

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 **Байғұнчечков 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](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://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](http://www.nauka-nanrk.kz) / [physics-mathematics.kz](http://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), 102 – 108

## THE EVIDENCES OF LATITUDINAL ASYMMETRY OF THE AMMONIA ABSORPTION ON SATURN

V. G. Tejfel, A. M. Karimov, N. N. Bondarenko, G. A. Kharitonova

Fessenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: tejf@mail.ru

**Keywords:** Saturn, equinox, atmosphere, clouds, methane, ammonia, absorption bands.

**Abstract.** An opportunity to observe both Saturn hemispheres (north and south) in the same regime of the sunlight input and at their similar visibility from Earth appears only once in 15 years. The last period of the equinox on Saturn occurred in the late 2008 - early 2009. During this period we have done a great cycle of spectral observations of Saturn with the recording of the spectra of the central meridian of Saturn and zonal spectra, covering the entire planet. There were processed 450 zonal spectrograms obtained by scanning the disk of Saturn in early 2009. We have studied specially the variation of the absorption band of ammonia NH<sub>3</sub> 647 nm. This band overlaps with the short-wavelength wing of the absorption band of methane CH<sub>4</sub> 667 nm. To extract the ammonia absorption there were used the spectra of Uranus and laboratory spectra of methane. It is found that the absorption of ammonia is enhanced in the northern hemisphere of Saturn as relatively weak methane bands in contrast to behavior of the methane stronger bands. This indicates "north-south" asymmetry in the bulk density of the deep parts of the ammonia cloud layer on Saturn.

УДК 523.46

## ПРИЗНАКИ ШИРОТНОЙ АСИММЕТРИИ АММИАЧНОГО ПОГЛОЩЕНИЯ НА САТУРНЕ

В. Г. Тейфель, А. М. Каримов, Н. Н. Бондаренко, Г. А. Харитоновна

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

**Ключевые слова:** Сатурн, равноденствие, атмосфера, облака, метан, аммиак, полосы поглощения.

**Аннотация.** Возможность наблюдать оба полушария Сатурна (северное и южное) в одинаковых условиях освещения Солнцем и видимости с Земли представляется лишь раз в 15 лет. Последний период равноденствия на Сатурне пришелся на конец 2008 – начало 2009 гг. В этот период был выполнен большой цикл спектральных наблюдений с записью спектров центрального меридиана Сатурна и зональных спектров, охватывающих всю планету. В том числе по 450 зональным спектрограммам, полученным при сканировании диска Сатурна в начале 2009 года, исследованы вариации полосы поглощения аммиака NH<sub>3</sub> 647 нм. Эта полоса перекрывается с коротковолновым крылом полосы поглощения метана CH<sub>4</sub> 667 нм, поэтому для выделения аммиачного поглощения использовались спектры Урана и лабораторные спектры метана. Найдено, что аммиачное поглощение усиливается в северном полушарии Сатурна, как и относительно слабые полосы метана в противоположность наблюдаемому у более сильных полос метана. Это указывает на асимметрию «север-юг» в объемной плотности глубоких частей аммиачного облачного слоя на Сатурне.

**Введение.** В отличие от Юпитера, в спектрах которого полосы поглощения аммиака относительно хорошо заметны, у Сатурна они если и прослеживаются, то с большим трудом. На обеих планетах аммиак, несмотря на низкое относительное содержание (NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub> ~10<sup>-4</sup>) аммиак играет исключительно важную роль, поскольку именно из кристаллов замерзшего NH<sub>3</sub> сформированы видимые облачные покровы и Юпитера и Сатурна.

Облачные слои в атмосферах обеих планет, как и надоблачная атмосфера. Участвуют в процессе переноса излучения и в формировании молекулярных полос поглощения. Метан в условиях атмосфер Юпитера и Сатурна не конденсируется, тогда как аммиак при низких температурах верхней тропосферы замерзает. В стратосфере концентрация газообразного аммиака резко падает по сравнению с концентрацией в тропосфере. Поэтому наблюдаемое поглощение  $\text{NH}_3$  формируется только внутри облачного слоя, тогда как в поглощении  $\text{CH}_4$  заметную роль играет и надоблачная толща атмосферы.

