere // *Kinematics and Physics of Celestial Bodies.* — 1999. — Vol. 15(5). — P.320–331.
56. *Vidmachenko A.P.* Seasons on Saturn. 1. Changes in reflecting characteristics of the atmosphere at 1964–2012 // *Astronomical School's Report.* — 2015. — Vol. 11(1). — P.1–14.

57. *Vidmachenko A.P.* Seasons on Saturn. II. Influence of solar activity on variation of methane absorption // *Astronomical School's Report*. — 2015. — Vol. 11(2). — P.15–23.
58. *Vidmachenko A.P.* Solar activity influence on seasonal changes in Saturn's atmosphere // 46th Lunar and Planetary Science Conference. March 16–20, 2015. Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1832. — P.1052.
59. *Vidmachenko A.P.* Some dynamical parameters of the Jupiter atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1986. — Vol. 2(1). — P.48–51.
60. *Vidmachenko A.P.* The appearance of seasonal variations in Saturn's atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1987. — Vol. 3(6). — P.10–12.
61. *Vidmachenko A.P.* The electrophotometry of Saturn. I — The distribution of brightness over the equatorial regions in the spectral range of 0.3–0.6 micron // *Astrometriia i Astrofizika*. — 1982. — Vol. 47. — P.70–75.
62. *Vidmachenko A.P.* Time variations of methane absorption in the Jupiter's atmosphere // *Kinematika i Fizika Nebesnykh Tel.* — 1997. — Vol. 13(6). — P.26–32.
63. *Vidmachenko A.P.* Variations in Reflective Characteristics of Jupiter's Atmosphere // *Solar System Research*. — 1999. — Vol. 33. — P.464–469.
64. *Vid'machenko A.P.* Absolute electrophotometry of features of Saturn's disc // *Physics of planetary atmospheres*. — 1981. — P.113–132.
65. *Vidmachenko A.P., Dlugach Zh.M., Morozhenko A.V.* Nature of the optical nonuniformity in Saturn's disk // *Solar System Research*. — 1984. — Vol. 17, No. 4. — P.164–171.
66. *Vidmachenko A.P., Dlugach Zh.M., Morozhenko A.V.* Nature of the optical inhomogeneity of Saturn's disk // *Astronomicheskii Vestnik*. — 1983. — Vol. 17(4). — P.216–224.
67. *Vidmachenko A.P., Klimenko V.M., Morozhenko A.V.* Multicolor photometry of features on the disk of Jupiter. I — Relative spectrophotometry in the 1977–1978 observing period // *Astronomicheskii Vestnik*. — 1980. — Vol. 14. — P.80–85.
68. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Minyailo N.F.* Seasonal activity on Jupiter // *Soviet Astronomy Letters*. 1984. — Vol. 10. — P.289–290.
69. *Vidmachenko A.P., Steklov A.F., Minyailo N.F.* Seasonal activity on Jupiter? // *Pisma v Astronomicheskii Zhurnal*. — 1984. — Vol. 10. — P.691–695.
70. *Wagener R., Caldwell J.* Strong north/south asymmetry in the Jovian atmosphere // *Icarus*. — 1988. — Vol. 74(1). — P.141–152.
71. *West R.A.* Spatially resolved methane band photometry of Jupiter. I. Analysis of the south equatorial belt and the south tropical zone reflectivity // *Icarus*. — 1979. — Vol. 38(1). — P.34–53.
72. <http://kardasis.weebly.com/> — Manos Kardasis.
73. <http://obs.nineplanets.org/obs/obslist.html> — Amateur Astronomical Observatories.
74. <http://www.acquerra.com.au/astro/gallery/jupiter/index.live> — Anthony Wesley.

