

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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 (309)**

**ҚЫРКҮЙЕК – ҚАЗАН 2016 ж.  
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2016 г.  
SEPTEMBER – OCTOBER 2016**

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

## ҚР ҰҒА ХАБАРЛАРЫ. ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА СЕРИЯСЫ

Бас редакторы  
ф.-м.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі **Ғ.М. Мұтанов**

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Жұмаділдаев А.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Кальменов Т.Ш.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жантаев Ж.Ш.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Өмірбаев У.У.** проф. корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Жүсіпов М.А.** проф. (Қазақстан)  
**Жұмабаев Д.С.** проф. (Қазақстан)  
**Асанова А.Т.** проф. (Қазақстан)  
**Бошкаев К.А.** PhD докторы (Қазақстан)  
**Сұраған Д.** PhD докторы (Қазақстан)  
**Quevedo Hernando** проф. (Мексика),  
**Джунушалиев В.Д.** проф. (Қырғыстан)  
**Вишневский И.Н.** проф., академик (Украина)  
**Ковалев А.М.** проф., академик (Украина)  
**Михалевич А.А.** проф., академик (Белорус)  
**Пашаев А.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Қазақстан), бас ред. орынбасары  
**Тигиняну И.** проф., академик (Молдова)

## ИЗВЕСТИЯ НАН РК. СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ

Главный редактор  
д.ф.-м.н., проф. академик НАН РК **Г.М. Мутанов**

Редакционная коллегия:

**Джумадильдаев А.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Кальменов Т.Ш.** проф., академик (Казахстан)  
**Жантаев Ж.Ш.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Умирбаев У.У.** проф. чл.-корр. (Казахстан)  
**Жусупов М.А.** проф. (Казахстан)  
**Джумабаев Д.С.** проф. (Казахстан)  
**Асанова А.Т.** проф. (Казахстан)  
**Бошкаев К.А.** доктор PhD (Казахстан)  
**Сураган Д.** доктор PhD (Казахстан)  
**Quevedo Hernando** проф. (Мексика),  
**Джунушалиев В.Д.** проф. (Кыргызстан)  
**Вишневский И.Н.** проф., академик (Украина)  
**Ковалев А.М.** проф., академик (Украина)  
**Михалевич А.А.** проф., академик (Беларусь)  
**Пашаев А.** проф., академик (Азербайджан)  
**Такибаев Н.Ж.** проф., академик (Казахстан), зам. гл. ред.  
**Тигиняну И.** проф., академик (Молдова)

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

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

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

**NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC  
OF KAZAKHSTAN. SERIES OF PHYSICS AND MATHEMATICS**

E d i t o r i n c h i e f

doctor of physics and mathematics, professor, academician of NAS RK **G.M. Mutanov**

E d i t o r i a l b o a r d:

**Dzhumadildayev A.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kalmenov T.Sh.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zhantayev Zh.Sh.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Umirbayev U.U.** prof. corr. member. (Kazakhstan)  
**Zhusupov M.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Dzhumabayev D.S.** prof. (Kazakhstan)  
**Asanova A.T.** prof. (Kazakhstan)  
**Boshkayev K.A.** PhD (Kazakhstan)  
**Suragan D.** PhD (Kazakhstan)  
**Quevedo Hernando** prof. (Mexico),  
**Dzhunushaliyev V.D.** prof. (Kyrgyzstan)  
**Vishnevskiy I.N.** prof., academician (Ukraine)  
**Kovalev A.M.** prof., academician (Ukraine)  
**Mikhalevich A.A.** prof., academician (Belarus)  
**Pashayev A.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Takibayev N.Zh.** prof., academician (Kazakhstan), deputy editor in chief.  
**Tiginyanu I.** prof., academician (Moldova)

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

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

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, 2016

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 309 (2016), 91 – 96

**V.G.Teifel, A.M. Karimov, G.A. Kharitonova**Fessenkov Astrophysical Institute, Almaty, Kazakhstan  
e-mail: tejf@mail.ru**THE AMMONIA ABSORPTION ON SATURN – AN ASYMMETRY  
OF LATITUDINAL VARIATIONS AT THE 2009 EQUINOX**

**Abstract.** We have conducted a comparative analysis of the behavior of the absorption bands of ammonia and methane in the northern and southern hemispheres of Saturn during the Equinox of 2009, when both hemispheres of the planet were in the same insolation conditions and visibility from the Earth. In contrast to the moderate intensity of the absorption band  $\text{CH}_4$  725 nm the weak methane bands show the some increasing in the northern hemisphere, and the asymmetry in the latitudinal absorption during enhanced with decreasing intensity of the band. The absorption of ammonia  $\text{NH}_3$  645 nm band shows the greatest asymmetry. This can be seen as evidence of the differences in the degree of vertical heterogeneity of the cloud layer in the northern and southern hemispheres of Saturn.

**Keywords:** Saturn, atmosphere, clouds, methane, ammonia, molecular absorption.

УДК 523.46

**В.Г.Тейфель, А.М.Каримов, Г.А.Харитонов**

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

**АММИАЧНОЕ ПОГЛОЩЕНИЕ НА САТУРНЕ - АСИММЕТРИЯ  
ШИРОТНЫХ ВАРИАЦИЙ В ПЕРИОД РАВНОДЕНСТВИЯ 2009 ГОДА**

**Аннотация:** Выполнен сравнительный анализ поведения полос поглощения метана и аммиака в северном и южном полушариях Сатурна в период равноденствия 2009 года, когда оба полушария планеты находились в одинаковых условиях освещения и видимости с Земли. В отличие от умеренной по интенсивности полосы поглощения  $\text{CH}_4$  725 нм слабые полосы метана обнаруживают усиление в северном полушарии, причем асимметрия в широтном ходе поглощения усиливается с уменьшением интенсивности полосы. Поглощение в полосе аммиака  $\text{NH}_3$  645 нм показывает наибольшую асимметрию. Это можно рассматривать как свидетельство различий в степени вертикальной неоднородности облачного слоя в северном и южном полушариях Сатурна.