Из-за наклона оси вращения Сатурна, составляющей 27 градусов к плоскости его орбиты, режим инсоляции северного и южного полушарий существенно меняется в течение 30-летнего периода обращения планеты вокруг Солнца. Сезонные эффекты усугубляются тем, что расстояние Сатурна от Солнца также зависит от положения планеты на орбите, причем разница в величине радиуса-вектора достигает целой астрономической единицы.

Все вышесказанное является предпосылкой к постановке исследований сезонных изменений на Сатурне, которые могут проявляться и в изменениях структуры и плотности внешних атмосферных слоев, в том числе и в изменениях в облачном слое, причем по-разному на разных широтах. Поведение молекулярных полос поглощения в спектрах различных широтных поясов планеты сожжет быть индикатором изменений, происходящих в облачном покрове. Внутри облачной (аэрозольно-газовой) среды это поглощение формируется довольно сложным образом в процессе многократного рассеяния света на облачных частицах.

Трудность измерений полос поглощения аммиака в спектрах Юпитера и Сатурна состоит в том, что они не наблюдаются в чистом виде, а перекрываются с более сильными полосами поглощения метана. На Сатурне практически они почти не выделяются, поэтому требуется анализ поведения профилей полос поглощения метана в участках, где должно присутствовать и аммиачное поглощение и смежных участках, свободных от него.

Сравнительный анализ поведения молекулярного поглощения в северном и южном полушариях Сатурна и сезонных изменений затрудняется наличием у планеты кольца, которое затеняет значительную часть одного из полушарий, снижая дополнительно уровень притока солнечной радиации к зимнему полушарию. Земному наблюдателю кольцо экранирует это полушарие, затрудняя измерения полос поглощения. Поэтому самым подходящим для исследования обоих полушарий Сатурна при равных условиях освещения и видимости с Земли является период равноденствия, когда наклон экватора планеты к Солнцу и Земле почти равен нулю (точно нулевое значение наклона, к сожалению, обычно приходится на время ухудшения условий видимости планеты). Последняя такая возможность представилась в конце 2008 – начале 2009 гг.

**Наблюдения – спектральные сканы диска Сатурна.** В процессе спектрофотометрических наблюдений в период равноденствия Сатурна 2009 года [1] в ночь с 5 на 6 января 2009 г. было получено 5 серий зональных спектрограмм путем последовательного сканирования диска Сатурна от южного полюса до северного (рисунок 1).

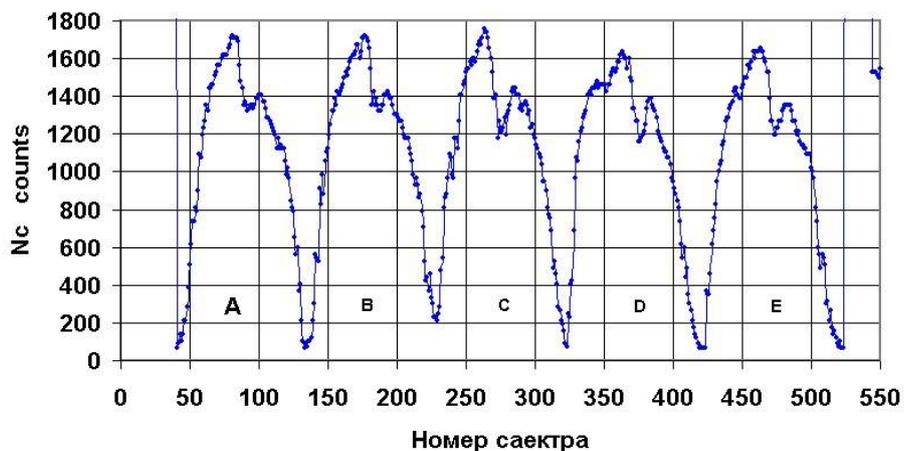


Рисунок 1 – Яркостные профили сканов, построенные по максимальной интенсивности каждого зонального спектра

Каждый скан состоял из 90-95 зональных спектров, записанных на дифракционном спектрографе SGS с ПЗС-камерой ST-7XE. Продолжительность экспозиции для каждой спектрограммы составляла 20 секунд. Эта дата наблюдений оказалась наиболее благоприятной для исследования обоих полушарий Сатурна, поскольку наклон его экватора к Земле (или сатурно-центрическое склонение Земли) был равен всего 0.8 градуса. Сатурно-центрическое склонение Солнца равнялось -3.3 градуса, поэтому тень кольца на диске планеты все же заметно выделялась.

