

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR
AKADEMİYASI**

**AZƏRBAYCAN
ASTRONOMİYA
JURNALI**

**2008
CİLD 3
№ 1-2**

**AZERBAIJANI ASTRONOMICAL
JOURNAL**

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası

**AZƏRBAYCAN
ASTRONOMİYA
JURNALI**

Cild 3 – № 1-2 – 2008

Azerbaijan National Academy of Sciences

Национальная Академия Наук Азербайджана

**AZERBAIJANI
ASTRONOMICAL
JOURNAL**

**АСТРОНОМИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ
АЗЕРБАЙДЖАНА**

Volume 3 – No 1-2 – 2008

Том 3 – № 1-2 – 2008

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının “AZƏRBAYCAN ASTRONOMIYA JURNALI” Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası (AMEA) Rəyasət Heyətinin 28 aprel 2006-cı il tarixli 50-saylı Sərəncamı ilə təsis edilmişdir.

BAŞ REDAKTOR: Ə.S. Quliyev

BAŞ REDAKTORUN MÜAVİNİ: E.S. Babayev

MƏSUL KATİB: P.N. Şustarev

REDAKSIYA HEYƏTİ:

Cəlilov N.S.	AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası
Hüseynov R.Ə.	Bakı Dövlət Universiteti
İsmayilov N.Z.	AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası
Qasimov F. Q.	AMEA Fizika İnstitutu
Quluzadə C.M.	Bakı Dövlət Universiteti
Sultanov H.F.	AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası

Texniki redaktor: Əsgərov A.B.

İnternet səhifəsi: <http://www.shao.az/AAJ>

Ünvan:

Azərbaycan, Bakı, AZ-1001, İstiqlaliyyət küç. 10, AMEA Rəyasət Heyəti

Jurnal AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasında (www.shao.az) nəşr olunur.

Məktublər üçün: ŞAR, Azərbaycan, Bakı, AZ-1000, Mərkəzi Poçtamt, a/q №153

e-mail: aaj@shao.az

tel.: (+99412) 439 82 48

faks: (+99412) 497 52 68

© 2008 Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası.
© 2008 AMEA N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası.
Bütün hüquqlar qorunmuşdur.
Bakı – 2008

“Астрономический Журнал Азербайджана” Национальной Академии Наук Азербайджана (НАНА).
Основан 28 апреля 2006 г.

Web- адрес: <http://www.shao.az/AAJ>

Главный редактор: А.С.Гулиев

Заместитель главного редактора: Э.С.Бабаев

Ответственный секретарь: П.Н.Шустарев

Редакционная коллегия:

Джалилов Н.С. (Шамахинская Астрофизическая Обсерватория)

Гусейнов Р.Э. (Бакинский Государственный Университет)

Исмаилов Н.З. (Шамахинская Астрофизическая Обсерватория)

Гасымов Ф.К. (Институт физики НАНА)

Гулузаде Дж.М. (Бакинский Государственный Университет)

Султанов Г.Ф. (Шамахинская Астрофизическая Обсерватория)

Технический редактор: Аскеров А.Б.

Адрес редакции:

Азербайджан, Баку, AZ-1001, ул. Истиглалийат 10, Президиум НАНА

Журнал издается в Шамахинской Астрофизической Обсерватории (ШАО) им. Н.Туси НАНА

Адрес для писем: Азербайджан, Баку, AZ-1000, Главпочтамт, а/я №153, ШАО

e-mail: aaj@shao.az

тел.: (+99412) 439 82 48

факс: (+99412) 497 52 68

© Национальная Академия Наук Азербайджана, 2008 г.

© Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАНА, 2008 г. Все права защищены.

Баку - 2008

Azerbaijani Astronomical Journal of the Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS) is founded in 28 April 2006.

Online version: <http://www.shao.az/AAJ>

Editor-in-Chief: A.S. Guliyev

Associate Editor-in-Chief: E.S. Babayev

Secretary: P.N. Shustarev

Editorial board:

Jalilov N.S. (Shamakhy Astrophysical Observatory)

Huseynov R.A. (Baku State University)

İsmayilov N.Z. (Shamakhy Astrophysical Observatory)

Gasimov F.G. (Institute of Physics of ANAS)

Guluzade J.M. (Baku State University)

Sultanov H.F. (Shamakhy Astrophysical Observatory)

Technical Editor: Asgarov A.B.

Editorial Office address:

ANAS, 10, Istiglalyyat Street, Baku, AZ-1001, the Republic of Azerbaijan

Journal is published in the Shamakhy Astrophysical Observatory named after N.Tusi of ANAS.

Address for letters: ShAO, P.O.Box No153, Central Post Office, Baku, AZ-1000, Azerbaijan

e-mail: aaj@shao.az

tel.: (+99412) 439 82 48

fax: (+99412) 497 52 68

© 2008, Azerbaijan National Academy of Sciences.

© 2008, Shamakhy Astrophysical Observatory named after N.Tusi, ANAS. All rights reserved.

Baku -2008

MÜNDƏRİCAT

SATURN PERİODİK KOMET AİLƏSİNİN REALLIĞI BARƏDƏ Ə. S. Quliyev	5
40 DÖVRÜ KOMETİN FİZİKİ PARAMETRLƏRİNİN TELESKOPLARIN APERTURASI NƏZƏRƏ ALINMAQLA VƏ NƏZƏRƏ ALINMAMAQLA TƏYİNİNİN QALIQ DİSPERSİYASININ MÜQAYİSƏSİ Ə.S.Quliyev, Ü.C. Poladova, Ə.Ş.Bayramov	14
MAQNİTARLAR VƏ MAQNT SAHƏSİNİN YARANMASINDA “FOSSIL FIELD” MODELİNİN ROLU F.Q.Qasimov, Ə.O.Allahverdiyev, A.H.Aydəmirova	19
$\lambda > 912 \text{ \AA}$ OBLASTINDA PLANETAR DUMANLIQLARIN ŞÜALANDIRDIĞI TAM ENERJİ SELİNİN, MƏRKƏZİ ULDUZLARIN RADİUSLARININ VƏ DOLULUQ ƏMSALININ TƏYİNİ R.Hüseynov, K.Alısova, A.Əlili	25
N.B.İBRAHİMOVUN AKADEMİK BİOQRAFİYASI Ə.Ə.Ətəyi, R.A.Zeynalov	32