**Ключевые слова:** Сатурн, атмосфера, облака, метан, аммиак, молекулярное.

**Введение.** По сравнению с Юпитером относительное содержание аммиака в атмосфере Сатурна существенно понижено. Поэтому полосы поглощения  $\text{NH}_3$  в видимой области спектра Сатурна крайне слабы и к тому же перекрываются с более интенсивными полосами поглощения метана. Полосу  $\text{NH}_3$  787 нм почти невозможно выделить на фоне относительно мощной двойной полосы поглощения  $\text{CH}_4$ . Другая полоса  $\text{NH}_3$  645 нм попадает на относительно слабое коротковолновое крыло полосы  $\text{CH}_4$ , максимум которой приходится на длину волны около 667 нм. В атмосферах Юпитера и Сатурна аммиачное поглощение формируется только внутри облачного слоя при многократном рассеянии на облачных частицах (кристаллах замершего аммиака). В надоблачной зоне тропосферы аммиак практически полностью вымерзает и не создает дополнительного поглощения., в отличие от метана, который не конденсируется при температуре тропосфер обеих планет. Кроме того, вертикальное распределение относительной концентрации

аммиака внутри облачного покрова обеих планет может быть разным в зависимости от температурного режима на разных широтах. Концентрация же метана по высоте просто следует барометрической формуле. Поэтому исследование пространственно-временных вариаций поглощения аммиака, как и метана, представляет вполне определенный интерес для изучения структуры и изменчивости облачных слоев планет-гигантов.

В 2009 году состоялось повторяющееся всего раз в 15 лет равноденствие на Сатурне, когда плоскость его колец и экватора была ориентирована ребром в направлении к Солнцу и Земле. В это время представляется возможность исследовать оба полушария Сатурна (северное и южное) в одинаковых условиях их видимости и освещения Солнцем. Однако, необходимо иметь в виду, что при этом состояние атмосферы в северном и южном полушарии может быть не вполне идентичным в силу различия в режимах из инсоляции в период предшествовавший равноденствию. В течение нескольких лет перед равноденствием 2009 года Сатурн находился на наименьших расстояниях от Солнца и к Солнцу было наклонено южное полушарие планеты. Перед предыдущим равноденствием 1995 года Сатурн находился на наибольшем удалении от Солнца и обращен был к нему северным полушарием. Соответственно, и приток солнечной энергии был наименьшим [1,2]. Видимо, именно в результате этого широтные вариации поглощения метана, наблюдавшиеся в оба последних равноденствия, показали значительное различие

[3,4]. В предыдущей публикации [5] было обращено внимание на то, что в 2009 году в период равноденствия наблюдалось заметное различие аммиачного поглощения в полосе 645 нм между южным и северным умеренными поясами широт. Поэтому целесообразно сделать более детальное исследование этой особенности в сравнении с тем, что наблюдается у полос поглощения метана.

**Вариации поглощения  $\text{CH}_4$ .** На рисунке 1 показаны графики изменения с широтой глубин ( $R$ ) и эквивалентных ширин ( $W$ ) полос поглощения метана по измерениям серий зональных спектров, полученных во время наблюдений Сатурна в 2009 году. Графики построены в логарифмическом масштабе, чтобы можно было легче сравнивать относительное изменение разных по интенсивности полос поглощения.

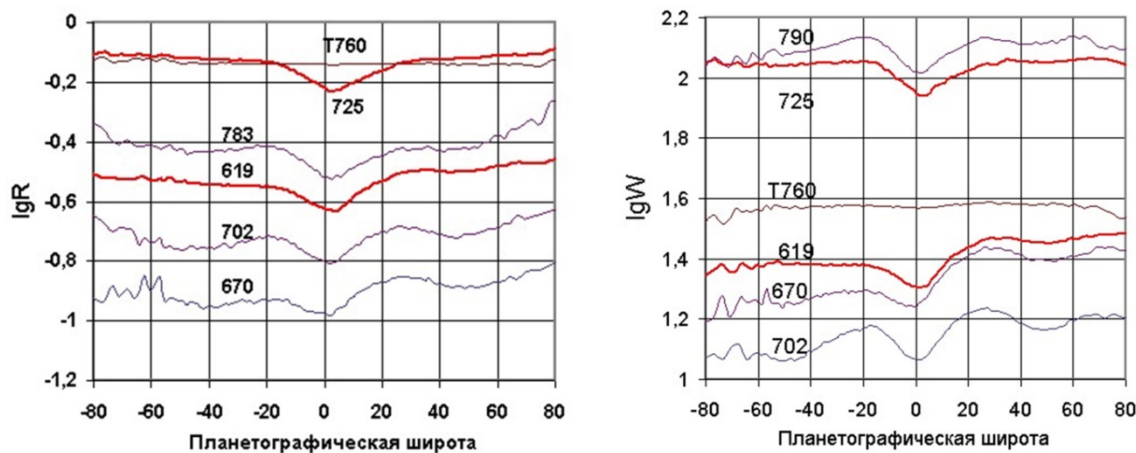


Рисунок 1 -Изменение с широтой центральных глубин и эквивалентных ширин полос поглощения метана на Сатурне в 2009 г.

Для того, чтобы быть уверенными в реальности наблюдаемого широтного хода поглощения одновременно измерялись характеристики теллурической полосы поглощения кислорода  $\text{O}_2$  760 нм, поглощение в которой не связано с атмосферой Сатурна и не должно меняться по диску планеты.

