

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

**ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ**



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



**PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES**

5 (303)

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2015 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2015 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2015**

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчеков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к ең е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 5, Number 303 (2015), 87 – 90

**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**

DТОО "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, blendируемые 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 NH₃ 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

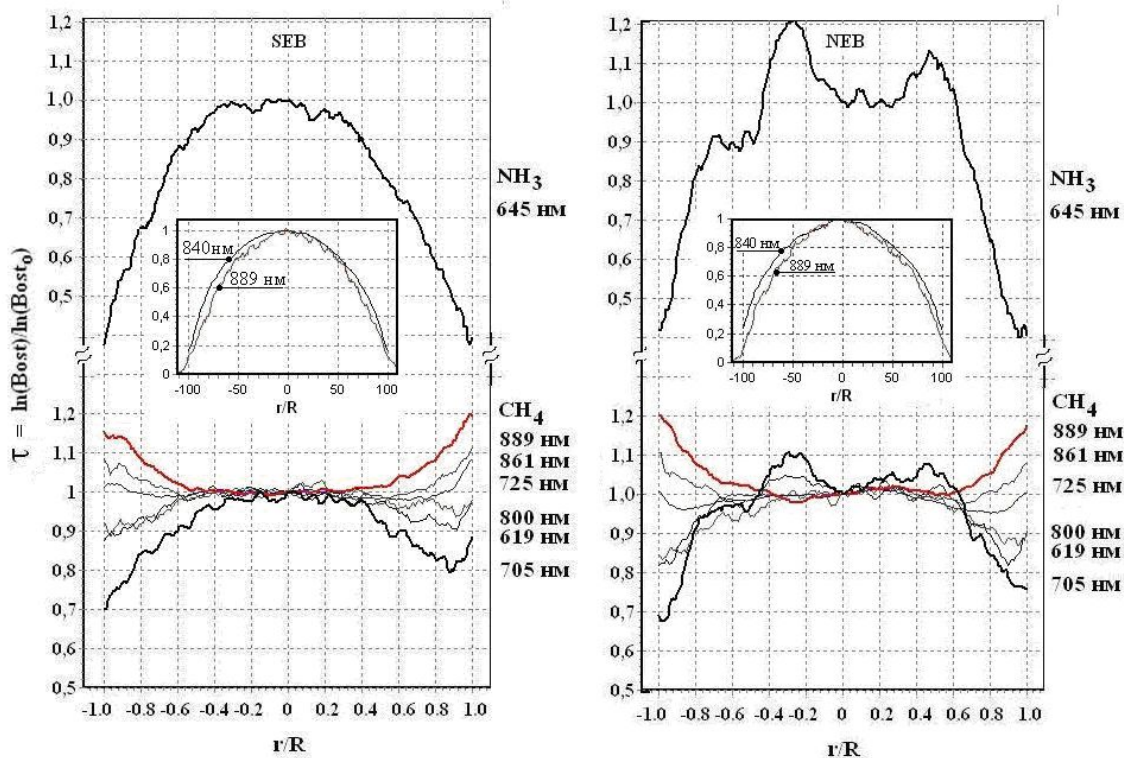


Рисунок 1 – Распределение поглощения вдоль SEB и NEB

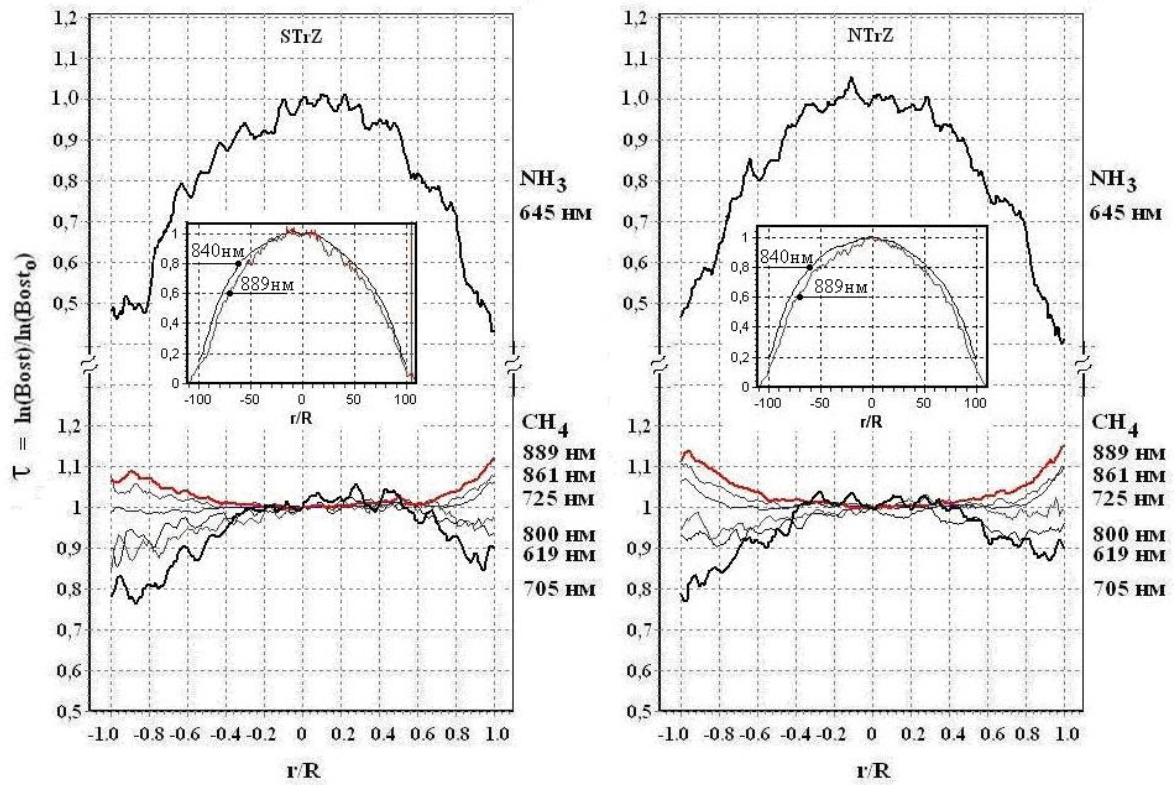


Рисунок 2 – Распределение поглощения вдоль STrZ и NTrZ

север-юг, показывая более высокие содержания к северу от теплого центрального ядра, ближайшего 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. Турбулентный регион кильватера БКП является областью с высокой степенью непрозрачности в

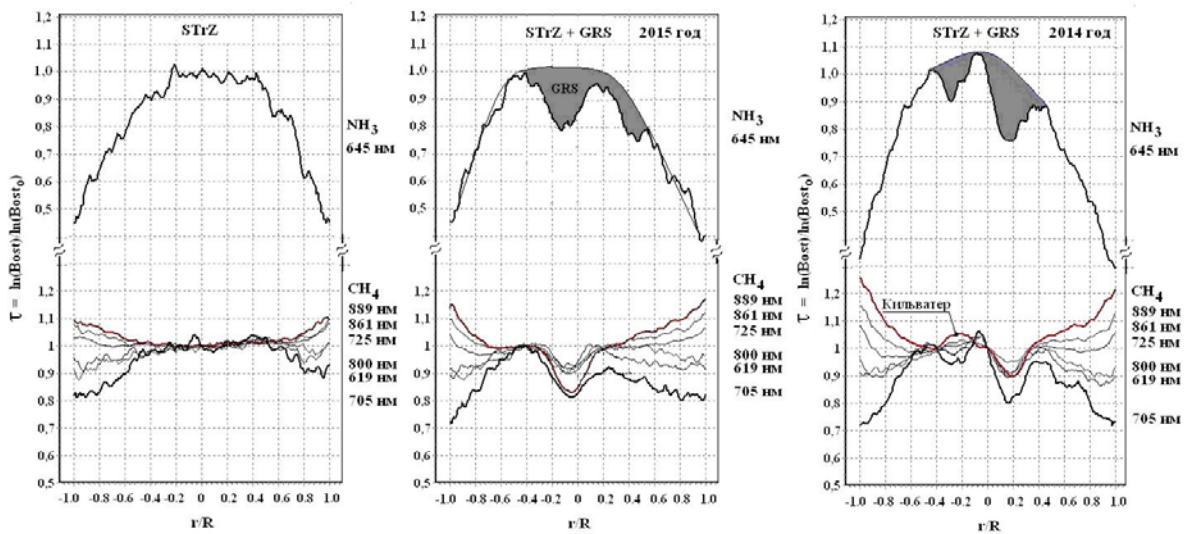


Рисунок 3 – Распределение поглощения вдоль STrZ до прохождения БКП (слева) и в момент прохождения БКП через центральный меридиан (посередине) в 2015 году и через 30 минут после прохождения центрального меридиана в момент противостояния Юпитера в 2014 году

