

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 **Байғұнчекөв 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), 91 – 95

**THE STUDY OF METAN-AMMONIUM ABSORPTION ON JUPITER
IN SEASON OF 2015 VISIBILITY. III. CENTRAL MERIDIAN****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 and 2015 spectral observations we obtained the methane and ammonia absorption variations across the Jovian disk. In this article we focus on the ammonia absorption peculiarities along the planet's central meridian. Ammonia absorption bands in the near infrared region of the spectrum are picked out against the strong methane absorption ones using the original method of spectrum processing. It was noted (as well as in our earlier articles) that in the southern hemisphere the ammonia absorption tends to almost monotonous decreasing from the equator to the pole, unlike the northern hemisphere, where there is its sharp decreasing at the boundary between the bright EZ and dark NEB, and further little changing at mid-latitudes. This anomalous ammonia behavior at latitudes of $\pm 30^\circ$ is quite well connected with the main zonal jet streams and the map of Jovian winds.

УДК 523.45

**ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАНОВО-АММИАЧНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ
НА ЮПИТЕРЕ В СЕЗОН ВИДИМОСТИ 2015 ГОДА.
III. ЦЕНТРАЛЬНЫЙ МЕРИДИАН****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 спектральных наблюдений 2014 и 2015 г. получены вариации метанового и аммиачного поглощения по диску Юпитера. В данной статье мы акцентируем внимание на особенностях аммиачного поглощения именно вдоль центрального меридиана планеты. Полосы поглощения аммиака в ближней ИК области спектра выделяются на фоне сильных полос поглощения метана с помощью оригинального метода обработки спектров. Отмечено (как и в ранних наших работах), что в южном полушарии аммиаку свойственно почти монотонное ослабление поглощения от экватора к полюсу, в отличие от северного полушария, где наблюдается резкий спад поглощения на границе яркой EZ и темного NEB и дальнейшие небольшие изменения в умеренных широтах. Такое anomalous поведение аммиака в пределах широт $\pm 30^\circ$ довольно хорошо связывается с основными зональными струйными течениями и с картой ветров на Юпитере.

В предыдущих двух статьях мы рассмотрели особенности поведения полос поглощения метана и аммиака вдоль экваториальной зоны (EZ) и вдоль основных облачных поясов и зон Юпитера, а также Южной тропической зоны (STrZ) в момент видимости Большого Красного Пятна (БКП).

В данной статье мы коснемся особенностей распределения поглощения метана и аммиака вдоль центрального меридиана Юпитера, до и во время прохождения БКП через него.

Как мы уже упоминали, незначительные вариации в интенсивности полос поглощения требуют особого методологического подхода, как к получению наблюдательного материала, так и к его обработке.

При исследовании полос поглощения к таковым в первую очередь следует отнести выбор участков непрерывного спектра. На рисунке 1 представлены фотометрические разрезы экватора и центрального меридиана в участках непрерывного спектра 630 и 840 нм. Хорошо видно, что разрезы в двух далеко разнесенных длинах волн абсолютно идентичны.

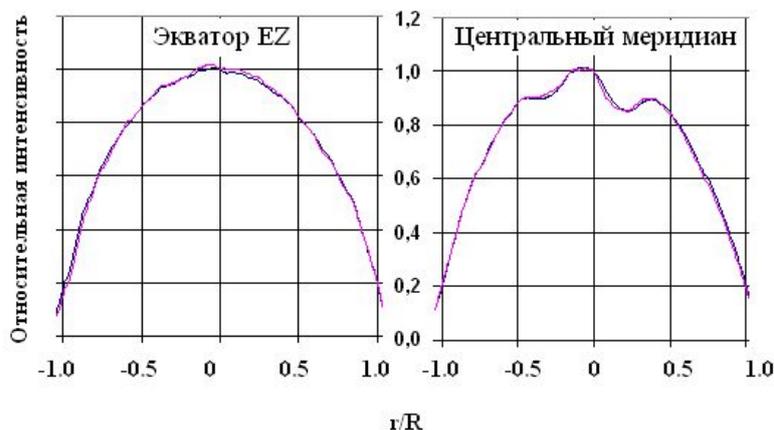


Рисунок 1 – Ход яркости вдоль экватора (слева) и вдоль центрального меридиана (справа) в непрерывном спектре 630 нм и 840 нм

Поведение полос поглощения метана различной интенсивности вдоль центрального меридиана зависит от вертикальной структуры, оптической плотности и положения верхней границы облачного покрова на разных широтах планеты.