Наиболее заметная особенность на графиках – это депрессия поглощения в поясе низких широт – в экваториальной области Сатурна. Эта депрессия характерна для Сатурна и отмечалась многими наблюдателями в разные периоды видимости планеты, например, в прежних работах [7-9]. Пониженное поглощение в экваториальном поясе Сатурна может быть интерпретировано как результат повышение эффективной верхней границы облачного покрова, Но может быть и другое объяснение, связанное с формированием полос молекулярного поглощения внутри оптически толстого облачного слоя при многократном рассеянии. Известно, что в экваториально поясе на

Сатурне наблюдается максимальная скорость зональной циркуляции, достигающая 500 м/с, что в 4 раза превосходит аналогичную скорость в экваториальном поясе Юпитера. То, что и слабые полосы поглощения показывают депрессию на низких широтах Сатурна, свидетельствует в пользу увеличения плотности облаков, хотя и оба фактора могут действовать одновременно, включая повышение верхней границы облаков.

Еще одна особенность, видимая на графиках, это различие в величинах характеристик полос поглощения в умеренных широтах южного и северного полушарий, которое заметно у слабых полос, но практически отсутствует у более сильной (умеренной) полосы  $\text{CH}_4$  725 нм. В таблице 1 приведены средние значения эквивалентных ширин полос поглощения для умеренных широт южного ( $W_s$ ) и северного ( $W_n$ ) полушарий, вычисленные по измерениям 5 сканов, записанных 5-6.01.2009. Значения их отношений иллюстрируют вышесказанное.

Таблица - Сравнение усредненных по умеренным широтам эквивалентных ширин полос поглощения в северном и южном полушариях Сатурна.

Полоса	S	N	N/S
Скан А	$W_{s,A}$	$W_{n,A}$	$W_n/W_s$
619 nm W	24,06	29,60	1,23
645 nm W	4,40	9,63	2,19
667 nm W	12,66	16,29	1,29
702 nm W	10,84	14,81	1,37
725 nm W	109,48	112,47	1,03
Скан В	$W_{s,A}$	$W_{n,A}$	$W_n/W_s$
619 nm W	24,00	29,36	1,22
645 nm W	5,19	9,59	1,85
667 nm W	12,71	15,83	1,25
702 nm W	11,06	15,05	1,36
725 nm W	109,31	112,08	1,03
Скан С	$W_{s,A}$	$W_{n,A}$	$W_n/W_s$
619 nm W	23,90	30,37	1,27
645 nm W	4,94	10,29	2,08
667 nm W	12,71	16,93	1,33
702 nm W	12,58	15,28	1,21
725 nm W	108,94	112,40	1,03
Скан D	$W_{s,A}$	$W_{n,A}$	$W_n/W_s$
619 nm W	23,89	29,95	1,25
645 nm W	5,26	9,46	1,80
667 nm W	12,99	16,98	1,31
702 nm W	13,14	15,21	1,16
725 nm W	109,85	112,88	1,03
Скан E			
619 nm W	24,03	30,20	1,26
645 nm W	5,59	10,15	1,82
667 nm W	12,72	16,75	1,32
702 nm W	13,47	15,29	1,14
725 nm W	109,79	113,38	1,03

В таблице полосы 645 нм и 667 нм - это части одной широкой полосы поглощения метана, в коротковолновом крыле которой находится и полоса поглощения аммиака  $\text{NH}_3$  645 нм. Поглощение метана в этом крыле незначительно, а аммиачное выделяется на относительно монотонном фоне метанового крыла, хотя и оно очень невелико. Поэтому определялась суммарная эквивалентная ширина метаново-аммиачного поглощения в этом крыле, из которого на долю аммиака приходится около 30-40 процентов. Длинноволновое крыло с максимумом поглощения на длине волны 667 нм определяется полностью метаном.

**Поведение аммиачной полосы NH<sub>3</sub> 645 нм.** Из сопоставления данных таблицы 1 и усредненных по всем сканам значениям эквивалентных ширин полос поглощения, показанных на рисунке 2, видно, что различие в поглощении между умеренными широтами северного и южного полушарий наиболее выражено у слабых полос. Максимальное различие получается для участка спектра, включающего полосу поглощения NH<sub>3</sub> 645 нм. Для этого участка измерялась полная эквивалентная ширина, в которую входит как аммиачное, так и метановое поглощение. Отношение эти эквивалентных ширин  $W_n / W_s$  достигает двукратного значения.

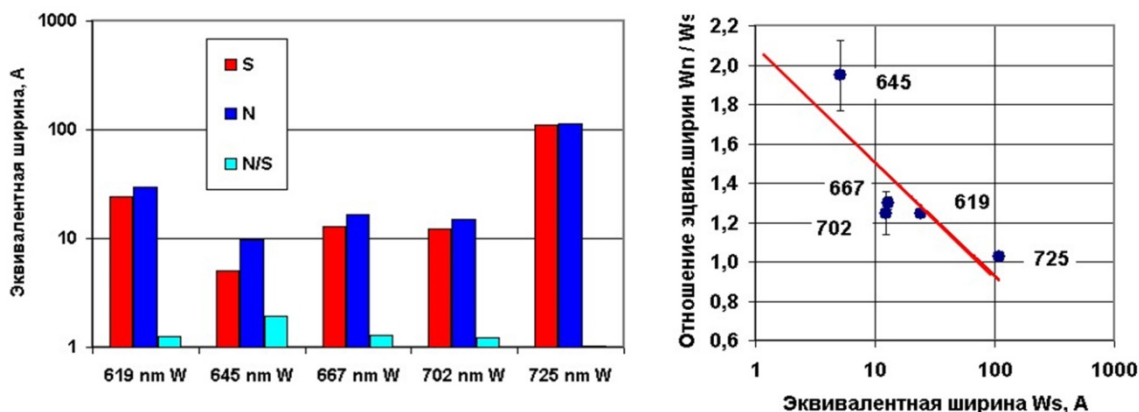


Рисунок 2 – Сравнение эквивалентны ширин полос поглощения в умеренных широтах южного ( $W_s$ ) и северного ( $W_n$ ) полушарий Сатурна в 2009 г

