

**NEWS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES**

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 303 (2015), 87 –

**THE STUDY OF METAN-AMMONIUM ABSORPTION  
ON JUPITER IN SEASON OF 2015 VISIBILITY.  
II. EQUATORIAL BELTS AND TROPICAL ZONES**

V. D. Vdovichenko, G. A. Kirienko, P. G. Lysenko

DTOO "V. G. Fessenkov Astrophysical Institute", Almaty, Kazakhstan.

E-mail: vdv1942@mail.ru

**Key words:** Jupiter, methane, ammonia, absorption bands, infrared region.

**Abstract.** On the base of 2014 - 2015 observations of Jupiter (during its confrontation) the distribution of methane and ammonia absorption along the South and North tropical zones (STrZ and NTrZ) and South and North equatorial belts (SEB and NEB) of the planet was derived. A study of only ammonia absorption required (while the observation processing) the ammonia band distinguishing from the IR spectra of Jupiter blended with the strong methane bands. This fact deserves a special attention. In the area of the Great Red Spot, situated in the STrZ, both the methane and ammonia show obvious absorption decreasing. Furthermore, the vertical irregularity of ammonia distribution (as well as spatial one in the NEB), marked before and now, is particularly apparent in the area of the GRS.

УДК 523.45

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАНОВО-АММИАЧНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ  
НА ЮПИТЕРЕ В СЕЗОН ВИДИМОСТИ 2015 ГОДА.  
II. ЭКВАТОРИАЛЬНЫЕ ПОЯСА И ТРОПИЧЕСКИЕ ЗОНЫ**

В. Д. Вдовиченко, Г. А. Кириенко, П. Г. Лысенко

ДТОО «Астрофизический институт им. В. Г. Фесенкова, Алматы, Казахстан

**Ключевые слова:** Юпитер, метан, аммиак, полосы поглощения, инфракрасная область.

**Аннотация.** На основе наблюдений Юпитера в 2014 и 2015 гг (в период его противостояния) получено распределение метанового и аммиачного поглощения вдоль южной и северной тропических зон (STrZ и NTrZ) и южного и северного экваториальных поясов (SEB и NEB) планеты. Исследование вариаций «чисто» аммиачного поглощения требовало в процессе обработки наблюдательного материала выделить из ИК спектров Юпитера аммиачные полосы, бледируемые сильными полосами метана. Этот факт заслуживает особого внимания. В районе Большого Красного Пятна («принадлежащего» STrZ) и метан, и аммиак проявляют характерное ослабление поглощения, причем свойственная аммиаку, отмеченная и здесь, и ранее, вертикальная (а в NEB - и пространственная) неравномерность его распределения, особенно проявляется именно в районе БКП.

Атмосфера Юпитера находится в состоянии бурной конвекции, подогреваемой теплом его недр. Конвективные движения приводят к выравниванию температур дневного и ночного полушарий. На низких широтах мощные кориолисовы силы превращают вертикальные конвективные движения в горизонтальные, а движения в направлении север-юг – в западно-восточные, направленные вдоль параллелей. Это и приводит к тому, что видимая облачная поверхность Юпитера делится на множество темных и светлых полос, параллельных экватору. Огромные воздушные

массы поднимаются вверх в зонах и опускаются в поясах, замыкая конвективные ячейки и оказывая влияние на их пространственную и вертикальную структуру.

Из всего разнообразия облачных структур выделяются пять наиболее стабильно наблюдаемых зон и поясов. Широкая светлая экваториальная зона (EZ) простирается примерно между широтами 7°S и 7°N. Выше и ниже EZ – темные Северный и Южный экваториальные пояса (NEB и SEB), простирающиеся до 18°N и 18°S соответственно. Дальше от экватора лежат светлые Северная и Южная тропические зоны (NTrZ и STrZ).

В предыдущей статье мы рассмотрели особенности поведения полос поглощения метана и аммиака вдоль экваториальной зоны (EZ). Аналогичные результаты получены и для других облачных структур: NEB, SEB, NTrZ, STrZ.