На рисунке 2 представлены результаты наших спектральных наблюдений в 2015 и 2014 гг. вдоль центрального меридиана (ЦМ) в непрерывном спектре и в сильной полосе поглощения CH_4 886 нм в момент прохождения Большого Красного Пятна (БКП) через центральный меридиан и без него.

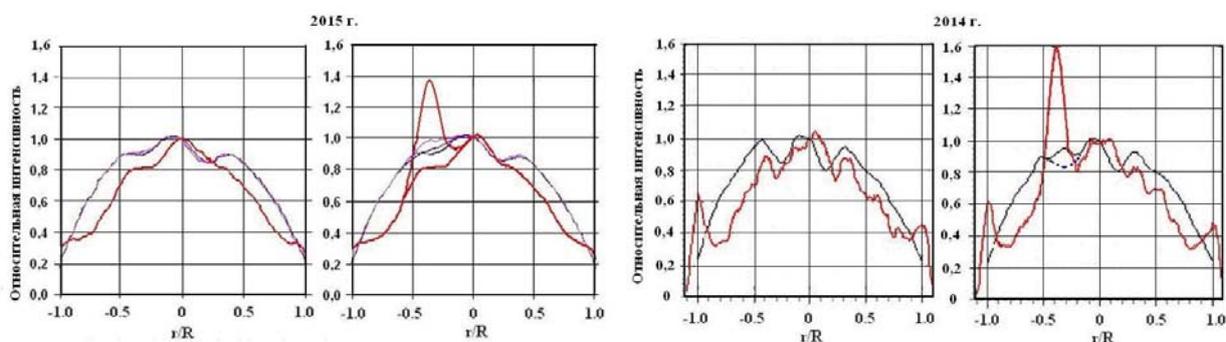


Рисунок 2 – Фотометрические профили ЦМ в непрерывном спектре 630 и 840 нм и в глубокой полосе метана 889 нм для двух лет наблюдения. Справа для каждого года даны профили ЦМ в момент прохождения БКП

Хорошо видно, что в непрерывном спектре яркость Пятна всего на 5-7 % превышает яркость окружающей среды. В полосе поглощения метана оно в 1.4-1.6 раза ярче EZ. Ранее в наших работах [1, 2] мы уже говорили, что это свидетельствует о том, что Красное Пятно является самым высоким аэрозольным образованием, расположенным на 10-12 км выше STrZ и на 5-7 км выше экваториальной зоны EZ.

Интенсивность полос поглощения газообразного NH_3 зависит от локального содержания аммиака на разных широтах планет. Поглощение определяется радиационно-конвективным режимом атмосфер и равновесием между газовой и сконденсированной фазами, но его поведение и пространственно-временные вариации изучены еще очень слабо. Действительно, спектры Юпитера, полученные с высоким пространственным разрешением с помощью Voyager IRIS, позволили оценить содержание аммиака на уровне облаков (680 мб) с точностью до 6% и определить его

среднезональные значения, которые и приведены в работе [3]. Судя по этим данным, Северное полушарие богаче аммиаком, чем Южное, и вариации его от зоны к зоне там более резкие, чем в Южном. Конденсация аммиака в верхней тропосфере и, как следствие, резкое уменьшение его количества в газовой фазе влияет на распределение аммиака в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Ход поглощения аммиака и метана вдоль ЦМ по нашим наблюдениям для двух лет представлен на рисунках 3 и 4.