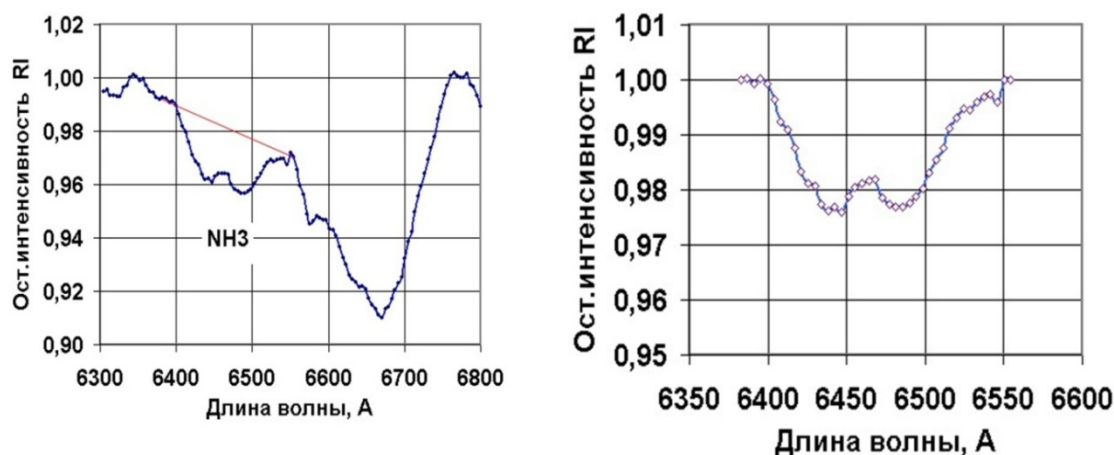


Рисунок 3 – Выделение профиля полосы поглощения NH<sub>3</sub> 645 нм из коротковолнового крыла комбинированной метаново-аммиачной полосы

Чтобы уточнить роль аммиачного поглощения, нужно все же выделить именно аммиачную составляющую в из коротковолнового крыла комбинированной полосы. Для этого ход поглощения метана в коротковолновом крыле был проинтерполирован в области аммиачного поглощения, как показано на левом графике рисунка 3. Правомерность такой интерполяции основывается на лабораторных данных о коэффициентах поглощения метана в этой полосе [10,11], показывающих достаточно монотонный ход в коротковолновом крыле этой полосы. Затем к нему было вычислено отношение аммиачной составляющей и получен в «чистом» виде профиль полосы NH<sub>3</sub> 645 нм (правый график рисунка 3).

Выделенные профили полосы аммиака были построены по измерениям спектрограмм 5 сканов. На рисунке 4 слева показана серия профилей по одному из сканов. Толстые линии (красные в цветном изображении) относятся у южному полушарию, а тонкие (синие) – к северному. Максимальная глубина в полосе не превышает 0.05 в северном полушарии и 0.03 в южном. Примерно такие же оценки глубин приводятся в работе [12] по наблюдениям Сатурна в 1980-1982 гг.



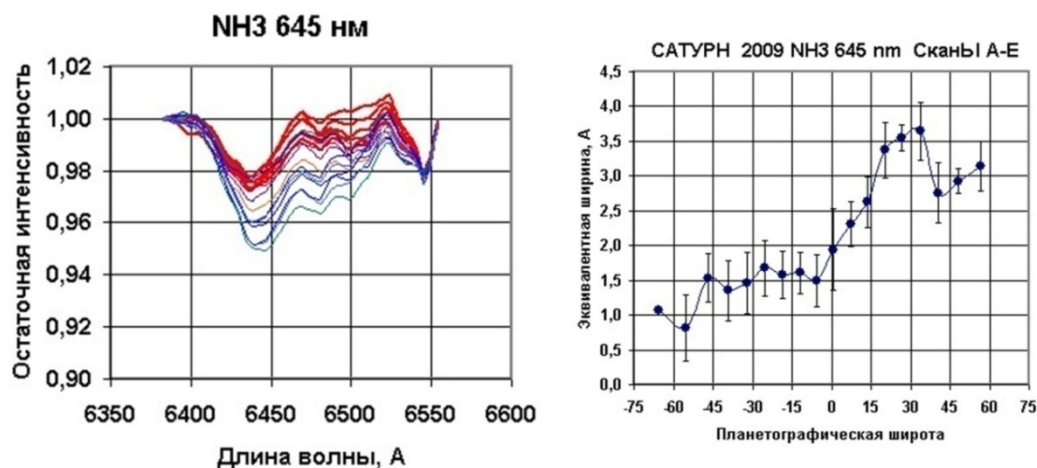


Рисунок 4 – Профили выделенной полосы поглощения  $\text{NH}_3$  645 нм в разных зонах Сатурна и широтный ход эквивалентной ширины по 5 сканам

. По наблюдениям в марте 1980 г. [13] эквивалентные ширины полосы  $\text{NH}_3$  645 нм в центре диска на разных долготах равнялись в среднем  $2.2 \pm 0.2$  А. В это время через центр диска Сатурна проходил как раз экватор планеты, так как это был период равноденствия.