CONTENTS

СОДЕРЖАНИЕ

ON THE REALITY OF PERIODIC COMETARY FAMILY OF SATURN A. S. Guliyev	5	О РЕАЛЬНОСТИ СЕМЕЙСТВА ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ САТУРНА А.С.Гулиев	5
COMPARISON OF THE RESIDUAL DISPERSION IN DETERMINATION OF THE PHYSICAL PARAMETERS OF 40 PERIODIC COMETS WITH AND WITHOUT TAKING INTO ACCOUNT APERTURES OF TELESCOPES A.S.Guliyev, U.J.Poladova, A.Sh.Bayramov	14	СРАВНЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ДИСПЕРСИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ 40 ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ С УЧЕТОМ И БЕЗ УЧЕТА АПЕРТУРЫ ТЕЛЕСКОПОВ А.С.Гулиев, У.Д.Поладова, А.Ш.Байрамов	14
MAGNETARS AND “FOSSIL-FIELD” MODEL FOR THE ORIGIN OF THE MAGNETIC FIELD F.K.Kasumov, A.O.Allahverdiyev, A.H.Aydamirova	19	МАГНИТАРЫ И “FOSSIL-FIELD” МОДЕЛЬ ПРОИСХОЖДЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ Ф.К.Касумов, А.О.Аллахвердиев, А.Х.Айдамирова	19
DEFINITION OF THE TOTAL ENERGY FLUX RADIATED BY THE PLANETARY NEBULAE IN THE RANGE OF $\lambda > 912 \text{ \AA}$, RADIUSSES OF THE CENTRAL STARS AND FILLING FACTOR R.Huseynov, K.Alishева, A.Alili	25	ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО ПОТОКА ЭНЕРГИИ, ИЗЛУЧАЕМОГО ПЛАНЕТАРНЫМИ ТУМАННОСТЯМИ В ОБЛАСТИ $\lambda > 912 \text{ \AA}$, РАДИУСА ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЗВЕЗД И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ Р.Э.Гусейнов, К.И.Алышева, А.Г.Алили	25
ACADEMIC BIOGRAPHY OF N.B. IBRAHIMOV A.A.Atayi, R.A.Zeynalov	32	АКАДЕМИЧЕСКАЯ БИОГРАФИЯ Н.Б.ИБРАГИМОВА А.А.Атаи, Р.А.Зейналов	32

О РЕАЛЬНОСТИ СЕМЕЙСТВА ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ САТУРНА

© 2008 г. А.С.Гулиев

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана

(e-mail: ayub54@yahoo.com)

Рассматривается вопрос о разделении периодических комет на семейства Юпитера и Сатурна. Как известно, такое разделение признается не всеми специалистами. Поэтому здесь вариационный ряд афелийных расстояний изучается на принципиально новой основе. Этот анализ охватывает 337 значений Q . Использованием перекрывающихся друг друга интервалов расстояний исследуется тонкая структура распределения афелийных расстояний. Она характеризуется резким максимумом на расстоянии Юпитера и менее заметным и несколько размытым максимумом на расстоянии Сатурна. Отдельно изучаются периодические кометы с $Q > 7.8$ а.е. Установлено, что удаленные расстояния этих комет имеют значимый максимум на расстоянии 10 а.е. Это является хорошим аргументом в пользу существования семейства Сатурна. Периодические кометы с $Q > 8.5$ а.е. характеризуются максимумами перигелиев в направлениях 56° и 259° . Кроме того, эти кометы обладают сравнительно большими q . Обнаруженные особенности периодических комет не являются следствием резонансных явлений.

Ключевые слова: периодические кометы, афелии, Юпитер, Сатурн

ВВЕДЕНИЕ

Существование кометного семейства Сатурна является спорным вопросом кометной астрономии. Наличие такой группы в общей совокупности комет неоднократно обсуждалось в работах С.К.Всехсвятского (например, [1]). Он исходил из того факта, что есть ряд комет, у которых афелии орбит (в дальнейшем, кометные афелии) расположены вблизи орбиты планеты. Как известно, именно по этому признаку выделяется семейство Юпитера. Однако в англоязычной литературе, когда речь идет о периодических кометах, чаще всего или практически всегда, употребляются термины «кометы семейства Юпитера» и «кометы типа Галлея». В такой классификации кометы с афелиями вблизи орбиты Сатурна относят к семейству Юпитера. Основанием для такого подхода является тот факт, что гравитационное влияние Юпитера в десятки раз превышает аналогичное влияние других планет вместе взятых. Если допустить, что периодические кометы находятся в их современных орбитах десятки тысяч лет, то можно согласиться, что почти все наблюдаемые закономерности данной системы могли быть сформированы в результате действия Юпитера. К таким особенностям можно было бы отнести и

распределение определенного количества кометных афелиев вблизи орбиты Сатурна. Однако с таким подходом не согласны некоторые специалисты, считающие периодические кометы молодыми объектами. По их мнению, закономерности в распределении афелиев периодических комет носят отпечатки больше реликтовых, нежели гравитационных процессов. К числу таких специалистов относится и автор настоящей работы.

Вопрос о кометном семействе Сатурна изучался и обсуждался в некоторых работах автора [2,4] настоящей статьи. В пользу существования кометного семейства Сатурна в этих работах был приведен целый ряд аргументов, носящих логический и количественный характер. Следует напомнить также работу [5], где были найдены признаки наличия такого семейства и среди долгопериодических комет. Дробышевский [6] указал конкретный механизм формирования кометного семейства Сатурна.

Учитывая принципиальность вопроса для кометной космогонии и почти четырехкратного увеличения кометных данных после 1980 года, мы решили вернуться к нему еще раз с учетом некоторых обстоятельств (например, открытия некоторых тел в зонах Юпитер – Сатурн,

Сатурн - Уран, системы малых тел Койпера, крупных объектов за орбитой Нептуна, и т.д.).

ПЕРВИЧНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ПОСТАНОВКА ВОПРОСА

Прежде чем приступить к анализу данных, мы примем следующий принцип составления соответствующего списка, подвергнутого подробному исследованию. Речь идет о кометах, афелийные расстояния которых находятся в пределах меньше 15.2 *a.e.* В настоящей работе мы использовали кометные данные, собранные в каталоге [7], добавляя сюда данные после 2005 года, собранные из различных источников (Minor Planet Electronic Circulars, International Astronomical Union Circulars и т.д.). Таким образом, нами собраны кометные данные до середины 2008 года. Поскольку речь идет о периодических кометах, наблюдавшихся зачастую в нескольких появлениях, при составлении списка мы действовали следующим образом. Если комета наблюдалась в нескольких появлениях, за основу берутся данные по первому из них. Если же комета наблюдалась только в одном появлении, то ее данные берутся за основу без изменений. Составленный базовый список охватывает данные для 337 периодических комет. На этой базе был составлен соответствующий электронный каталог.

Логика наших дальнейших исследований основывается на следующем принципе. Если никакого семейства Сатурна не существует, то ансамбль периодических комет должен выглядеть как однородная система. В противном случае кометы, афелийные расстояния которых соизмеримы с расстоянием до самой планеты, должны обладать свойствами, прямо или косвенно связанными с Сатурном.

