

**О ВОЗМОЖНЫХ ШИРОТНЫХ РАЗЛИЧИЯХ
В СТЕПЕНИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ
ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА ЮПИТЕРА****On the Probable Latitudinal Differences
in the Vertical Inhomogeneity of the Jovian Cloud Cover**

Abstract. The spectrophotometric observations of Jupiter were carried out during four nights in November and December 1999. There were recorded and processed 388 CCD-spectrograms of the Jovian disk central meridian with a double overlap of all longitudes and with a step of $1^{\circ}8$. Latitudinal variations of the central depths of the methane absorption bands at wavelengths 619, 725, 798 and 887 nm were studied. It was shown that these variations are generally similar at all longitudes, but not the same for different bands of extreme (max and min) absorption positions. The 798 nm band shows more variation in the depth values at low latitudes than other bands, which may be due to the presence within this band of the ammonia absorption as well. A comparison of the latitudinal variation of the absorption bands at 619 and 725 nm show a loop-form of the relation of these bands' depths in the low-latitude region of Jupiter. Rough estimates of the effective optical depth of the absorption formation from their differences in a simple two-layer model indicate the existence of a varying with latitude vertical inhomogeneity of the cloud cover.

В процессе спектрофотометрических исследований Юпитера для изучения поведения полос поглощения метана в разных зонах диска планеты обнаруживается заметное различие в широтном ходе поглощения у полос разной интенсивности. В ноябре–декабре 1999 г. был проведен цикл специальных наблюдений для исследования широтно-долготных вариаций четырёх полос поглощения CH_4 619, 725, 798 и 887 нм. На призменном спектрографе с ПЗС-камерой ST-6V, установленном на 0.6-м телескопе РЦ-600, было получено 388 спектрограмм центрального меридиана Юпитера с шагом по долготе $1^{\circ}8$ и с временем накопления (экспозицией) 7 с. За четыре ночи наблюдений таким образом было обеспечено двукратное перекрытие всех долгот планеты (таблица). В настоящее время был проведен дополнительный анализ полученного материала обработки спектрограмм, в результате которого были обнаружены некоторые интересные особенности в характере вариаций поглощения как в меридиональном, так и в долготном направлениях.

На рисунке 1 представлены кривые широтного хода центральных глубин указанных выше полос поглощения (R_v), усреднённые по интервалу долгот 144° (от 23° до 167° во II системе) по наблюдениям 4–5.12.1999. Для других дат наблюдений графики идентичны изображённым. Относительно слабая полоса CH_4 619 нм по всем наблюдениям обнаруживает максимум значений R_v чуть южнее экватора на широте около -5° . Иначе ведет себя глубина полосы 725 нм с чётко выраженными максимумами поглощения на широтах около -18° и $+23^{\circ}$ и с минимумом на широте около $+4^{\circ}$. Поведение сильной

Таблица 1: Данные о полученных спектрограммах ЦМ Юпитера

Дата	Интервал UT	Интервал долгот ЦМ во II системе	Число спектро- грамм	D _{pol} , arcsec
16–17.11.1999	12:58–20:40	136–360–56 (280)	150	44.3
4–5.12.1999	14:39–18:36	23–167 (144)	80	43.5
6–7.12.1999	13:11–18:38	270–360–103 (193)	110	43.2
7–8.12.1999	16:13–18:34	170–256 (86)	48	43.2

полосы 887 нм уже многие годы характеризуется понижением поглощения в экваториальной зоне Юпитера (*Тейфель В.Г. АЖ, 1966, 43, № 1, 154–156; Moreno F., Molina A., Lara L.M. JGR, 1991, 96, № A8, 14119–14127*).