Средние по всем 5 сканам 2009 года значения эквивалентных ширин полосы, отнесенные к шкале планетографических широт, представлены на правом графике. Как видим, различие в аммиачном поглощении между полушариями достаточно заметно и достигает трехкратного значения. Для экваториального пояса эквивалентная ширина аммиачной полосы практически получилась такой же, как и в равноденствие 1980 года. Отметим, что позиционно эти оба равноденствия аналогичны, так как разделены полным периодом обращения Сатурна вокруг Солнца.

**Заключение.** Спектральные наблюдения Сатурна в период равноденствия 2009 года обнаружили достаточно заметные различия в интенсивности молекулярных полос поглощения между северным и южным полушариями планеты. Это различие почти отсутствует у относительно сильных (или умеренных) полос, но возрастает у слабых полос, так что в северном полушарии поглощение в слабых полосах заметно выше, чем в южном полушарии. Чем слабее полоса, тем в большей степени проявляется эта разница. Полоса поглощения аммиака  $\text{NH}_3$  645 нм тоже следует этой закономерности, обнаруживая наибольшее различие по полушариям.

Поскольку эффективные оптические глубины формирования абсорбционных полос метана и аммиака в рассеивающе-поглощающей среде возрастают с убыванием коэффициентов поглощения, слабые полосы метана и аммиака должны формироваться и на больших линейных глубинах в облачном слое или даже ниже. Если полная оптическая толщина аммиачного облачного слоя относительно не велика. В модели с оптически полубесконечным облачным слоем

Наблюдаемое различие в поглощении между южным и северным полушариями Сатурна может рассматриваться как признак различий в степени вертикальной неоднородности облачного слоя, возрастающей с глубиной. Для аммиачного поглощения это различие может быть больше, чем у метана, так как с уменьшением плотности аммиачного аэрозоля увеличивается концентрация газообразного аммиака.

*Работа выполнена в рамках проекта №0073/ГФ4*

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Van Hemelrijck E. (1982) The oblateness effect on the solar radiation incident at the top of the atmospheres of the outer planets, *Icarus* V.51, P. 39-50.
- [2] Van Hemelrijck E. (1987) The effect of Saturn's rings on the upper-boundary insolation of its atmosphere, *Earth, Moon and Planets* V.38, P. 217-235.
- [3] Тейфель В.Г. Распределение молекулярного поглощения по диску Сатурна по наблюдениям в 1995г. на основе зональной спектрофотометрии с ПЗС-камерой. Результаты наблюдений. *Астроном. вестник РАН*, 1997, Т.31, N3, с.222-231, *Solar System Res.*, 1997, v. 31, N3, p.198-206.
- [4] Tejfel V., Karimov A. and Kharitonova G., Preliminary comparison of the methane absorption latitudinal distribution on Saturn's disk near zero tilt of the rings in 1995 and 2009 *Geophysical Research Abstracts*, V 11, EGU2009-9735.

- [5] Тейфель В.Г., Каримов А.М. Особенности аммиачного поглощения в атмосфере Сатурна Известия НАН РК, серия физико-математическая, №4. 2009. - С.110-114.
- [6] Тейфель В.Г., Каримов А.М., Бондаренко Н.Н., Харитонов Г.А. Признаки широтной асимметрии аммиачного поглощения на Сатурне Известия НАН РК Серия физико-математическая. №4 2015. С.102-108.
- [7] Тейфель В.Г., Харитонов Г.А. Высота облачного покрова и экваториальное ускорение в атмосфере Сатурна . Астрономический циркуляр АН СССР №735. 1972. С. 4-6.
- [8] Tejfel V. G. Latitude differences in the structure of Saturn's cloud layer. Astron. Vest.,1977, V. 11, P. 14-24. Solar System Res., 1977. V. 11. P.10-18.
- [9] Apt J., Singer G.B. Cloud Height Differences on Saturn. Icarus, 1982, V. 52, P.503-508
- [10] Giver, L.P., Intensity measurements of the CH<sub>4</sub> bands in the region 4350Å to 10600Å. J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer. 1978, V. 19, P. 311–322.
- [11] DicK. 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, 1977, V. 18 P. 433-446 .
- [12]. Trafton L. Long-Term Changes in Saturn's Troposphere. 3, 374--405 (1985). Icarus, 1985. V. 63, P.374--405
- [13] Cochran A. L., Cochran W. D. Longitudinal variability of methane and ammonia bands on Saturn. Icarus, 1981, V.48, P.488-495.

#### REFERENCES

- [1] Van Hemelrijck E. (1982) The oblateness effect on the solar radiation incident at the top of the atmospheres of the outer planets, Icarus V.51, P. 39-50.
- [2] Van Hemelrijck E. (1987) The effect of Saturn's rings on the upper-boundary insolation of its atmosphere, Earth, Moon and Planets V.38, P. 217-235.
- [3] Tejfel V.G. The distribution of molecular absorption on the disk of Saturn from observations in 1995. by zonal spectrophotometry with a CCD camera. Results of observations. Astron. Vestnik RAN, 1997, T.31, N3, c.222-231, Solar System Res., 1997, v.31, N3, p.198-206
- [4] Tejfel V., Karimov A, Kharitonova G., .Preliminary comparison of the methane absorption latitudinal distribution on Saturn's disk near zero tilt of the rings in 1995 and 2009. Geophysical Research Abstracts, V 11, EGU2009-9735.
- [5] Tejfel VG Karimov AM. Features of the ammonia absorption in the atmosphere of Saturn's atmosphere. Proceedings of National Academy of Sciences of Kazakhstan, a series of physical and mathematical, №4, 2009 - S.110-114
- [6] Tejfel VG .Karimov AM, Bondarenko NN, GA .Kharitonova Signs latitudinal asymmetry ammonia absorption Saturn. Proceedings of the National Academy of Sciences of the RK series of physical and mathematical, №4 2015 S.102-108.
- [7] Teyfel VG Kharitonov GA The height of the cloud cover and the equatorial acceleration in the atmosphere of Saturn. Astronomical Circular USSR Academy of Sciences # 735, 1972, pp 4-6.
- [8] Tejfel V. G. Latitudinal differences in the structure of Saturn's cloud layer. Astron. Vest., 1977, V. 11, P. 14-24. Solar System Res., 1977, V. 11. P.10-18.
- [9] Apt J., Singer G.B. Cloud Height Differences on Saturn. Icarus, 1982, V. 52, P.503-508
- [10] Giver, L.P. Intensity measurements of the CH<sub>4</sub> bands in the region 4350Å to 10600Å. J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer., 1978, V. 19. P. 311-322.
- [11] DicK. 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, 1977, V. 18, P. 433-446.
- [12] Trafton L. Long-Term changes in Saturn's troposphere. 3, 374–405 (1985) Icarus, 1985, V. 63, P.374—405
- [13] Cochran, A. L., Cochran W. D. . Longitudinal variability of methane and ammonia bands on Saturn. Icarus, 1981, V.48, P.488-495.