**Обработка наблюдений.** Все зональные спектрограммы (более 450) измерялись вдоль дисперсии в диапазоне длин волн 580-800 нм. При обработке вырезался участок вдоль осевой линии спектра шириной 20 пикселей. Для всех спектров вычислялось отношение к опорному спектру кольца, записанному в период его наибольшего раскрытия. Затем вычислялись значения остаточных интенсивностей в полосах поглощения по отношению к интерполированному непрерывному спектру и строились профили полос. Вычислялись их глубины и эквивалентные ширины. Кроме того, для сравнительного анализа по массивам профилей в остаточных интенсивностях вычислялись отношения спектров разных зон к спектру экваториальной зоны и попарные отношения спектров зон, симметрично расположенных в южном и северном полушариях. На основе этих вычислений были построены атласы спектральных отношений и зональных вариаций полос поглощения.

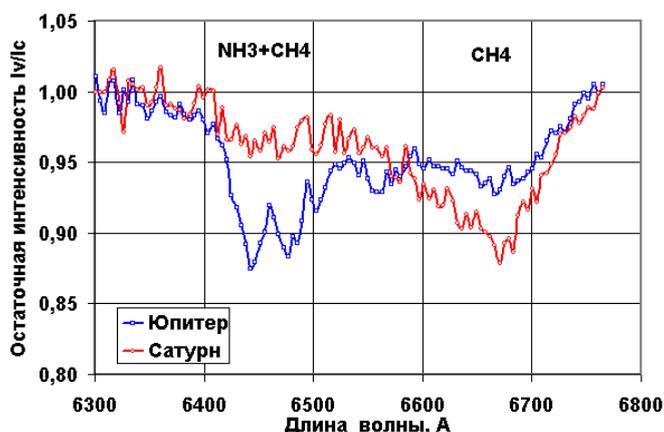


Рисунок 2 – Полоса поглощения NH<sub>3</sub> 647 + CH<sub>4</sub> 667 нм в спектрах Юпитера и Сатурна

В наблюдаемом спектральном диапазоне находятся две полосы поглощения NH<sub>3</sub>, центрированные на длины волн около 647 и 787 нм. В спектре Юпитера они, несмотря на перекрытие с полосами поглощения CH<sub>4</sub>, могут быть выделены довольно уверенно. В спектрах же Сатурна аммиачное поглощение почти не выделяется на фоне гораздо более сильного метанового поглощения. Полоса NH<sub>3</sub> 647 нм располагается в коротковолновом относительно слабом крыле полосы метана (рисунок 2).

**Выделение аммиачного поглощения.** Имеющиеся данные о коэффициентах поглощения метана [2-6] и расчет по ним профилей полосы поглощения CH<sub>4</sub> 667 нм (рисунок 3). При расчетах задавалась величина эквивалентного пути поглощения, примерно соответствовавшая наблюдаемому в спектре Сатурна профилю этой полосы. В участке спектра между 640-650 нм, где находится полоса поглощения NH<sub>3</sub> 647 нм, поглощение метана невелико и показывает гладкий ход с длиной волны. Данные о коэффициентах поглощения CH<sub>4</sub> несколько различаются у разных авторов, например, в [\*\*] профиль поглощения сдвинут по длинам волн на 3 нм (при расчетах этот сдвиг был учтен). Для дополнительного сравнения был также использован спектр Урана, в котором заведомо аммиачное поглощение отсутствует. Полоса CH<sub>4</sub> 667 нм там гораздо интенсивнее, чем у Сатурна, но еще не достигает насыщения в отличие от более длинноволновых полос. Вычисленное отношение спектров Юпитера и Сатурна к спектру Урана выявляет полосу поглощения NH<sub>3</sub> в спектрах обеих планет (рисунок 4).