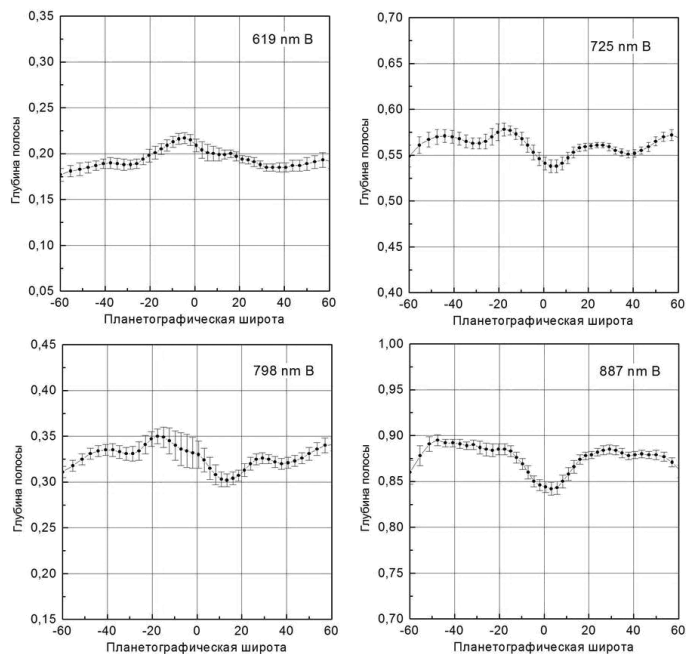


Рис. 1: Широтные вариации усреднённых по долготе центральных глубин R_v полос поглощения.

Меридиональный ход глубины полосы 798 нм почти такой же, но для него оказывается заметно повышено дисперсия значений R_v у этой полосы в области широт от экватора до -15° . При рассмотрении долготного хода поглощения в этом поясе широт выявляется «аномальное» увеличение поглощения с максимумом на долготах около 60° во II системе – южнее и восточнее Большого Красного Пятна.

Особенности поведения этой полосы требуют отдельного анализа и обсуждения, так как эта полоса образована не только поглощением метана, но и включает абсорбционную полосу аммиака, обнаруживающую собственные «аномалии» вариаций по диску

Юпитера (Тейфель В.Г., Харитонов Г.А., Каримов А.М. Изв. НАН РК сер. физ.-мат., 2006, № 4, 57–61; Бондаренко Н.Н. Изв. НАН РК, сер. физ.-мат., 2012, № 3, 67–71).

Обращает на себя внимание петлеобразный вид соотношения значений глубин полос 619 и 725 нм в области указанных на графике низких широт от -25° до $+25^\circ$, повторяющийся для всех ночей наблюдений (рисунок 2, слева). Он отражает различие в широтных вариациях глубин этих полос (рисунок 2, справа).

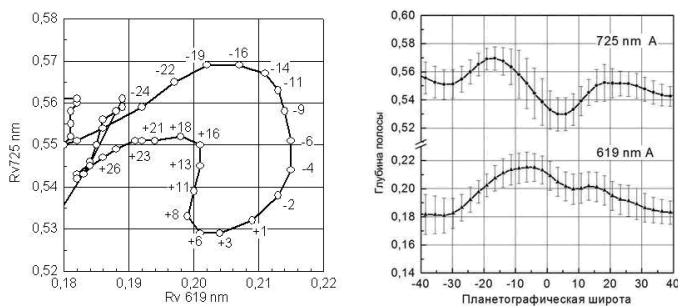


Рис. 2: Петлеобразный вид соотношения между глубинами R_v полос CH_4 619 и 725 нм (слева) и сравнение широтного хода этих глубин (справа).

Несовпадение максимумов и минимумов поглощения для слабой полосы 619 нм и средней по интенсивности полосы 725 нм может свидетельствовать о различном характере формирования поглощения внутри облачного слоя на разных широтах, то есть о различиях в степени его вертикальной неоднородности. Если бы наблюдаемые вариации поглощения были обусловлены неоднородностями в надоблачной атмосфере, например, в слое стратосферной дымки, эффект в большей или меньшей степени проявлялся бы одинаково у обеих полос.