**В.Г. Тейфель, А.М. Каримов, Г.А. Харитонов**

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

#### САТУРНДАҒЫ АММИАҚТЫҢ ЖҰТЫЛУЫ - 2009 ЖЫЛҒЫ КҮН МЕН ТҮННІҢ ТЕҢЕЛУІ КЕЗЕҢІНДЕ ЕНДІК ВАРИАЦИЯЛАР АСИММЕТРИЯСЫ

**Аннотация.** Планетаның екі жарты шары жарықтану және Жердің көрінуі сияқты бірдей жағдайда болған кезде 2019 жылы күн мен түннің теңелуі кезеңінде Сатурнның солтүстік және оңтүстік метан мен аммиак жұту жолақтарының жүрісінің салыстырмалы талдау жүргізілді. CH<sub>4</sub> 725 нм CH<sub>4</sub> 725 нм жұту жолақтары метанның әлсіз жолақтары бірқалыптыдан қарқындылық бойынша айырмашылығында солтүстік жартышарда күшейетіні табылды, әрі жұтудың ендік жүрісінде асимметрия жолақтар қарқындылығының азаюымен күшейе түседі. NH<sub>3</sub> 645 нм аммиак жолағында жұрылу айтарлықтай асимметрияны көрсетеді. Бұны Сатурнның солтүстік және оңтүстік жарты шарларында бұлт қабатының вертикалды біртектілігінің дәрежесі айырмашылығының айғағы ретінде қарастыруға болады.

**Түйін сөздер:** Сатурн, атмосфера, облака, метан, молекулалық аммиак.

## МАЗМҰНЫ

### Жұлдыздардың және тұмандықтардың зерттеулері

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , ТУС3215-906-1 айнымалы жұлдыз: бүгілген жаркылдың талдауы және жіктеуі.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , V725 Тау объектісінің спектрлік және фотометрлік бақылауларының нәтижелері.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , M1-65 планеталық тұмандықтың айнымалылығы.....	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Жұлдыз маңындағы құрылымдардың қалыптасуына магниттік өрістердің әсері.....	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , GSC 3601-01531 және GSC 3601-01504 екі жаңа айнымалы жұлдыздар .....	35

### Аспан механикасының және жұлдыздар жүйесінің мәселелері

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Астрофизикалық энергия кезінде радиациялық ${}^2\text{H}^3\text{He}$ басып алу .....	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Қараңғы материя есебімен ғаламдар релаксацияларының уақытын бағалау.....	50

### Күннің және күн жүйесі денелерінің физикасы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары дискілерінде атомдар мен иондар динамикасына бүгілген жарық қысымының әсері.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Күн маңындағы сублимация процессінде оливин тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы .....	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , А тобы жұлдыздары маңындағы сублимация процессінде силикатты тозақ бөлшектерінің орбиталық дамуы.....	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күннің минимум белсенді кезіндегі иондық энергиямен Fe/O қатынасының өзгеруі. I. күнде дақтар жоқ болғанда Fe және O иондарының энергетикалық спектрлері.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Күн белсенділігі минимумында иондар қуатымен Fe/O мәнінің өзгеруі. II. Циклдің минимумында ғарыш сәулелерінің аномалды компоненттерінің ролі.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонова Г.А.</i> , Сатурндағы аммиактың жұтылуы – 2009 жылы күн мен түннің теңелуі кезеңінде ендік вариациялар асимметриясы .....	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Сатурнның солтүстік жартышары - 2015 жылы метан және аммиактың жұтылуы .....	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу I. Экватор аймағы .....	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> жылдың көріну маусымында юпитер дискісі бойынша метанның-аммиактың жұтылуын зерттеу. II. Ендік вариациялар .....	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> 2016 жылдың көріну маусымында Юпитерде метан-аммиак жұтылуын зерттеу III. Үлкен Қызыл Дақ (ҮҚД).....	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Көптеген геотұрақты серіктердің кейбір сипаттамалары.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Көру шегі аз CCD-матрицада ГТС бақылауларының астрометриялық өңдеулерінің әртүрлі әдістерінің салыстырмалы талдауы.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясы бекетінде геотұрақты серіктерді бақылау жағдайы.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Тянь-Шань Астрономиялық Обсерваториясының 1-метрлік телескобында фотометрлік жүйесін стандарттау.....	140
<i>Терещенко В.М.</i> , SSP-5A фотоэлектрлік фотометрі жұмысының сипаттамасы және ерекшеліктері.....	146
<i>Терещенко В.М., Шамро А.В.</i> , Абсолютті өлшемдер үшін спектрограф. Оптика-механикалық блоктың сызбасы және құрылымы.....	155

