

**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

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 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 аномальное 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.

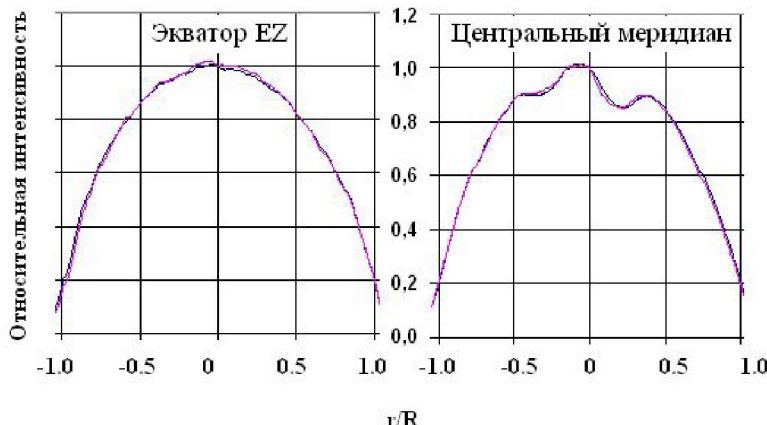


Рисунок 1 – Ход яркости вдоль экватора (слева) и вдоль центрального меридиана (справа) в непрерывном спектре 630 нм и 840 нм

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  $\text{CH}_4$  886 нм в момент прохождения Большого Красного Пятна (БКП) через центральный меридиан и без него.

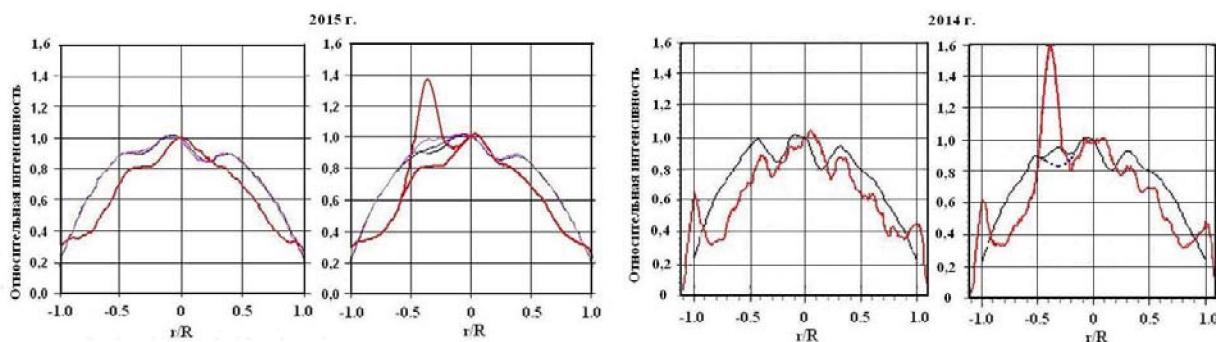


Рисунок 2 – Фотометрические профили ЦМ в непрерывном спектре 630 и 840 нм и в глубокой полосе метана 889 нм для двух лет наблюдения. Справа для каждого года даны профили ЦМ в момент прохождения БКП

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  $\text{NH}_3$  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

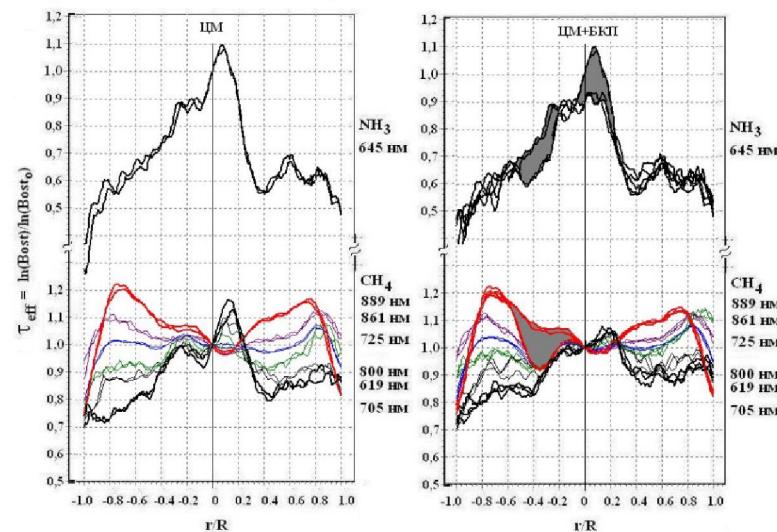
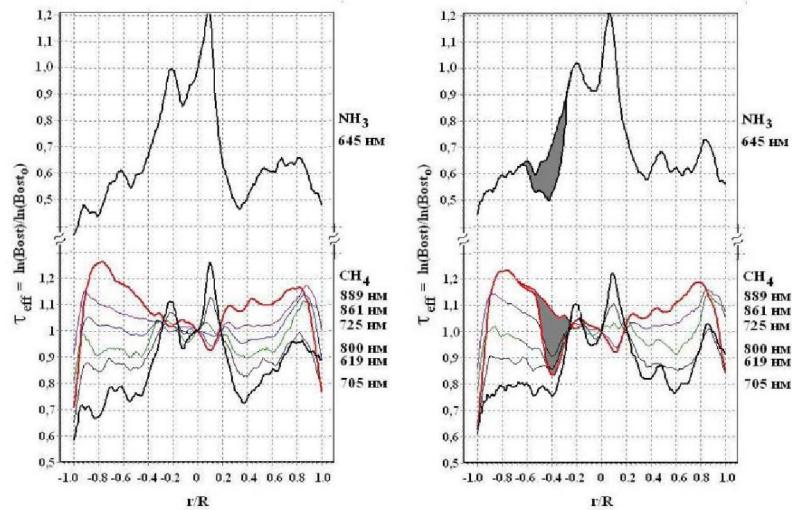