В качестве простейшей модели для пробной интерпретации наблюдаемых широтных различий мы использовали двухслойную модель (полубесконечный облачный слой и чисто газовая надоблачная атмосфера). Для облачного слоя принята индикатриса рассеяния Хеньи–Гринштейна с параметром асимметрии $g = 0.75$. Коэффициент яркости в непрерывном спектре для облачного слоя принят равным 0.75. Расчёты основывались на данных таблиц (Dlugach J.M., Yanovitskij E.G. Icarus, 1974, **22**, № 1, 66–81) для коэффициентов отражения в полосах поглощения и (Яновский Э.Г. КФНТ, 1997, **13**, № 6, 18–25) для вычисления эффективных оптических глубин формирования поглощения. Дискретные табличные данные аппроксимировались с хорошей точностью полиномами 4-й степени, что позволяло делать расчёты при любых значениях аргументов.

Алгоритм расчётов состоял в следующем. Для определения глубины полосы или остаточной интенсивности $1 - R_{cv}$, обусловленной поглощением только в облачном слое, варьировалась оптическая толщина надоблачной атмосферы, и за это поглощение исправлялись наблюдаемые остаточные интенсивности и соответствующие им значения коэффициентов яркости облачного слоя в центрах полос поглощения. Затем по аппроксимационным формулам находились значения вероятности выживания кванта и соответствующие им значения эффективной оптической глубины формирования поглощения на данной широте.

Коэффициенты поглощения для центров полос 619 и 725 нм были взяты из работы (Karkoschka, E. Icarus, 1994, **111**, 174–192), содержание метана C_m в надоблачной

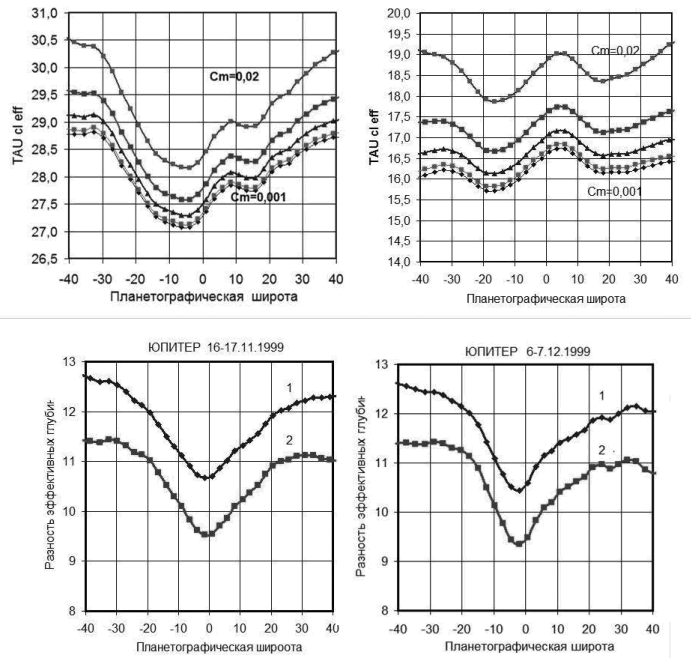


Рис. 3: Оценки эффективных оптических глубин для полос 619 и 725 нм (верхний ряд) и разности их для двух дат наблюдений.

атмосфере варьировалось от 0.001 до 0.02 км-амага. Результаты представлены на рисунке 3. В верхней половине рисунка показаны широтные вариации оценок эффективной оптической глубины формирования поглощения в облачном слое при разных значениях содержания метана C_m для полосы 619 нм (слева) и полосы 725 нм. Внизу даны графики широтного хода разностей эффективных оптических глубин этих полос вычисленные разности при $C_m = 0.001$ км-амага (1) и при $C_m = 0.02$ км-амага (2) для двух дат наблюдений. Эти разности и могут служить критерием различий в степени вертикальной неоднородности облачного слоя на разных широтах: чем больше разность, тем более неоднородным по вертикали должен быть облачный слой. Интересно, что минимальная степень неоднородности приходится на экваториальную зону. Разумеется, эти результаты следует считать предварительными и подлежащими проверке по материалам дальнейших наблюдений.

Астрофизический институт
имени В.Г. Фесенкова
Алматы, 050020, Казахстан
tejf@mail.ru

В.Г. Тейфель, Г.А. Харитоновна
V.G. Tejfel, G.A. Kharitonova

Поступила в редакцию 4 апреля 2013 г.