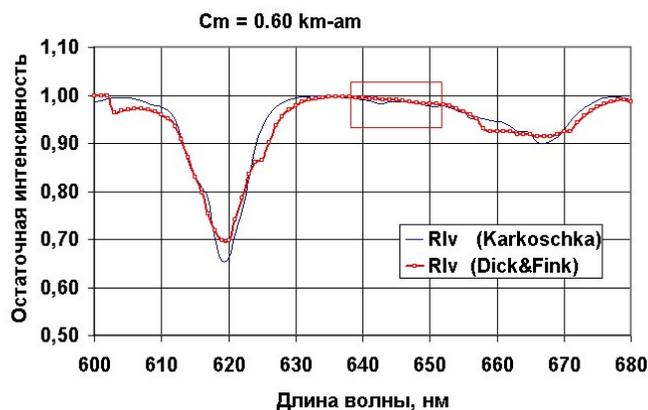


Рисунок 3 – Расчетные профили полос поглощения метана, вычисленные по коэффициентам поглощения из работ [2, 3] при эквивалентном пути поглощения  $C_m=0.6$  км-амага. Прямоугольником отмечена область полосы поглощения аммиака

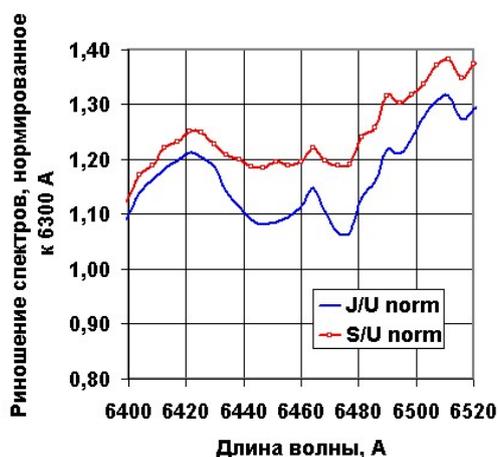


Рисунок 4 – Отношение спектров Юпитера и Сатурна к спектру Урана в области полосы поглощения аммиака  $NH_3$  647 нм

**Вариации поглощения  $NH_3$ .** По измерениям всех зональных спектрограмм Сатурна для каждого из 5 сканов были вычислены отношения к опорному спектру экваториального пояса планеты. Построен атлас графиков полученных спектральных кривых, фрагмент которого показан на рисунке 5.

Анализ всех графиков атласа показывает, что в области полосы поглощения  $NH_3$  647 нм поглощение в северном полушарии усиливается по сравнению с южным. Поглощение метана в относительно слабых полосах тоже обнаруживает усиление в северном полушарии. Оставляя в стороне экваториальный пояс Сатурна, сравним усредненные по области умеренных широт профили полос поглощения для южного и северного полушарий. Хотя в области аммиачного поглощения глубина полосы значительно меньше, чем в длинноволновой части полосы метана, отношение к опорному спектру почти одинаково в обеих частях полосы. На рисунке 6 показаны отношения остаточных интенсивностей из этих усредненных профилей – северного полушария к южному – по сканам В и С. Здесь видно, что в области аммиачной полосы это отношение демонстрирует большее различие полушарий, чем отношение в более длинноволновой области чисто метанового поглощения.