### **Зміни фотометричної активності хмарного шару Юпітера знову стають періодичними**

*Відьмаченко А.П.*

Головна астрономічна обсерваторія НАН України, 03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 27

Надходження сонячної енергії в атмосферу Юпітера на середній відстані від Сонця приблизно в 27 разів менше, ніж до Землі. Моделювання показало наявність суттєвих варіацій температури на деяких рівнях атмосфери Юпітера, викликаних зміною інсоляції при русі планети по орбіті та варіаціями, пов'язаними з сонячною активністю. Сезонні мінімуми і максимальна температура проявляються в атмосфері на висотах з тиском 250 мбар через приблизно три земні роки (сезон на Юпітері). Це відповідає величині постійної радіації  $\tau_R \approx 6 \cdot 10^7$  с. Наш аналіз даних про відносний розподіл яскравості уздовж центрального меридіану Юпітера показав, що відношення яскравості північних і південних тропічних зон  $A_f = B_{NTZ}/B_{STZ}$  є хорошим показником активності процесів, що відбуваються в атмосфері Юпітера. Варіації йовімагнітної широти Землі можуть бути відповідальними за наявність сезонних змін у відбивальних властивостях хмар Юпітера. У час, близький до літнього сонцестояння, Юпітер знаходиться в перигелії своєї орбіти. Тому через витягнутість орбіти атмосфера північної півкулі отримує на 21% більше сонячної енергії, ніж південна. Зміни сонячної активності за сонячний цикл мають глобальний вплив на всю планету. У роки, коли такі зміни синхронізувалися із сезонним впливом опромінення поперемінно то на північну, то на південну півкулю, ми відзначали збільшення кореляції індексу  $A_f$  активності півкуль Юпітера з періодичною кривою зміни відстані до Сонця при русі планети по орбіті. Аналіз даних спостережень за період 1962–1995 рр. показав циклічну зміну коефіцієнта активності півкулі планети з періодом  $\sim 11,87$  років. У 1995–2014 рр. періодичність зміни фактора активності була порушена. Але в 2014–2017 рр. періодичність сезонної реструктуризації атмосфери Юпітера почала відновлюватися.

**Ключові слова:** Юпітер; атмосфера; сезони; сонячна активність.

### **Variations in the photometric activity of Jupiter's cloud layer again become periodic**

*Vidmachenko A.P.*

Main astronomical observatory of NASU, Akademika Zabolotnoho St. 27, 03143 Kyiv, Ukraine

The influx of solar energy to the Jovian atmosphere at an average distance from the Sun is about 27 times smaller than to the Earth. Modeling studies showed the presence of detectable temperature variations at some levels in the Jovian

atmosphere, caused by a change in insolation during the motion of the planet along the orbit, and variations associated with solar activity. Seasonal minima and maximum temperatures appear in the atmosphere at an altitude of 250 mbar after about three Earth years (the season on Jupiter). This corresponds to the value of the radiation constant  $\tau_R \approx 6 \cdot 10^7$  s. Our analysis of the data on the relative brightness distribution along the central meridian of Jupiter showed that the ratio of the brightness of the northern and southern tropical zones  $A_j = B_{NTTZ}/B_{STTZ}$  is a good index of the activity of the processes occurring in the Jovian atmosphere. Variations in the geomagnetic latitude of the Earth, may be responsible for the presence of seasonal changes in the reflecting properties of the clouds of Jupiter. At a time close to the summer solstice, Jupiter is in perihelion of its orbit. Therefore, because of the orbit's eccentricity, the atmosphere of the northern hemisphere receives 21% more solar energy, than the southern one. Changes in solar activity during solar cycles have a global impact on the entire planet. In the years when such changes are synchronized with seasonal impact of irradiation alternately to the northern, and then to the southern hemisphere — we noted an increase in the correlation of the activity index of the Jupiter hemispheres  $A_j$  with the periodic curve of the change in distance to the Sun during the motion of the planet in orbit. Analysis of observational data for the period 1962–1995 showed a cyclic change in the activity factor of the planet's hemispheres with a period of  $\sim 11.87$  years. In 1995–2014 the periodicity of the change in the activity factor was disrupted. And in 2014–2017 the periodicity of seasonal restructuring in Jupiter's atmosphere began to recover.

**Keywords:** Jupiter; atmosphere; seasonal variations; solar activity.

Надійшла до редакції / Received	3.08.2017
Виправлена авторами / Revised	21.09.2017
Прийнята до друку / Accepted	27.09.2017