### Теориялық зерттеулер

<i>Қалдыбекова Б.Қ., Решетова Г.В.</i> Арнайы ішектен жасалған тордың сандық нәтижелері.....	160
<i>Бакирова Э.А., Қадырбаева Ж.М.</i> Жүктелген дифференциалдық теңдеулер үшін сызықты көпнүктелі шеттік есептің шешілімділігі туралы.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> Гурса операторының Крейн кеңістігіндегі жалқылығы туралы.....	176
<i>Жұмәлі А.С., Решетова Г.В.</i> Жерасты ерітінділеудің микроскопиялық динамикасын сандық моделдеу.....	188
<i>Бақтыбаев Қ., Дәлелханқызы А., Қиқымова І., Мырзагулов А.</i> Әсерлесуші бозондар моделін уран ядросының деформацияланған изотоптарына қолдану.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқын теңдеуінің шартарапты волтерлі есептерінің Крейннің кеңістігіндегі спектралдік таралымдары.....	203
<i>Шомаманбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Толқындық теңдеуінің шартарапты шекаралық есебінің спектрлік қасиеттері.....	213
<b>Қазақстанның астрономиялық ғылым 75 жыл.</b> .....	224

СОДЕРЖАНИЕ

Исследование звезд и туманностей

<i>Серебрянский А.В., Гайнуллина Е.Р., Халикова А.В.</i> , Переменная звезда TYC3215-906-1: анализ кривой блеска классификация.....	5
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К., Отебай А.Б.</i> , Результаты спектральных и фотометрических наблюдений объекта V725 Тау.....	12
<i>Кондратьева Л.Н., Рспаев Ф.К., Аймуратов Е.К.</i> , Переменность планетарной туманности M1-65 .....	22
<i>Павлова Л.А.</i> , Влияние магнитных полей на формирование околосветных структур .....	29
<i>Кокумбаева Р.И., Хруслов А.В., Кусакин А.В.</i> , Две новые переменные звезды GSC 3601-01531 и GSC 3601-01504... ..	35

Проблемы небесной механики и динамики звездных систем

<i>Дубовиченко С.Б., Джазаиров-Кахраманов А.В., Буркова Н.А., Ткаченко А.С.</i> , Радиационный $^2\text{H}^3\text{He}$ захват при астрофизических энергиях .....	41
<i>Зулыхаров А.Т., Коньсбаев Т.К., Чечин Л.М.</i> , Оценка времени релаксации галактик с учетом темной материи.....	50

Физика Солнца и тел солнечной системы

<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Действие светового давления на динамику атомов и ионов в осколочных дисках звезд класса А.....	55
<i>Демченко Б.И., Шестакова Л.И.</i> , Орбитальная эволюция пылевых частиц оливина в процессе сублимации около Солнца .....	64
<i>Шестакова Л.И., Демченко Б.И.</i> , Орбитальная эволюция силикатных пылевых частиц в процессе сублимации около звезд класса А .....	73
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. I. Энергетические спектры ионов Fe и O при отсутствии пятен на Солнце.....	81
<i>Минасянц Г.С., Минасянц Т.М., Томозов В.М.</i> Изменение отношения Fe/O с энергией ионов в минимуме солнечной активности. II. Роль аномальной компоненты космических лучей в минимуме цикла.....	86
<i>Тейфель В.Г., Каримов А.М., Харитонова Г.А.</i> , Аммиачное поглощение на Сатурне - асимметрия широтных вариаций в период равноденствия 2009 года.....	91
<i>Каримов А.М., Лысенко П.Г., Тейфель В.Г.</i> , Северное полушарие Сатурна - поглощение метана и аммиака в 2015 году .....	97
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения по диску Юпитера в сезон видимости 2016 года I. экваториальная область.....	104
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> , Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года II. Широтные вариации.....	110
<i>Вдовиченко В.Д., Кириенко Г.А., Лысенко П.Г.</i> Исследование молекулярного поглощения на Юпитере в сезон видимости 2016 года. III. Большое Красное Пятно (БКП) .....	118
<i>Демченко Б.И., Воропаев В.А., Комаров А.А., Молотов И.Е., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Некоторые характеристики множества геостационарных спутников.....	124
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Нифонтова М.В., Усольцева Л.А.</i> , Сравнительный анализ различных методов астрометрической обработки наблюдений ГСС на CCD-матрице с малым полем зрения.....	129
<i>Демченко Б.И., Комаров А.А., Кругов М.А., Рева И.В., Серебрянский А.В., Усольцева Л.А.</i> , Условия наблюдений геостационарных спутников на пункте Тянь-Шанская Астрономическая Обсерватория.....	135
<i>Шомищева С.А., Рева И.В., Кондратьева Л.Н., Отебай А.Б.</i> , Стандартизация фотометрической системы 1-метрового телескопа Тянь-Шанской Астрономической Обсерватории.....	140
<i>Терещенко В.М.</i> , Характеристики и особенности работы фотоэлектрического фотометра SSP-5A .....	146
<i>Терещенко В.М., Шамро А.В.</i> , Спектрограф для абсолютных измерений. Схема и конструкция оптико-механического блока.....	152

Теоретические исследования

<i>Калдыбекова Б. К., Решетова Г. В.</i> Численные результаты специальной сетки из струн.....	160
<i>Бакирова Э.А., Кадирбаева Ж.М.</i> О разрешимости линейной многоточечной краевой задачи для нагруженных дифференциальных уравнений.....	168
<i>Бесбаев Г.А., Көпжасарова А.А., Сапрыгина М.Б., Шалданбаев А.Ш.</i> О самосоряженности оператора Гурса в пространстве Крейна.....	176
<i>Жумали А.С., Решетова Г.В.</i> Численное моделирование микроскопической динамики подземного выщелачивания.....	188
<i>Бактыбаев К., Далелханкызы А., Кикымова I., Мырзабаев А.</i> Применение модели взаимодействующих бозонов в деформированных изотопах ядра урана.....	195
<i>Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Абылкасымова Э. А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные разложения решения вольтерровых нелокальных краевых задач волнового уравнения.....	203
<i>Шомамбаева М.Т., Көпжасарова А.А., Бесбаев Г.А., Шалданбаев А.Ш.</i> Спектральные свойства нелокальной краевой задачи волнового уравнения .....	213
<b>75 лет казахстанской астрономической науке.....</b>	<b>224</b>