Рисунок 4 – Вариации метанового и аммиачного поглощения вдоль центрального меридиана до прохождения БКП (слева) и в момент его прохождения (справа) в 2014 году



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  $\text{CH}_4$  705 нм и  $\text{NH}_3$  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].

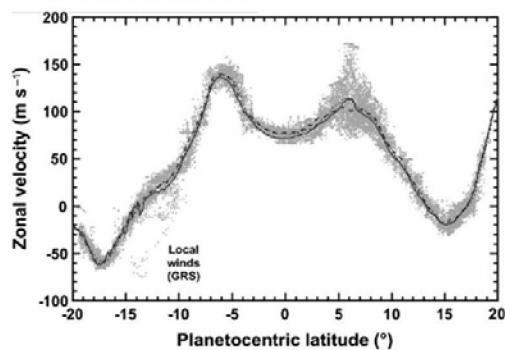


Рисунок 5 – Суперпозиция всех измеренных величин скорости

в интервале широт между 20° S и 20° N  
при полном охвате долгот (360°) по данным Cassini  
(серые точки)

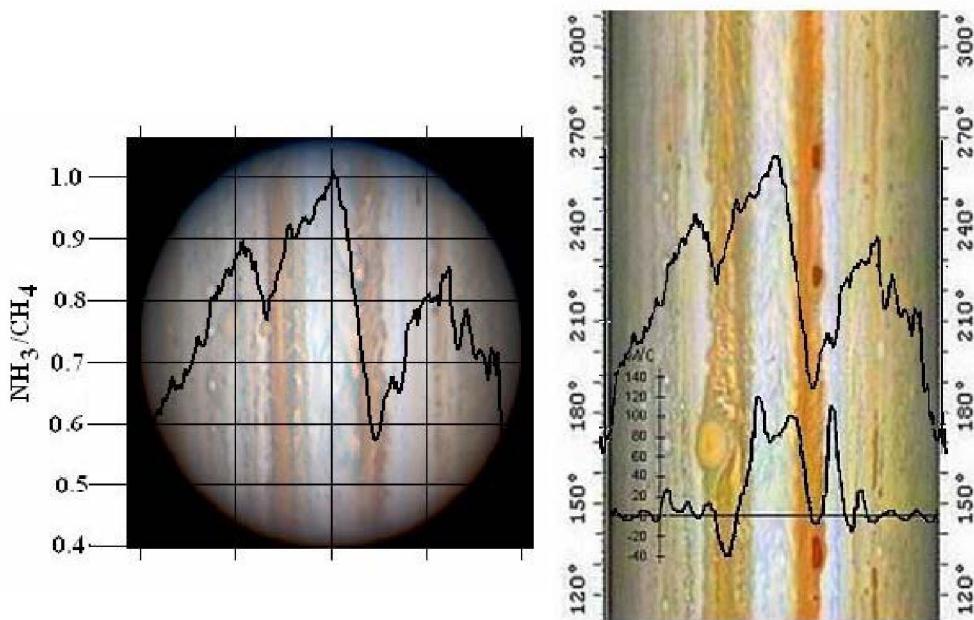


Рисунок 6 –  
Сравнение вариации  
содержания аммиака  
с зональной облачной  
структурой вдоль ЦМ  
Юпитера (слева) и с  
картой ветров  
(справа)

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., Харитонова 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 КӨРИНУ МАУСЫМЫНДА ЮПИТЕРДЕ МЕТАНДЫ-АММИАКТЫ ЖҰТУДЫ ЗЕРТТЕУ. III. 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 жолактары, инфрақызыл аймақ.

**Аннотация.** 2014 және 2015 жылғы спектрлік бақылаулар негізінде Юпитер дискісі бойынша метан және аммиак жұту вариациялары алынды Осы мақалады біз ғаламшардың орталық меридианы бойындағы аммиакты жұтудың ерекшеліктеріне назар аударамыз. Спектрдің жақын ИК аймактарында аммиакты жұту жолактары спектрлерді өндөу ерекше әдістері көмегімен метанды қатты жұлу жолактары аясында метанды қатты жұлу жолактары аясында жақын айрықшаланады. Аммиакқа жарық EZ және қаранғы NEB аймактарында жұтудың тез төмендеуі және біркелкі ендіктерде ары қарайғы аз өзгерістермен солтүстік жартышармен салыстырылғанда онтүстік жартышарда экватордан белдеуге карай жұтудың бірқалыпты әлсіреуі тән екендігі белгіленді (біздің ертеректегі жұмыстарымыздағы сияқты).  $\pm 30^\circ$  ендікте аммиактың мұндай ауытқыған мінезі негізгі аймактық сорғалау ағыстармен және Юпитердегі жел картасымен айтартылтай жақсы байланысады.

Поступила 15.15.2015 г.