АНАЛИЗ ВАРИАЦИОННОГО РЯДА Q ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ

В нашем распоряжении имеется вариационный ряд, состоящий из 337 значений Q . Нижняя и верхняя граница его составляет 3.68 и 15.1 *a.e.*, соответственно. Мы постараемся определить основные характеристики этого ряда. Но при этом в

центре внимания будем держать выполнение следующих условий:

1. Пик распределения $N(Q)$ должен соответствовать среднему расстоянию Юпитера (5.2 *a.e.*).
2. По мере увеличения расстояния от значения 5.2 *a.e.* количество кометных афелиев должно непременно уменьшаться.

Оба условия имеют космогонические корни, которые в настоящей статье не рассматриваются. Мы постараемся выяснить - насколько они выполняются. Для этого вариационный ряд Q подвергнем детальному анализу.

Для выявления тонкой структуры распределения $N(Q)$ мы рассмотрим перекрывающиеся друг друга интервалы на предмет населенности афелиев. Вначале, исходя из правила Стерджеса, найдем длину оптимального интервала

$$h = (15.1 - 3.68) / (3.322 \log 337 + 1) \approx 1.16.$$

Далее берем первое значение параметра Q как начало первого интервала, и добавляя h , определяем конец интервала. После этого, находим количество афелиев в данном интервале. Затем в качестве нижней границы второго интервала берем второе значение Q из нашего ряда и, добавляя h , находим его верхнюю границу, после чего определяем количество афелиев в нем и т.д. При построении соответствующего графика $N(Q)$ используем середины каждого интервала. Полученное таким образом распределение отражено на Рис.1.

Как видно из этого рисунка, ожидаемое первое условие, т.е. максимум на среднем расстоянии Юпитера, полностью выполняется. При этом максимальное количество афелиев соответствует интервалам, середины которых приходятся на расстояния 5.1 – 5.3 *a.e.* Количество комет здесь составляет 164. После этих интервалов оно резко падает, и эта тенденция продолжается до расстояний 7.1 – 7.2 *a.e.* ($N=22$), а дальше, после некоторых колебаний, наступает подъем, и он продолжается до интервала 8.7 – 9.5 *a.e.* ($N=36$). Правда, локальный максимум здесь по сравнению с областью вблизи 5.2 *a.e.* менее выразителен и более протяжен. После

указанного расстояния количество афелиев начинает падать, и этот процесс имеет место до конца исследуемого отрезка гелиоцентрических расстояний.

Таким образом, одно из отмеченных следствий выполняется, а второе – нет. На расстояниях Сатурна количество афелиев больше нормы, но максимум по сравнению с юпитеровым расстоянием несколько размыт и менее значим. Минимальное количество афелиев приходится на примерно середину орбит Юпитера и Сатурна (7.35 *a.e.*). Эта особенность периодических комет впервые была замечена в работах автора [4, 8] на базе исследования 167 периодических комет. Как мы видим, дальнейшее увеличение кометных данных не привело к стиранию этой особенности, наоборот, она сохранилась, что указывает на ее реликтовую природу.

Итак формальный анализ вариационного ряда Q дает веские основания полагать, что кометы, афелии которых находятся дальше от 7.8 *a.e.* могут считаться, в основном, «чужими»

для семейства Юпитера. Более детальное распределение $N(Q)$ для этой категории периодических комет приводится на Рис.2. Здесь также мы исходили из принципов, использованных при построении Рис. 1. В целом, это распределение в какой-то степени похоже на кусок распределения $N(Q)$ на участке 5 – 7 *a.e.* А это, в свою очередь, является весьма убедительным доводом в пользу реальности кометного семейства Сатурна. Размытость максимума на Рис.2 может быть следствием гравитационного влияния Юпитера. Этот вопрос может быть предметом специального анализа.

В дальнейших рассуждениях и анализах условно называя кометы с $Q > 7.8$ *a.e.* «сатурновыми», будем исходить из того, что в данной группе могут быть кометы, не связанные с планетой, а попавшие в эту группу совершенно формально. Так или иначе, мы будем исследовать эту группу и попытаемся найти другие признаки, которые могли бы связать ее с Сатурном.

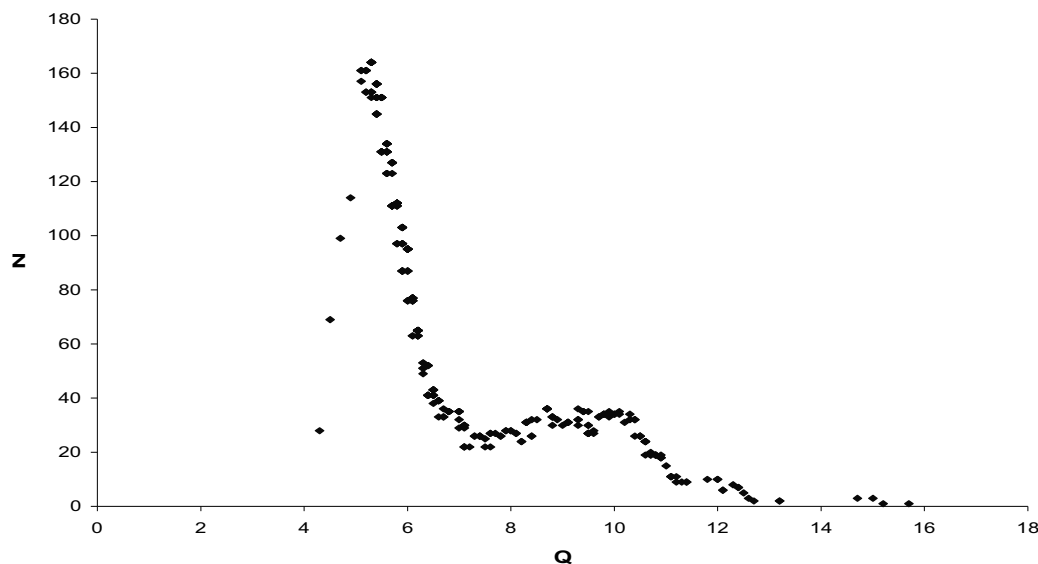


Рис.1. Распределение для периодических комет (количество точек равно 337, но многие из них сливаются).

ДИНАМИКА РОСТА «САТУРНОВЫХ» КОМЕТ

Мы уже отмечали, что в общей совокупности комет удельный вес «сатурновых» комет неуклонно растет. Мы раньше [4] уже прогнозировали, что через

несколько десятилетий «сатурновые» кометы по численности будут соперничать с «юпитеровыми». После выхода процитированной статьи прошло достаточно времени, и фактический материал по «сатурновым» кометам практически удвоился.

Поэтому весьма целесообразно повторить проверку соотношения двух групп комет на новой базе.

По данным на середину 2008 года, количество «сатурновых» комет составило 99, что означает больше 29 процентов всех известных периодических комет. При этом, речь здесь не идет об эфемерном увеличении данной группы. Как видно из данных

Таблицы 1, этот процесс имеет стабильный характер. Процентный рост численности «сатурновых» комет дает основание предположить, что к 2025 году их будет не меньше 40 процентов. Тогда вместо графика на Рис. 1 мы фактически будем наблюдать ярко выраженное двухвершинное распределение.