Обращает на себя внимание тот факт, что при довольно симметричном в направлении запад-восток распределении яркости в непрерывном спектре 630 нм, в глубокой и в умеренных полосах поглощения метана 889, 861 и 725 нм, наблюдается симметричный ход поглощения вдоль облачных поясов и зон. Для более слабых полос наблюдается асимметрия, особенно хорошо выраженная в самых мелких полосах поглощения 619 и 705 нм, формирующихся на большой глубине порядка 10-20 бар. Напомним, что наблюдения велись в период противостояния Юпитера 5-6-7 февраля 2015 года при нулевой фазе, что в случае горизонтальной однородности облачного покрова предполагает и симметричное распределение поглощения.

Полоса поглощения аммиака 645 нм для исследуемых облачных зон и поясов также как и для экваториального пояса указывает на наличие вертикальной неоднородности относительного содержания аммиака в атмосфере Юпитера, а в области NEB еще и на ярко выраженную пространственную неоднородность.

Неравномерная структура распределения NH<sub>3</sub> по диску Юпитера следует как из результатов ИК наблюдений с Cassini, так и по обработке данных Voyager/IRIS [1-4]. Максимальная информация извлекается из области спектра 8-11 мкм, и относится к уровню 550 мбар, т.е., к промежуточным высотам. Особенно неравномерность распределения аммиака проявляется в районе БКП. Фильтровые инфракрасные измерения демонстрируют внутри «интерьера» БКП асимметрию