λ 1.6 мкм и имеет большую поглощательную способность в λ 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 №0073/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., Bezaud 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., Bezaud B., Owen T., and Gautier D., 1992. The tropospheric abundances of NH₃ and PH₃ 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., Bezaud 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., Bezaud B., Owen T., and Gautier D.. The tropospheric abundances of NH₃ and PH₃ 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 КӨРІНУ МАУСЫМЫНДА ЮПИТЕРДЕ МЕТАНДЫ-АММИАКТЫ ЖҰТУДЫ 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) бақылаулар негізінде ғаламшардың оңтүстік және солтүстік тропикалық зоналар бойында (STrZ және NTrZ) және оңтүстік және солтүстік экватор белдеулерінде метан және аммиак жұтуларының таралуы алынды. «Таза» аммиакты жұтудың вариациясын зерттеу метанның күшті жолақтарымен араласқан аммиакты жұту Юпитер спектрлерінен ИҚ айыру бақылау материалдарын өңдеу процессінде талап етілді. Бұл факт ерекше назарда болуға лайық. Үлкен Қызыл Дақ аумағында («соған тән» STrZ) метан да, аммиак та жұтудың әлсіреу сипатын танытады, осы жерде де ертеректеде айтылған аммиакқа тән (ал NEB – және кеңістіктік) оның таралуының әркелкілігі әсіресе ҮҚД аумағында байқалады.

Поступила 15.15.2015 г.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 25.09.2015.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
11,0 п.л. Тираж 300. Заказ 5.