Таблица 1. Процентный рост «сатурновых» комет в общей совокупности

До 1900	1950	1989	2008	2025 (прогноз)
10	13	19	29	40

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИГЕЛИЕВ «САТУРНОВЫХ» ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ

Существует ряд закономерностей, которыми характеризуются периодические кометы. Наиболее полный их обзор приводится в диссертации [8]. Одной из таких закономерностей является неравномерность в распределении перигелиев периодических комет. При этом максимальное их количество приходится на область афелия орбиты Юпитера (193°), а минимальное - на область перигелия (13°). В работах [3, 4] было обращено внимание на то, что «сатурновые» кометы не подчиняются данной закономерности. В частности, в работе [3] делался акцент на то, что эта группа характеризуется двумя максимумами перигелиев – в направлениях 79° и 259° . При этом эти направления связаны узлами орбит основных спутников Сатурна. Другими словами, мы показали, что, судя по направлению перигелиев и других параметров, «сатурновые» кометы с большой долей вероятности имеют эруптивное происхождение. Правда, анализ в цитируемой работе основывался на данных всего лишь 14 комет. В работе [4] этот вывод проверялся на большем материале (44 кометы) и в целом подтвердился. В настоящее время количество данных увеличилось еще почти вдвое и поэтому интересно повторить анализ, проведенный в работах [3, 4]. На Рис. 3 приводится распределение $N(L)$ для 93 периодических комет с $Q > 7.8$ а.е. Здесь также

как и выше изучаются перекрывающиеся интервалы, при этом длины интервалов выбраны по правилу Стерджеса (около 48°). Как видно из рисунка, двухвершинность распределения $N(L)$ сохраняется, хотя один максимум соответствует направлению 54° , а второй – 246° . Кроме них, наблюдается еще один, правда, менее значимый и размытый, в интервале $353^\circ - 13^\circ$. Если первые два направления более или менее связаны с Сатурном, то последний интервал явно указывает на Юпитер. Поэтому, мы вынуждены сделать заключение о том, что примерно 25 процентов (20–22 кометы) изучаемых комет все же по своему происхождению могут быть связаны с последним.

Когда мы решили увеличить нижнюю границу для параметра Q , то последний максимум стал исчезать. Например, в случае $Q > 8.5$ а.е. максимум вблизи 0° практически не наблюдается.

Теперь переходим к анализу перигелийных расстояний «сатурновых» комет. В работе показано, что в среднем эта группа превосходит семейства Юпитера по q . Двукратное увеличение данных особых изменений не принесло. 93 кометы характеризуются

$$\bar{q} = 2.775$$

(при стандартном отклонении $\sigma = 1.169$).

В то же время для периодических комет с $Q < 7.8$ а.е. (их количество составляет 240) присущи следующие значения

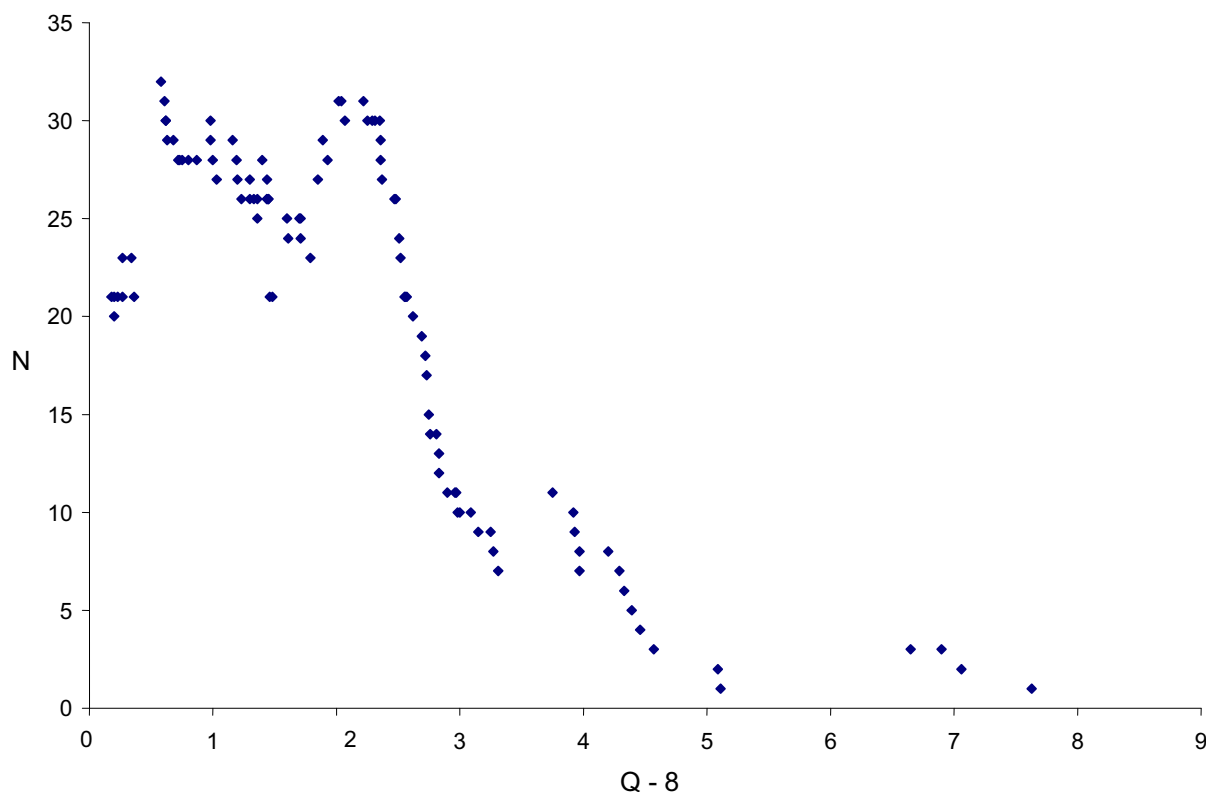


Рис.2. Распределение $N(Q)$ периодических комет в области больше 8 а.е.

$$\bar{q} = 1.980$$

(при стандартном отклонении 0.841)

Нормированная разность между этими средними с учетом их отклонений составляет

$$z = (2.775 - 1.980) / \sqrt{1.169^2 / 93 + 0.841^2 / 240} \approx 6.0$$

что превышает все допустимые пределы случайностей. Это означает, что эти две группы комет по классификации q не могут относиться к одной и той же совокупности. Значит со времени после выхода в свет статьи [4] различие между группами стало еще более заметным. К этому вопросу в дальнейшем мы еще раз вернемся.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЗЛОВ ОРБИТ «САТУРНОВЫХ» ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ

Классификация периодических комет на семейства только по признаку Q может показаться несколько формальной. Дело в том, что при близости Q к расстоянию планеты,

угловое расстояние афелия может оказаться настолько сильным, что исключит возможность сближения кометы и планеты. Поэтому при классификации комет на планетные семейства следует привлечь дополнительные критерии. Одним из них является распределение узлов соответствующих комет.