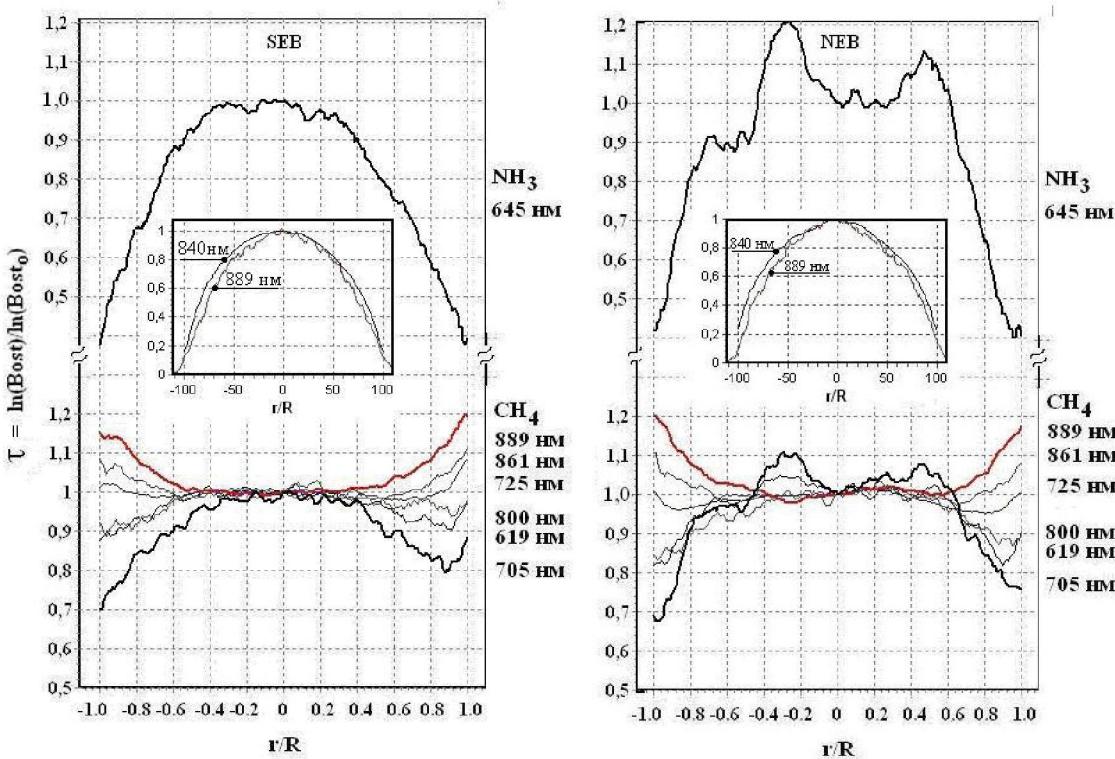


Рисунок 1 – Распределение поглощения вдоль SEB и NEB

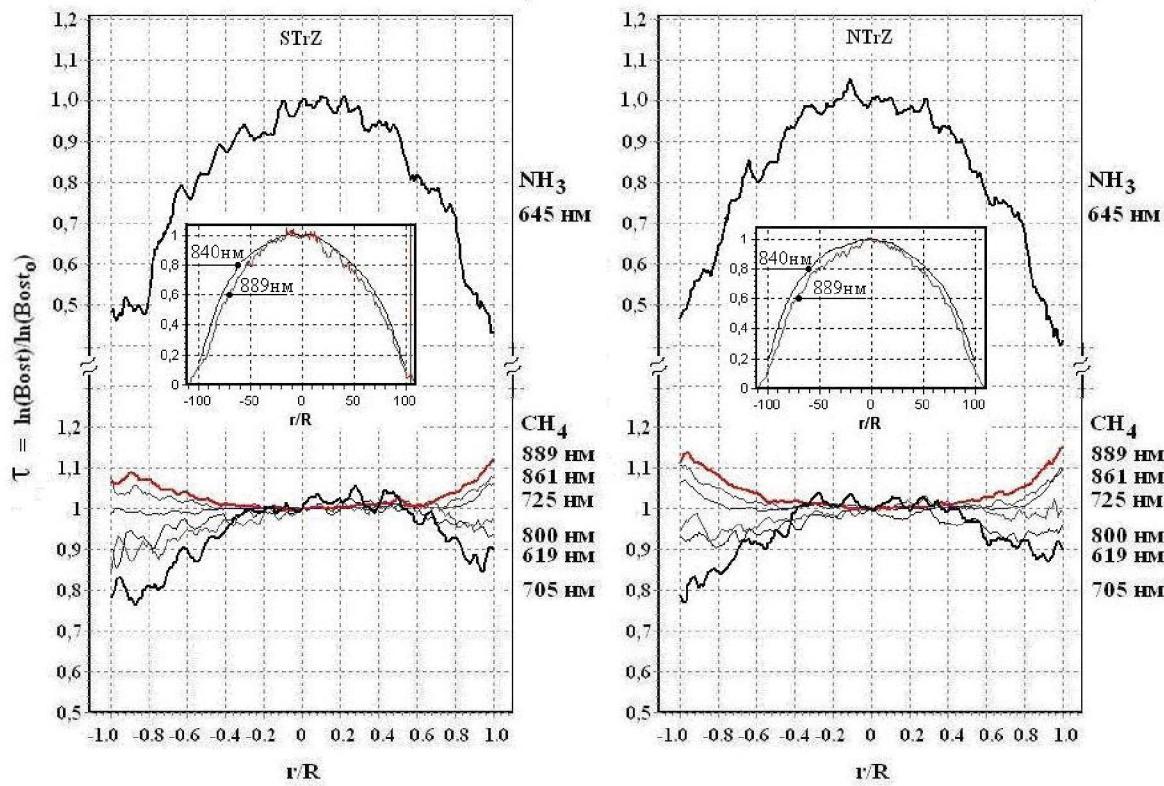


Рисунок 2 – Распределение поглощения вдоль STrZ и NTrZ

север-юг, показывая более высокие содержания к северу от теплого центрального ядра, близкайшего к SEB, и самые низкие содержания – в симметричной дуге, находящейся вблизи южной периферии рядом с STrZ, которая характеризуется наиболее высокими температурами [1-4]. Изображения и спектры результатов наблюдения Galileo (NIMS – Near-Infrared Mapping Spectrometer) показывают в районе БКП спектроскопически отождествленные аммиачные облака. Тurbulentный регион кильватера БКП является областью с высокой степенью непрозрачности в