Рисунок 3 – Вариации метанового и аммиачного поглощения вдоль центрального меридиана до прохождения БКП (слева) и в момент его прохождения (справа) в 2015 году

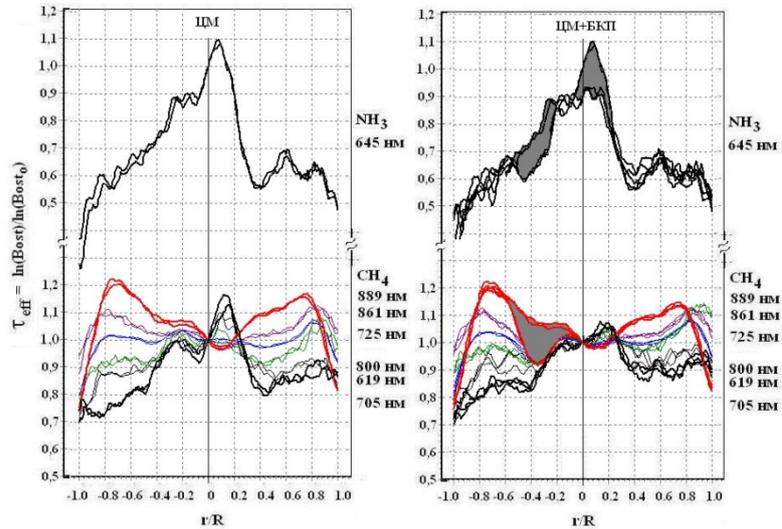
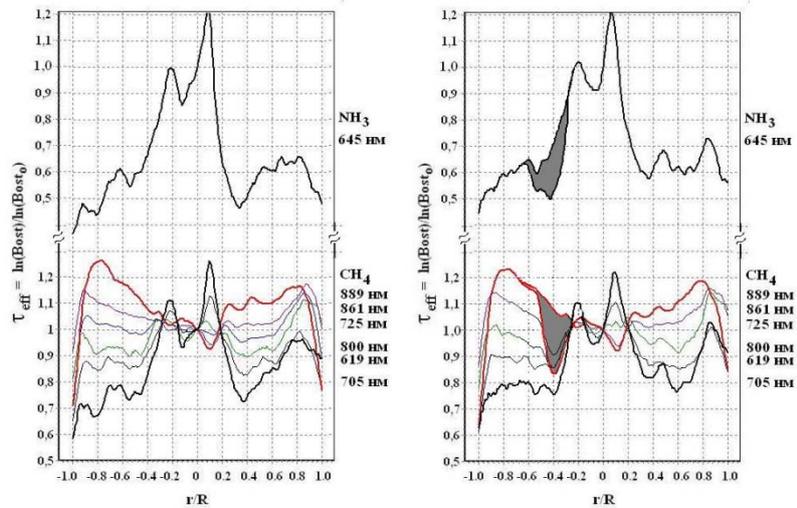


Рисунок 4 – Вариации метанового и аммиачного поглощения вдоль центрального меридиана до прохождения БКП (слева) и в момент его прохождения (справа) в 2014 году



Согласно рисункам 3 и 4 для сильных и умеренных полос поглощения метана характерным является почти симметричное усиление поглощения в умеренных широтах и резкий спад вблизи полюсов. Кроме того, рисунки уверенно демонстрируют ослабление поглощения, как метаном, так и аммиаком в районе БКП. Однако это не единственная особенность. В глубоких слоях атмосферы, где формируется полоса поглощения CH_4 705 нм и NH_3 645 нм, на долготе БКП наблюдается увеличение поглощения и метаном, и аммиаком в северном полушарии в районе низких и умеренных широт. Создается впечатление, что глубокие слои атмосферы имеют большую пространственную неоднородность, нежели верхние.

Что касается аммиачных полос, то в Южном полушарии им свойственно почти монотонное ослабление поглощения от экватора к полюсу. В Северном же полушарии наблюдается резкий спад поглощения на границе яркой экваториальной зоны и темного Северного экваториального пояса и дальнейшие небольшие изменения в умеренных широтах. На такое «нетипичное» поведение поглощения аммиака мы указывали ранее [4, 5].

Небольшой свет на это явление проливает поведение самой слабой полосы метана 705 нм, практически повторяющей ход поглощения аммиаком, что особенно заметно проявляется на рисунке 4. Создается впечатление, что в районе Северного экваториального пояса (NEB) граница второго яруса облаков расположена значительно выше, чем в Южном полушарии, и (или) плотность аэрозоля там выше.