Если существует группа периодических комет, динамически или генетически связанная с Сатурном, то она должна характеризоваться также и следующей характеристикой. В распределении кометных узлов должен быть максимум в районе движения планеты. Для проверки этого следствия мы для всех комет с $Q > 8$ а.е. посчитали расстояния удаленных узлов относительно неизменной плоскости Лапласа. Использование именно этой плоскости обусловлено тем, что плоскость движения самой планеты постоянно подвергается изменениям, использование параметров для любой эпохи может вызвать возражения.

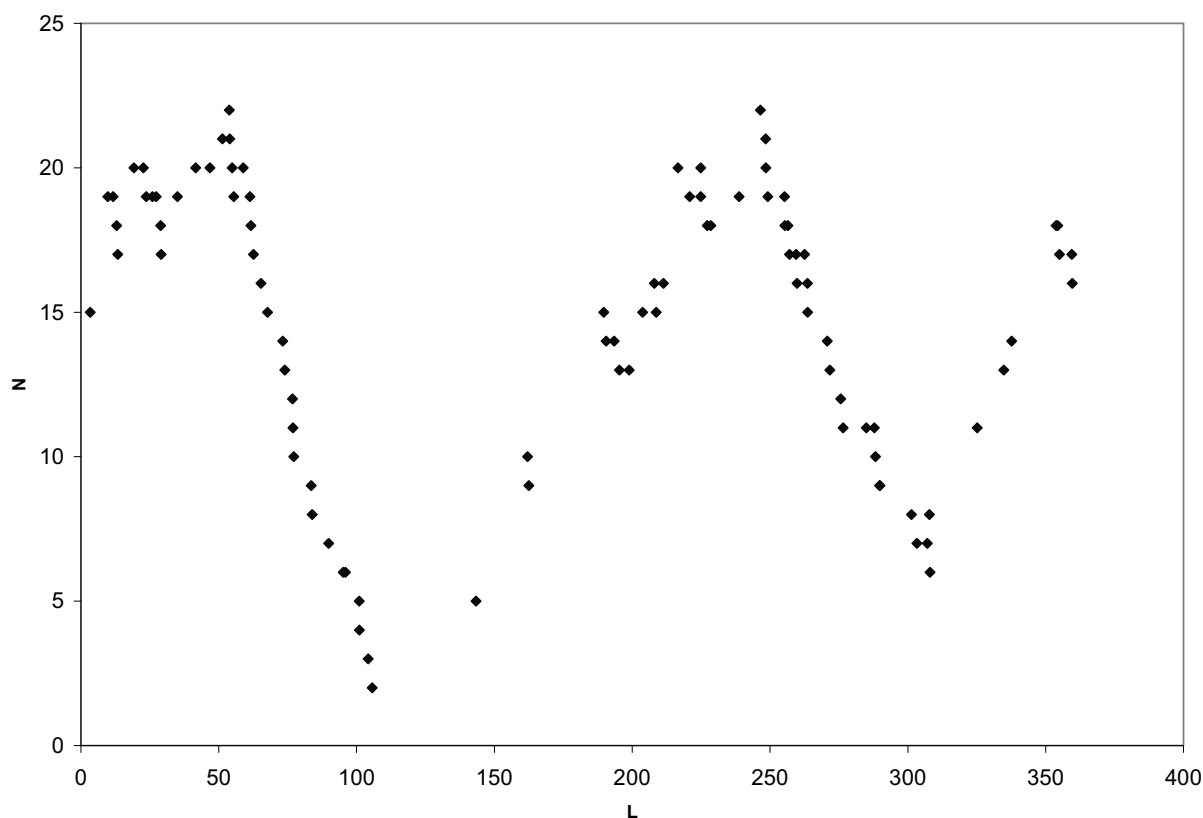


Рис.3. Распределение $N(L)$ для «сатурновых» периодических комет с $Q > 7.8$ а.е.

Далее, были подсчитаны количество узлов в перекрывающихся друг друга интервалах, как это было сделано при анализе параметра q . Полученное распределение отражено на Рис. 4.

Анализ показывает, что в этом распределении выделяются два максимума. Они приходятся на интервалы 5.47 – 6.16 и 9.27 – 10.01 а.е. Ясно, что причиной возникновения этих максимумов является Юпитер и Сатурн. При этом второй максимум по значимости превышает первый (24 и 22 соответственно). То же самое получится, если за основу брать плоскость движения Сатурна за 2000 г. Это еще раз доказывает, что рассматриваемая группа является смешанной, но сатурновые кометы в ней доминируют по численности.

Исследуя узлы орбит «сатурновых» комет мы обнаружили, что параметр \bar{q} сильно увеличивается, если удаленные узлы ограничить в пределах от 8 до 10 а.е. Тогда \bar{q} и σ становятся 3.19 и 1.112, соответственно. Если же за основу принять неизменную плоскость Лапласа, то эти цифры составят

3.257 и 1.128, соответственно. Значит кометы, имеющие соизмеримые с Сатурном афелийные и узловые расстояния, имеют непривычно большие перигелийные расстояния.

О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ РЕЗОНАНСОВ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ Q ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ

При проведении анализа особенностей «сатурновых» комет, в частности распределение параметра Q , мы должны принимать во внимание влияние резонансных соотношений движения Юпитера с одной стороны, и комет, с другой. Дело в том, что некоторые закономерности, указанные выше, теоретически могут быть следствием этого фактора. В наших предыдущих анализах этот фактор не был изучен.

Мы здесь будем рассматривать только качественные, т.е. статистические аспекты этого вопроса. Другими словами, проведем анализ распределения периодов обращений рассматриваемых комет и попытаемся