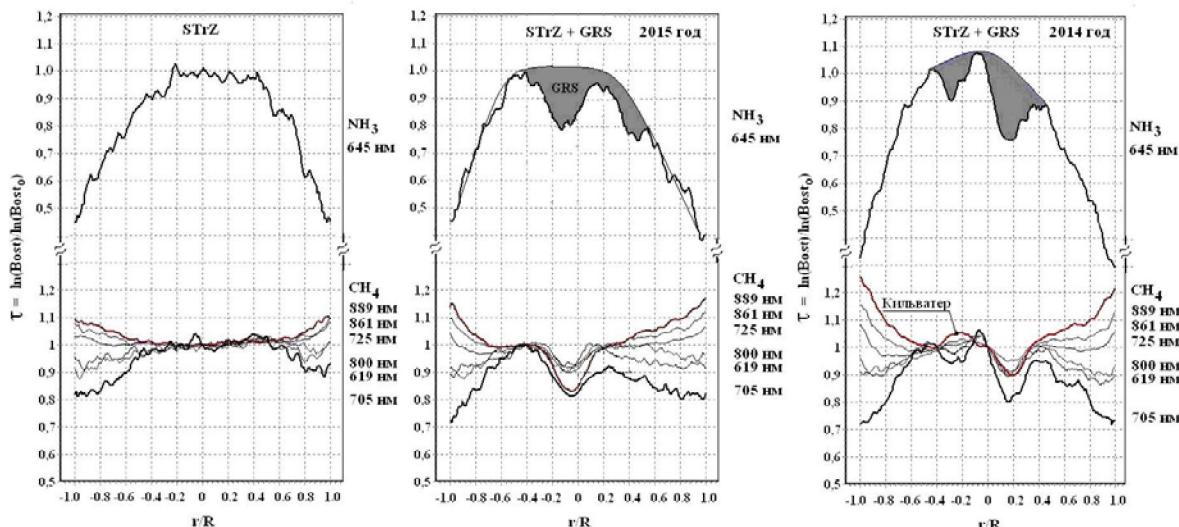


Рисунок 3 – Распределение поглощения вдоль STrZ до прохождения БКП (слева) и в момент прохождения БКП через центральный меридиан (посередине) в 2015 году и через 30 минут после прохождения центрального меридиана в момент противостояния Юпитера в 2014 году

$\lambda$  1.6 мкм и имеет большую поглощающую способность в  $\lambda$  2.73 мкм, свидетельствующую о поглощении аммиачным льдом [5, 6].

Наши наблюдения STrZ велись как в момент прохождения БКП (GRS) через центральный меридиан, так и за 3 часа до этого (рисунок 3).

Из рисунка 3 хорошо видно, что оба газа – как метан, так и аммиак – проявляют характерное ослабление поглощения в районе Большого Красного Пятна. Однако в районе «кильватера» если аммиак демонстрирует простое понижение поглощения, то поведение полос поглощения метана различной интенсивности явно свидетельствует о том, что эта область расположена ниже основной палубы БКП.

*Работа выполнена в рамках проекта №00073/ГФ4.*

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Fletcher L. N., Orton G. S., Mousis O., et al. Thermal Structure and Composition of Jupiter's Great Red Spot from High-Resolution Thermal Imaging //Icarus 2010. 208. P. 306–328.
- [2] Lara L., Bezard B., Griffith C., Lacy J., Owen T., High-resolution 10-micronmeter spectroscopy of ammonia and phosphine lines on Jupiter. //Icarus 1998. 131 (2). P. 317–333.
- [3] Sada P.V., Beebe R.F., Conrath B.J., Comparison of the Structure and Dynamics of Jupiter's Great Red SPOT between the Voyager 1 and 2 Encounters. //Icarus Feb. 1996. 119. P. 311–335.
- [4] Griffith C.A., Bezard B., Owen T., and Gautier D., 1992. The tropospheric abundances of NH<sub>3</sub> and PH<sub>3</sub> in Jupiter's Great Red Spot, from Voyager IRIS observations. Icarus 98, pp. 82–93.
- [5] West R.A., Baines K.H., Friedson A.J. et al Jovian Clouds and Haze //In Bagenal, F.; Dowling, T.E.; McKinnon, W.B. Jupiter: The Planet, Satellites and Magnetosphere. Cambridge:Cambridge University Press 2004.
- [6] Baines K., Carlson R., Kamp L., Fresh Ammonia Ice Clouds in Jupiter I. Spectroscopic Identification, Spatial Distribution, and Dynamical Implications. //Icarus 2002. 159 (1). P. 74–94.