**Обсуждение.** Основной причиной наблюдаемых широтных вариаций молекулярного поглощения как на Юпитере, так и на Сатурне, скорее всего являются изменения в плотности и микрофизической структуре облачного покрова. В этих вариациях именно аммиак играет активную роль, в отличие от метана. Видимый облачный слой на обеих планет состоит в основном из кристалликов сублимированного аммиака и, естественно, наличие в тропосфере планеты конвективных

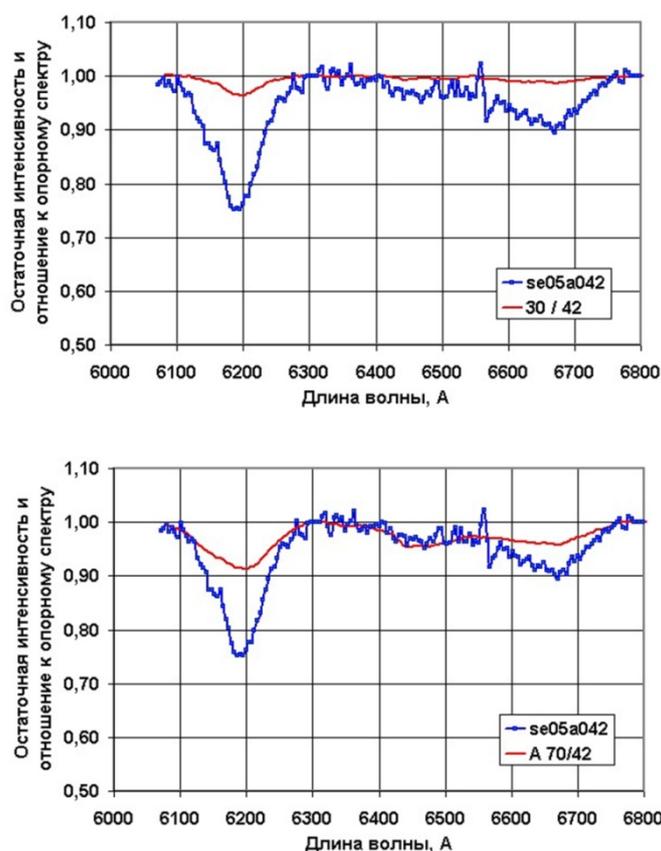


Рисунок 5 – Фрагмент атласа спектральных кривых отношений зональных спектров к опорному (в скане А это зона 42). Зона 30 находится в южном полушарии Сатурна, зона 70 – в северном полушарии

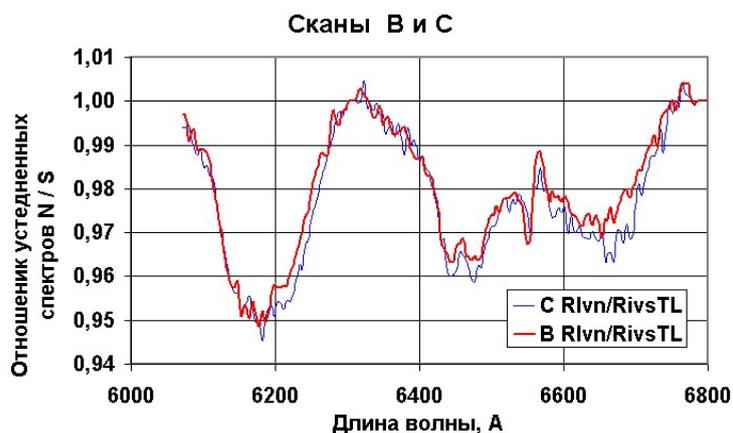


Рисунок 6 – Отношение остаточных интенсивностей полос поглощения, усредненных по поясам умеренных широт Сатурна (Rlvn/Rivs) по сканам В и С

течений и соответствующих изменений в вертикальном температурном профиле должно отражаться на соотношении равновесного содержания газообразной и твердой фаз аммиака. Формирование относительно слабых и умеренных по интенсивности полос поглощения и аммиака и метана происходит внутри облачного слоя в процессе многократного рассеяния на облачных частицах, за счет чего увеличивается эквивалентный путь поглощения.

Увеличение объемной плотности облачного слоя при прочих равных условиях приводит к уменьшению расстояний между частицами и уменьшению эквивалентного пути поглощения. Если

суммарное содержание аммиака в обоих фазовых состояниях остается неизменным, то с понижением температуры в твердую фазу перейдет больше аммиака, тогда как доля газообразного аммиака уменьшится. А это также дополнительно отразится на уменьшении интенсивности аммиачных полос поглощения. Интенсивность же полос поглощения метана при этом будет меняться только в зависимости от объемной плотности облаков.