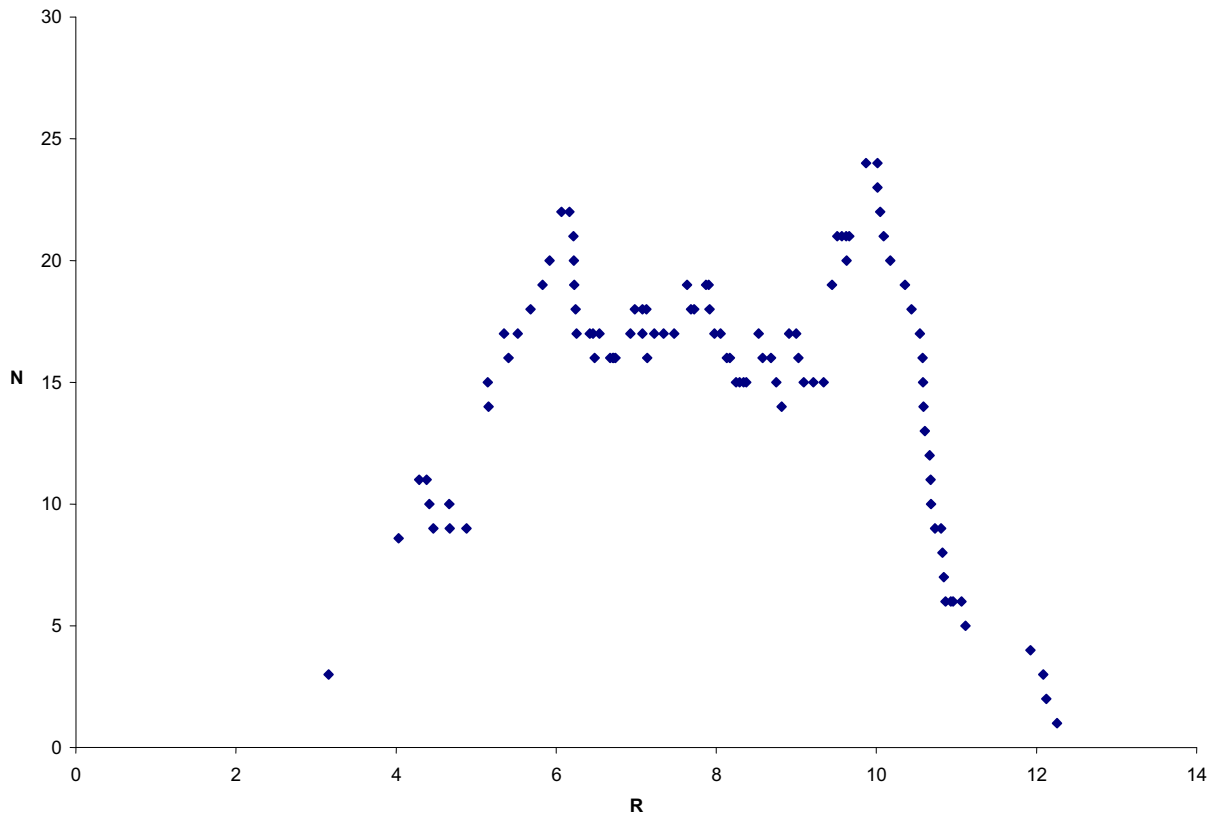


Рис.4. Распределение $N(R)$ периодических комет с $Q > 7.8 a.u.$ в плоскости Лапласа.

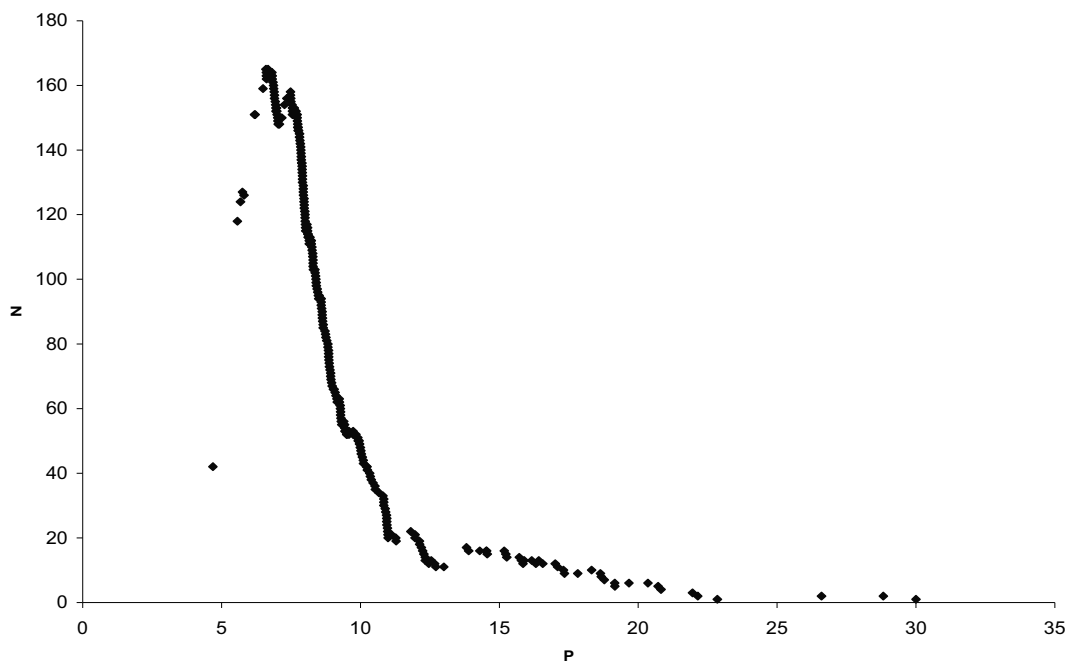


Рис.5. Распределение $N(P)$ периодических комет.

обратить внимание на те области, которые соответствуют резонансам типа 1:1; 1:2; 2:3 и т.д. Для этого опять-таки выберем интервал

протяженностью 2.78 по правилу Стерджеса и рассмотрим перекрывающиеся друг друга интервалы P .

Распределение $N(P)$ для рассматриваемых 337 периодических комет отражено на Рис.5. Он весьма похож на распределение, отраженное на Рис.1. Однако мы здесь не видим резких отклонений, а скорее всего отдельные «пустоты». Но главное в том, что в точках, соответствующих отдельным резонансам (например, 11.8; 17.7; 23.6 и т.д.) каких – то резких колебаний не видно.

Видимо, из-за того, что кометы весьма молодые образования, в их системе в отличие от астероидов, такие резонансные соотношения образоваться не успевают. Так или иначе, распределение $N(P)$ попросту является простым следствием распределения $N(Q)$ которое, по многим признакам, является реликтовым, а не эволюционным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный в настоящей работе статистический анализ параметров периодических комет еще раз убеждает, что кометное семейство Сатурна, в самом деле, существует. Это семейство растет быстрее, чем семейство Юпитера. Оно имеет ряд

отличительных особенностей. Существование этого семейства в свою очередь указывает на то, что Сатурн играет значительную роль в формировании системы периодических комет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.К.Всехсвятский, **Природа и происхождение комет и метеорного вещества**, М.: Просвещение, 1966, 186 с.
2. А.С.Гулиев, *Особенности кометного семейства Сатурна*, **Астрон. Циркуляр**. 1981, №1140, с. 4-5.
3. А.С.Гулиев, *Особенности кометных семейств больших планет*, **Автореф. канд. дис.**, Киев, 1982, 15 с.
4. А.С.Гулиев, *Существует ли семейство периодических комет Сатурна*, **Кинем. и физика неб.тел.** 1992, т.8, с. 55 - 61.
5. В.П.Коноплева, *О существовании семейств Юпитера и Сатурна среди непериодических комет*, **Комет. цирк.**, 1980, №252, с. 2–3.
6. Э.М.Дробышевский, **История Титана, колец и магнитного поля Сатурна и природа периодических комет**, 1980, Ленинград, 19 с.
7. B.G.Marsden, G.V. Williams, **Catalogue of Cometary Orbits**. 16th edition. SAO, Solar, Stellar & Planetary Science Division, Cambridge. 2005. 207 p.
8. А.С.Гулиев, *Космогонические характеристики периодических, промежуточных и долго-периодических комет*. **Автореф. доктор. дис.**, Киев, 1993.