Возможно, отмеченная нами особенность объясняется тем, что Северный экваториальный пояс является одним из наиболее активных поясов планеты. Он характеризуется наличием антициклонов («белые овалы») и циклонов («коричневые овалы»), причем антициклоны обычно образуются севернее. Как и южный экваториальный пояс (SEB), NEB иногда «пропадает» и «возрождается». Это происходит приблизительно раз в 25 лет. В светлой экваториальной зоне, вблизи границы с Северным экваториальным поясом, часто можно заметить голубые пятна, от которых нередко отходят темные диагональные полосы, так называемые фестоны. Они выглядят как самые ясные и сухие области планеты и особенно хорошо видны в инфракрасной части спектра, поскольку позволяют уловить излучение, поднимающееся из очень глубоких слоёв атмосферы Юпитера (в одно из таких пятен космический аппарат «Галилео» отправил зонд в 1995 году). В 2010-2011 гг. эти пятна пропали и снова появились в июне 2012 года.

Кроме того, переходная область между светлой Экваториальной зоной (EZ) и Северным экваториальным поясом (NEB) характеризуется как самая неустойчивая в динамическом отношении область. На рисунке 5 показан средний глобальный разброс профилей зонального ветра – около 10 м/с, кроме области вблизи 6° N, где одновременно регистрировались быстрые (~160 м/с) и медленные (~90 м/с) скорости [6].

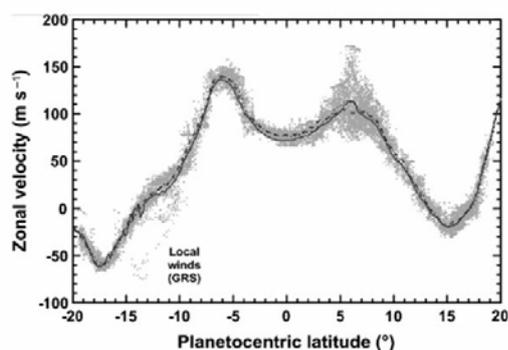


Рисунок 5 – Суперпозиция всех измеренных величин скорости в интервале широт между 20° S и 20° N при полном охвате долгот (360°) по данным Cassini (серые точки)

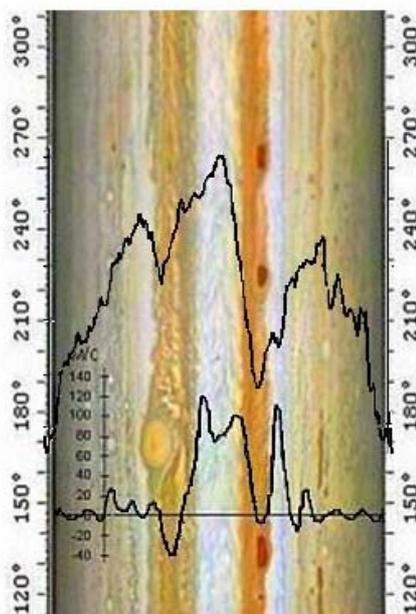
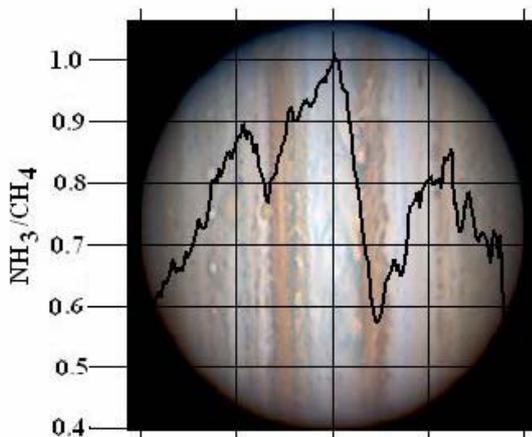


Рисунок 6 – Сравнение вариации содержания аммиака с зональной облачной структурой вдоль ЦМ Юпитера (слева) и с картой ветров (справа)

На рисунке 6 представлено сравнение вариации содержания аммиака по нашим измерениям с зональной облачной структурой вдоль ЦМ Юпитера и с картой ветров.