Конечно, это лишь упрощенный подход к интерпретации наблюдаемых широтных вариаций молекулярного поглощения. Для полного описания реальной микрофизической структуры облачных покровов планет требуется модель с большим количеством варьируемых параметров. Но именно в силу своей многопараметричности такая модель не может при сопоставлении с данными наблюдений привести к однозначному результату. Тем не менее, наблюдения все же дают возможность исследовать степень неоднородности облачных покровов планет-гигантов и сезонные изменения, связанные с изменением наклона планеты к потоку солнечной радиации и гелиоцентрического расстояния. Особенность, на которую следует обратить внимание, заключается в том, что более сильные полосы поглощения метана, например, полоса  $\text{CH}_4$  725 нм, не показывают заметного различия в умеренных широтах северного и южного полушарий [7, 8]. Их формирование происходит на меньших эффективных оптических глубинах и для них уже заметную роль играет поглощение в надоблачной атмосфере.

В итоге можно констатировать, что увеличение поглощения  $\text{NH}_3$  в северном полушарии Сатурна совпадает с повышенным поглощением  $\text{CH}_4$ , наблюдаемым также в северном полушарии. Это может быть обусловлено уменьшением объемного коэффициента рассеяния на больших эффективных оптических глубинах за счет повышения температуры. В верхней же части облачного покрова различия в плотности облачного слоя, по-видимому, отсутствуют или выражены гораздо меньше, если судить по одинаковости поглощения в полосе  $\text{CH}_4$  725 нм на умеренных широтах обоих полушарий. Измерения температуры в верхней тропосфере Сатурна на уровне давления около 500 мб [9] показывают даже ее уменьшение в северном полушарии по сравнению с южным в поясе умеренных широт.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Tejfel V.G., Karimov A.M., Kharitonova G.A., Kirienko G.A., Vdovichenko V.D. The hemispheric differences in the methane and ammonia absorptions on Saturn near last equinox in 2008-2010 // -Bulletin of the American Astronomical Society, 2010 V. 42. - P.1021.
- [2] Karkoschka E. (1994). Spectrophotometry of the Jovian planets and Titan at 300- to 1000-nm wavelength: the methane spectrum. *Icarus*, 1994, v.111, No.2, p.174-192.
- [3] Karkoschka, E., Tomasko, M.G. Methane absorption coefficients for the jovian planets from laboratory, Huygens, and HSTdata. // *Icarus* (2009)
- [4] Dick, K. A.; Fink, U. Photoelectric absorption spectra of methane  $\text{CH}_4$ , methane and hydrogen  $\text{H}_2$  mixtures, and ethane  $\text{C}_2\text{H}_6$  // *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, V. 18 1977, P. 433-446 .
- [5] Giver, L.P., 1978. Intensity measurements of the  $\text{CH}_4$  bands in the region 4350Å to 10600Å // *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*. – 19. –P. 311–322.
- [6] Fink, U., Benner, D.C., Dick, K.A., 1977. Band model analysis of laboratory methane absorption spectra from 4500 to 10500Å // *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* 18. – P. 447–457.
- [7] V.G.Teifel, A.M.Karimov, G.A.Kharitonova . South-north hemispheric asymmetry of the albedo and molecular absorption on Saturn // 46-th Lunar and Planetary Science Conference, March 2015, Abstr.1176, 2 PP
- [8] Тейфель В.Г., Каримов А.М. Особенности аммиачного поглощения в атмосфере Сатурна // *Известия НАН РК, серия физико-математическая*, №4, 2009 - С.110-114
- [9] Fletcher, L.N., Achterberg, R.K., Greathouse, T.K., Orton, G.S., Conrath, B.J., Simon, Miller, A.A., Teanby, N., Guerlet, S., Irwin, P.G.J., Flasar, F.M., 2010. Seasonal change on Saturn from Cassini/CIRS observations, 2004–2009. // *Icarus* 208 (July), 337–352.