Поступила в редакцию 11 марта 2008 г.

SATURN PERİODİK KOMET AİLƏSİNİN REALLIĞI BARƏDƏ

Ə. S. Quliyev

Periodik kometlərin Yupiter və Saturn ailələrinə bölünməsi məsələsinə məqalədə baxılır. Məlum olduğu kimi, bu bölgü bütün mütəxəssislər tərəfindən birmənalı şəkildə qəbul edilmir. Ona görə də afeli məsafələrinin variasiya sırası prinsiplə olaraq yeni əsasda öyrənilir. Bu təhlil 337 periodik kometi əhatə edir. Bir-birini örtən intervallar tətbiq olunmaqla bu obyektlərin afeli məsafələrinin paylanması incə quruluşu öyrənilir. Paylanma Yupiter məsafəsində kəskin və Saturn məsafəsində qismən az gözəçarpan maksimumlarla xarakterizə olunur. Afeli məsafəsi 7.8 a.v.-dən böyük olan periodik kometlər ayrı öyrənilir. Onların uzaq düyün nöqtələri 10 a.v. məsafədə müəyyən minimuma malikdir. Bu, Saturn ailəsinin varlığı üçün əlavə arqumentdir. Afeliləri 8.5 a.v məsafədən böyük periodik kometlərin periheliləri 56^0 və 259^0 istiqamətində çoxluq təşkil edir. Bu kometlər həm də nisbətən böyük periheli məsafəsinə malikdirlər. Tapılmış xüsusiyyətlər rezonans hadisələri ilə izah oluna bilməz.

Aparıcı sözlər: periodik kometlər, afeli, Yupiter, Saturn

ON THE REALITY OF PERIODIC COMETARY FAMILY OF SATURN**A. S. Guliyev**

The question on separation of periodic comets into families of Jupiter and Saturn are considered on new basis. It is known that such separation is not accepted by all specialists. Therefore a variation line of aphelion distances is studied on the essentially new basis. This analysis covers 337 values of Q . Fine structure of distribution of aphelion distances is investigated using intervals of distances overlapping each other. It is characterized by strong maximum on the Jupiter's distance and less appreciable maximum on the Saturn's one. Periodic comets with $Q > 7.8$ a.e. are studied separately. It is established that distribution of far distant nodes of these comets has significant maximum on the distance 10 a.e. It is a good argument for the assumption of existence of Saturn's family. Distribution of periodic comets perihelion with $Q > 8.5$ a.e. is characterized by the maximum in directions of 56° and 259° . Besides these comets have greater q . The analysis made in this paper shows that the Saturn's family does really exist. Discovered regularity can't be result of resonance occurrence.

Key words: periodic comets, aphelion, Jupiter, Saturn

СРАВНЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ ДИСПЕРСИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ 40 ПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ С УЧЕТОМ И БЕЗ УЧЕТА АПЕРТУРЫ ТЕЛЕСКОПОВ

© 2008 г. А.С.Гулиев, У.Д.Поладова, А.Ш.Байрамов

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана

(e-mail: ayub@science.az)

Сравниваются среднеквадратичные ошибки определения физических параметров 40 периодических комет в их 88 появлениях с учетом и без учета апертуры применяемых телескопов. Показано, что при учете апертуры среднеквадратичные ошибки уменьшаются. Поэтому при использовании формулы Орлова и ее модификаций учет апертуры весьма целесообразен. При таком подходе точность прогнозов блеска комет в их дальнейших появлениях увеличивается.

Ключевые слова: периодические кометы, физические параметры, апертура

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы в Шамахинской Астрофизической Обсерватории проделана работа большого объема по определению физических параметров комет, наблюдавшихся в течение последних 20 лет. Результаты этих расчетов опубликованы в серии работ [1, 2, 3]. Заметим, что этот цикл является продолжением серии весьма важных работ С.К.Всехсвятского и его учеников по определению физических величин комет, выполняемой в течение 1927 – 1987 г.г. Определение физических величин комет весьма важно в плане исследования их в качестве членов единой системы, сравнении комет между собой, прогнозировании блеска в следующих появлениях и т.д.

ПОСТАНОВКА ВОПРОСА

Известно, что видимый интегральный блеск кометы зависит от многих факторов. Их можно разделить на внутренние (интенсивность процессов, происходящих на поверхности ядра и в атмосфере кометы, размер ядра и т.д.) и внешние (параметры солнечной активности, условия видимости кометы и т.д.). Безусловно, к разряду последних относятся также и свойства применяемого инструмента, в том числе диаметр телескопа, его светосила и т.д. Этот фактор является наименее изученным. Нам известна работа [4], где сделана попытка

внести поправки в блеск кометы за счет апертуры применяемого телескопа. Однако нет общепринятой методики учета поправок за счет апертуры при вычислении физических параметров комет. В этой работе мы сделаем попытку в первом приближении устранить этот пробел.

В настоящей работе, исследуется влияние учета апертуры при определении физических параметров 40 периодических комет в их 88 появлениях.

Известно, что фотометрические параметры комет вычисляются путем обработки рядов визуальных величин с помощью формулы Орлова [5], или же ее модификации:

$$m_{\Delta} = H_y + 2.5n \lg r + k\Psi, \quad (1)$$

где

$$m_{\Delta} = m - 5 \lg \Delta$$

является блеском, редуцированным к единичному геоцентрическому расстоянию, Δ и r – геоцентрическое и гелиоцентрическое расстояния кометы, соответственно, H_y и n – фотометрические параметры. Величина Ψ вычисляется с помощью формулы

$$\Psi = \text{Arc cos} \frac{1 + \Delta^2 - r^2}{2\Delta}$$

В настоящей работе в правую сторону выражения (2) будем добавлять новый член,

учитывающий апертуру применяемого телескопа

$$m_{\Delta} = H_y + 2.5n \lg r + k\Psi + hD, \quad (2)$$

где D - диаметр применяемого для определения визуального блеска кометы телескопа.

В работах [2, 3, 4] установлено, что остаточная дисперсия выражения (1) значительно ниже, чем в случае классического уравнения Орлова. В настоящей работе постараемся ответить на вопрос - уменьшает ли член hD остаточную дисперсию в уравнении (1) или нет.