## REFERENCES

- [1] Fletcher L. N., Orton G. S., Mousis O., et al. Thermal Structure and Composition of Jupiter's Great Red Spot from High-Resolution Thermal Imaging. Icarus **2010**. 208. P. 306–328.
- [2] Lara L., Bezard B., Griffith C., Lacy J., Owen T., High-resolution 10-micronmeter spectroscopy of ammonia and phosphine lines on Jupiter. Icarus **1998**. 131 (2). P. 317–333.
- [3] Sada P.V., Beebe R.F., Conrath B.J., Comparison of the Structure and Dynamics of Jupiter's Great Red SPOT between the Voyager 1 and 2 Encounters. Icarus Feb. 1996. 119. P. 311–335.
- [4] Griffith C.A., Bezard B., Owen T., and Gautier D.. The tropospheric abundances of NH<sub>3</sub> and PH<sub>3</sub> in Jupiter's Great Red Spot, from Voyager IRIS observations. Icarus **1992**. 98, pp. 82–93.
- [5] West R.A., Baines K.H., Friedson A.J. et al Jovian Clouds and Haze In Bagenal, F.; Dowling, T.E.; McKinnon, W.B. Jupiter: The Planet, Satellites and Magnetosphere. Cambridge:Cambridge University Press **2004**.
- [6] Baines K., Carlson R., Kamp L., Fresh Ammonia Ice Clouds in Jupiter I. Spectroscopic Identification, Spatial Distribution, and Dynamical Implications. Icarus **2002**. 159 (1). P. 74–94.

## 2015 ЖЫЛЫ КӨРИНУ МАУСЫМЫНДА ЮПИТЕРДЕ МЕТАНДЫ-АММИАКТЫ ЖҮТҮДҮ ЗЕРТТЕУ. II. ЭКВАТОР БЕЛДЕУЛЕРІ ЖӘНЕ ТРОПИКАЛЫҚ АЙМАҚ

**В. Д. Вдовиченко, Г. А. Кириенко, П. Г. Лысенко**

«В. Г. Фесенков атындағы Астрофизика институты» ЕЖШС, Алматы, Қазақстан

**Тірек сөздер:** Юпитер, метан, аммиак, жұту жолақтары, инфрақызыл аймақ.

**Аннотация.** 2014 және 2015 жылдардағы Юпитерді (оның қарама-қарсы кезінде) бакылаулар негізінде ғаламшардың онтүстік және солтүстік тропикалық зоналар бойында (STrZ және NTrZ) және онтүстік және солтүстік экватор белдеулерінде метан және аммиак жұтуларының таралуы алынды. «Газа» аммиакты жұту-дың вариациясын зерттеу метаниның құшті жолақтарымен араласқан аммиакты жұту Юпитер спектрлерінен ИҚ айыру бакылау материалдарын өндөу процессінде талап етілді. Бұл факт ерекше назарда болуға лайық. Үлкен Қызыл Дақ аумағында («соган тән» STrZ) метан да, аммиак та жұтуудың әлсіреу сипатын танытады, осы жерде де ертеректеде айтылған аммиакқа тән (ал NEB – және кеңістіктік) оның таралуының әркелкілігі әсіресе YҚД аумағында байқалады.

Поступила 15.15.2015 г.