#### REFERENCES

- [1] Tejfel V.G., Karimov AM, Kharitonova GA, Kirienko GA, Vdovichenko VD The hemispheric differences in the methane and ammonia absorptions on Saturn near last equinox in 2008-2010 // -Bulletin of the American Astronomical Society, 2010 V. 42. - P.1021.
- [2] Karkoschka E. (1994). Spectrophotometry of the Jovian planets and Titan at 300- to 1000-nm wavelength: the methane spectrum. *Icarus*, 1994, v.111, No.2, p.174-192.
- [3] Karkoschka, E., Tomasko, M.G. Methane absorption coefficients for the jovian planets from laboratory, Huygens, and HSTdata. // *Icarus* (2009)

[4] Dick, K. A. ; Fink, U. Photoelectric absorption spectra of methane CH<sub>4</sub>, methane and hydrogen H<sub>2</sub> mixtures, and ethane C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, V. 18, 1977, P. 433-446.

[5] Giver, LP, 1978. Intensity measurements of the CH<sub>4</sub> bands in the region 4350Å to 10600Å // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer. - 19. -P. 311-322.

[6] Fink, U., Benner, DC, Dick, KA, 1977. Band model analysis of laboratory methane absorption spectra from 4500 to 10500Å // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer 18. - P. 447-457.

[7] V.G.Tejfel, A.M.Karimov, G.A.Kharitonova. South-north hemispheric asymmetry of the albedo and molecular absorption on Saturn // 46-th Lunar and Planetary Science Confer-ence, March 2015, Abstr.1176, 2 PP

[8] Teyfel VG Karimov AM. Features ammonia absorption in the atmosphere of Saturn // Proceedings of National Academy of Sciences of Kazakhstan, a series of physical-mathematical, №4, 2009 - S.110-114

[9] Fletcher, LN, Achterberg, RK, Greathouse, TK, Orton, GS, Conrath, BJ, Simon, Miller, AA, Teanby, N., Guerlet, S., Irwin, PGJ, Flasar, FM, 2010. Seasonal change on Saturn from Cassini / CIRS observations, 2004-2009. // Icarus 208 (July), 337-352.

## **САТУРНДАҒЫ АММИАКТЫ ЖҰТУДЫҢ ЕНДІК АСИММЕТРИЯЛАРЫНЫҢ БЕЛГІЛЕРІ**

**В. Г. Тейфель, А. М. Каримов, Н. Н. Бондаренко, Г. А. Харитоновна**

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

**Тірек сөздер:** Сатурн, күн мен түннің теңесуі, атмосфера, бұлт, метан, аммиак, жұту жолақтары.

**Аннотация.** Сатурн жартышарын зерттеу мүмкіндігі (солтүстік және оңтүстік) Күнмен жабықталуы және Жерден көрінуімен бірдей шарттарда 15 жылдан кейін ғана ұсынылады. Сатурнде күн мен түннің теңесуі соңғы кезеңі 2008 жылдың аяғы - 2009 жылдың басына келді. Осы кезеңде бүкіл планетаны қамтитын Сатурнның орталық меридианы спектрлері және аймақтық спектрлер жазбасымен спектрлік бақылаулардың үлкен циклінің орындалуы болды. Соның ішінде 2009 жылдың басында Сатурн дискісін түсіріп алу сәтінде алынған 450 аймақтық спектрограммалар бойынша NH<sub>3</sub> 647 нм аммиакты жұту жолақтарының вариациясы зерттелді. Бұл жолақ CH<sub>4</sub> 667 нм метан жұту жолақтарының қысқитолқынды қанаттармен жабылады, сондықтан аммиакты жұтудың бөлінуі үшін Уран спектрлері және метанның зертханалық спектрлері пайдаланылды. Аммиакты жұту біршама әлсіз метан жолақтарының бақылататын көптеген күшті метан жолақтарына қарама-қайшылығы сияқты Сатурнның солтүстік жартышарында күшейетіні табылды. Бұл Сатурнда аммиакты бұлтты қабатты бөлігінің тереңдіктің көлемді тығыздығында «солтүстік-оңтүстік» асимметриясын көрсетеді.

*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](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.