Выявленное нами аномальное поведение аммиака в пределах широт $\pm 30^\circ$ довольно хорошо коррелирует с основными зональными струйными течениями и с картой ветров на Юпитере.

Работа выполнена в рамках проекта №0073/ГФ4.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А. Атмосфера Юпитера. Большое Красное Пятно. LAP LAMBERT Academic Publishing 2014. ISBN: 978-3-659-63264-8. 275 с.
- [2] Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г. Особенности Большого Красного Пятна на Юпитере в полосах поглощения метана // Известия НАН РК.- 2014.- №4.- С.77-84
- [3] Gierasch P.J., Conrath B.J., Magalhaes J.A. Zonal mean properties of Jupiter's upper troposphere from Voyager infrared observations // *Icarus* 1986. V. 67. P. 456-483.
- [4] Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А. Исследование Юпитера, Марса, Титана и Весты. LAP LAMBERT Academic Publishing 2013. ISBN: 978-3-659-51391-6. 386 с.
- [5] Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Тейфель В.Г., Харитоновна Г.А. Драматические события на Юпитере в 2009-2011 годах // Известия НАН РК.- 2012.- №4.- С.58-62
- [6] Porco C. et al., Cassini imaging of Jupiter's atmosphere, satellites, and rings. // *Science* 2003. 299. P. 1541–1547.

REFERENCES

- [1] Vdovichenko V.D., Kirienko G.A. Atmosphere of the Jupiter. Great Red Spot.. *LAP LAMBERT Academic Publishing*. 2014. ISBN: 978-3-659-63264-8. 275 s.
- [2] Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G., Tejfel' V.G. Particularities of the Great Red Spot on the Jupiter in band of the absorption of the methane. *Izvestija NAN RK.* - 2014.- №4.- S.77-84
- [3] Gierasch P.J., Conrath B.J., Magalhaes J.A. Zonal mean properties of Jupiter's upper troposphere from Voyager infrared observations. *Icarus* 1986. V. 67. P. 456-483.
- [4] Vdovichenko V.D., Kirienko G.A. Study of the Jupiter, Mars, Titan and Vesta. *LAP LAMBERT Academic Publishing*. 2013. ISBN: 978-3-659-51391-6. 386 s.
- [5] Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Tejfel' V.G., Haritonova G.A. Dramatic events on the Jupiter in 2009-2011. *Izvestija NAN RK.* - 2012.- №4.- S.58-62
- [6] Porco C. et al., Cassini imaging of Jupiter's atmosphere, satellites, and rings. *Science* 2003. 299. P. 1541–1547.

2015 ЖЫЛЫ КӨРІНУ МАУСЫМЫНДА ЮПИТЕРДЕ МЕТАНДЫ-АММИАКТЫ ЖҰТУДЫ ЗЕРТТЕУ. ІІІ. ОРТАЛЫҚ МЕРИДИАН

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 жылғы спектрлік бақылаулар негізінде Юпитер дискісі бойынша метан және аммиак жұту вариациялары алынды. Осы мақалада біз ғаламшардың орталық меридианы бойындағы аммиакты жұтудың ерекшеліктеріне назар аударамыз. Спектрдің жақын ИҚ аймақтарында аммиакты жұту жолақтары спектрлерді өңдеу ерекше әдістері көмегімен метанды қатты жұлу жолақтары аясында метанды қатты жұлу жолақтары аясында жақын айрықшалаанады. Аммиакқа жарық EZ және қараңғы NEB аймақтарында жұтудың тез төмендеуі және біркелкі ендіктерде ары қарайғы аз өзгерістермен солтүстік жартышармен салыстырғанда оңтүстік жартышарда экватордан белдеуге қарай жұтудың бірқалыпты әлсіреуі тән екендігі белгіленді (біздің ертеректегі жұмыстарымыздағы сияқты). $\pm 30^\circ$ ендікте аммиактың мұндай ауытқыған мінезі негізгі аймақтық сорғалау ағыстармен және Юпитердегі жел картасымен айтарлықтай жақсы байланысады.

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.