## CONTENTS

## Investigation of stars and nebulae

<i>Serebryanskiy A.V., Gaynullina E.R., Khalikova A.V.</i> Variable star TYC3215-906-1: light curve analyses and classification .....	5
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye., Otebay A.</i> Results of the spectral and photometric observations of the object V725 Tau .....	12
<i>Kondratyeva L., Rspaev F., Aimuratov Ye.</i> , Variability of the planetary nebula M1-65.....	22
<i>Pavlova L.A.</i> , The influents magnetic field on the forming circumstellar structure.....	29
<i>Kokumbaeva R.I., Khruslov A.V., Kusakin A.V.</i> , GSC 3601-01531 and GSC 3601-01504, two new variable stars.....	35

## Problems of celestial mechanics and dynamics of stellar systems

<i>Dubovichenko S.B., Dzhazairov-Kakhramanov A.V., Burkova N.A., Tkachenko A.S.</i> , Radiative ${}^2\text{H}^3\text{He}$ capture at astrophysical energies .....	41
<i>Zulpykharov A. T., Konysbayev T.K., Chechin L.M.</i> The relaxation time estimation for galaxies with account of Dark matter.....	50

## Physics of sun and bodies of the Solar system

<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , The action of radiation pressure on the dynamics of atoms and ions in debris disks of A-type stars.....	55
<i>Demchenko B.I., Shestakova L.I.</i> , Orbital evolution of olivine dust grain during sublimation process near the Sun.....	64
<i>Shestakova L.I., Demchenko B.I.</i> , Orbital evolution of silicate dust particles during sublimation near A-type stars.....	73
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. I. Energy Spectra of Fe and O Ions on the Spotless Sun .....	81
<i>Minasyants G.S., Minasyants T.M., Tomozov V.M.</i> Variations of Fe/O Ratio with Ion's Energies in the Solar Activity Minimum. II. Role of anomalous component of the cosmic rays in a cycle minimum.....	86
<i>Tejfe V.G.I., Karimov A.M., Kharitonova G.A.</i> The ammonia absorption in Saturn – an asymmetry of latitudinal variations at the 2009 equinox.....	91
<i>Karimov A.M., Lysenko P.G., Tejfe V.G.I., Kharitonova G.A.</i> , Northern hemisphere of SATURN – the methane and ammonia absorption in 2015.....	97
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> , The study of molecular absorption over Jovian disk in season of 2016 visibility. I. Equatorial area.....	104
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. II. Latitudinal variations.....	110
<i>Vdovichenko V.D., Kirienko G.A., Lysenko P.G.</i> The study of molecular absorption on Jupiter in visibility season of 2016. III. Great Red Spot (GRS).....	118
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Molotov I. E., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I., Voropaev V.A.</i> Some features of geostationary satellites ensemble.....	124
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Nifontova M.V., Usoltseva L. I.</i> , Comparative analysis of several methods of astrometric processing of the GSS observations using CCD-cameras with narrow field of view.....	129
<i>Demchenko B. I., Komarov A. A., Krugov M.A., Reva I.V., Serebryansky A. V., Usoltseva L. I.</i> , Condition of observations of geostationary satellites at Tien Shan astronomical observatory.....	135
<i>Shomshenkova S. A., Reva I.V., Kondratyeva L.N., Otebay A.B.</i> , Standardization of the photometric system of the 1-meter telescope of Tien-Shan Astronomical Observatory.....	140
<i>Tereschenko V. M.</i> , The characteristics and peculiarities of the photoelectrical photometer SSP-5A operation.....	146
<i>Tereschenko V. M., Shamro A. V.</i> , Spectrograph for absolute measurements. Scheme and construction of the optic-mechanic block.....	152

## Theoretical studies

<i>Kaldybekova B.K., Reshetova G. V.</i> Numerical results of special grid of strings.....	160
<i>Bakirova E.A., Kadirbayeva Zh.M.</i> On a solvability of linear multipoint boundary value problem for the loaded differential equations.....	168
<i>Besbayev G. A., Kopzhasarova A.A., Saprygina M.B., Shaldanbayev A.Sh.</i> On self-conjugation of the operator of goursat in crane space .....	176
<i>Zhumali A.S., Reshetova G.V.</i> Numerical modelling of microscopic dynamics of in-situ leaching.....	188
<i>Baktybaev K., Dalelkhankyzy A., Kyqymova I., Myrzabaev A.</i> Applying the model of interacting bosons in a deformed nucleus of uranium isotopes.....	195
<i>Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Abylkassymova E.A., Shaldanbayev A.SH.</i> Spectral resolutions of solution of voltaire nonlocal boundary value problems of a wave equation.....	203
<i>Shomanbayeva M. T., Kopzhasarova A.A., Besbayev G. A., Shaldanbayev A.Sh.</i> Spectral properties of a nonlocal boundary value problem of a wave equation.....	213
<b>75 years of Kazakhstan's astronomical science</b> .....	224

**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 сайтах:

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

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

<http://road.issn.org/issn/2518-1726>

Редактор *М. С. Ахметова, Д.С. Аленов, Т.А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *А.М. Кульгинбаевой*

Подписано в печать 25.09.2016.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.  
14 п.л. Тираж 300. Заказ 5.