Физический смысл такой постановки вопроса вполне ясен. Дело в том, что телескопы с различными диаметрами должны «видеть» кометы по-разному. Телескоп с относительно большим диаметром «не замечает» внешние части головы кометы, и через них наблюдатель видит лишь центральную конденсацию кометы, а в малых телескопах, наоборот - интегральный ее блеск виден намного лучше. Поэтому между блеском кометы и апертурой применяемого телескопа должна быть определенная зависимость. Применяя формулу (2), мы в первом приближении допускаем, что эта зависимость является линейной. Хотя в дальнейшем можно искать более сложную зависимость между этими величинами.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ В РАБОТЕ МАТЕРИАЛ

В настоящей работе мы использовали данные 40 периодических комет в их 88 появлениях [6, 7]. Этот материал собран по различным источникам и частично обработан в работе [8] одного из авторов. Несмотря на кажущуюся простоту постановки вопроса, некоторые обстоятельства налагают определенные ограничения на используемый материал. Для того, чтобы формула (2) дала хороший эффект интервалы изменения параметров r , Ψ и D должны быть значительными. Иначе формула может привести исследователя к заведомо ложным и не логичным значениям параметров.

Следует отметить, что использование формулы (2) вряд ли зависит от того, является ли рассматриваемая комета периодической

или же долгопериодической. Тем не менее, в дальнейшем авторы планируют отдельно рассматривать и долгопериодические кометы.

О РЕЗУЛЬТАТАХ ПРОДЕЛАННЫХ РАСЧЕТОВ

В Таблице 1 приводятся средне-квадратичные ошибки определения блеска рассматриваемых комет с учетом (S_1) и без учета (S_2) апертур используемых телескопов. Мы не сравниваем остаточные дисперсии, а вместо этого рассматриваем средне-квадратичные отклонения, поскольку последние нормированы по количествам использованных визуальных величин, следовательно, они являются более правомочными для анализа.

Как видно из Таблицы 1, при учете апертуры среднеквадратичная ошибка определения блеска комет уменьшается, правда это уменьшение не всегда является одинаковым. В одном из рассматриваемых случаев выигрыш составляет больше 100%, в x , y , z случаях больше 50%, 30% и 20%, соответственно.

Следовательно, саму постановку вопроса и применение формулы (2) для описания видимого блеска комет можно считать оправданными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С.Гулиев, У.Д.Рустамова, *Физические величины 100 долгопериодических комет с учетом условия их видимости (1999-2004)*, ШАР Сиркуляры, 2005, № 110, с.23-31.
2. А.С.Гулиев, У.Д.Поладова, К.И.Чурюмов, Л.В.Чубко, *Физические величины 100 долгопериодических комет с учетом условия их видимости (1980-2004)*, **Azərbaycan Astronomiya Jurnalı**, 2007, №1-2, с.10-16.
3. У.Д.Поладова, *Определение физических величин 50 долгопериодических комет с учетом условия их видимости (1996-2007)*, **Azərbaycan Astronomiya Jurnalı**, 2008.
4. C.S. Morris, *On the Aperture Corrections for Comet Magnitude Estimations*, **PASP**, 1973, v. 85, N 506, p. 471-477
5. С.К.Всехсвятский, **Физические Характеристики Комет**. 1958, М., Физматгиз, 575 с.
6. **International Comet Quarterly Journal**: 1999-2004.
7. **International Astronomical Union Circulars**: 1999-2004.
8. А.Ш.Байрамов, *Кривые блеска периодических комет*, Автореф. канд. дис., Баку, 2007.

Поступила в редакцию 10 апреля 2008 г.

40 DÖVRÜ KOMETİN FİZİKİ PARAMETRLƏRİNİN TELESKOPLARIN APERTURASI NƏZƏRƏ ALINMAQLA VƏ NƏZƏRƏ ALINMAMAQLA TƏYİNİNİN QALIQ DİSPERSİYASININ MÜQAYİSƏSİ

Ə.S.Quliyev, Ü.C. Poladova, Ə.Ş.Bayramov

40 dövrü kometin 88 görünməsi zamanı istifadə olunan teleskopların aperturasını nəzərə almaqla və nəzərə almamaqla tapılan orta kvadratik xətlər müqayisə edilmişdir. Göstərilmişdir ki, aperturanı nəzərə aldıqda orta kvadratik xətlər azalır. Ona görə də Orlov düsturunun tətbiqi zamanı aperturanın nəzərə alınması məqsədəuyğundur. Belə yanaşma olduqda kometin növbəti görünmələri zamanı onların parlaqlığının proqnozu daha dəqiq olur.

Aparıcı sözlər: periodik kometlər, fiziki parametrlər, apertura

COMPARISON OF THE RESIDUAL DISPERSION IN DETERMINATION OF THE PHYSICAL PARAMETERS OF 40 PERIODIC COMETS WITH AND WITHOUT TAKING INTO ACCOUNT APERTURES OF TELESCOPES

A.S.Guliyev, U.J.Poladova, A.Sh.Bayramov

The residual dispersions of the physical parameters of 40 periodic comets in their 88 appearances with and without taking into account apertures of used telescopes are compared. Decreasing of residual dispersion in taking into account apertures of used telescopes is revealed. Taking into account apertures of telescopes in determination of the physical parameters of comets is recommended.

Key words: periodic comets, physical parameters, aperture

Таблица 1. Среднеквадратичные отклонения определения параметров по блеску комет с учетом апертуры и без нее

№	Комета	S ₁ (без учета апертуры)	S ₂ (с учетом апертуры)	Выигрыш
I	II	III	IV	V
1	1P 1910 (II)	1.56	1.13	27.7%
2	2P 1875 (II)	0.31	0.02	95.1%
3	2P 1891 (III)	1.91	1.44	25%
4	2P 1914 (VI)	1.01	0.33	66.9%
5	2P 1924 (III)	1.45	1.37	5.30%
6	2P 1928 (II)	1.09	0.96	187.2%
7	2P 1934 (III)	0.94	0.88	6%
8	2P 1961 (I)	2.23	2.21	1%
9	2P 1974 (V)	1.36	1.32	3%
10	2P 1848 (II)	0.73	0.05	93.5%
11	2P 1852 (I)	1.08	0.02	97.7%
12	2P 1865 (II)	0.38	0.04	89.9%
13	2P 1871 (V)	1.47	0.14	90.7%
14	2P 1885 (I)	0.23	0.17	25.2%
15	7P 1933 (II)	0.74	0.56	24.6%
16	8P 1926 (IV)	0.82	0.66	19.7%
17	8P 1967 (V)	1.30	0.94	27.60%
18	9P 1972 (V)	1.85	1.12	39.2%
19	10P 1899 (IV)	2.25	2.21	2%
20	10P 1920 (II)	2.63	2.10	20%
21	10P 1925 (IV)	1.63	1.58	3%
22	10P 1962 (VI)	2.00	0.87	56.40%
23	10P 196 7 (X)	1.44	0.51	64%
24	10P 1972 (X)	2.52	0.80	68.3%
25	14P 1918 (V)	1.08	1.05	1.20%
26	15P 1906 (V)	1.48	1.38	6.30%
27	15P 1926 (V)	0.59	0.52	11.6%
28	15P 1967 (IX)	1.94	1.71	11.8%
29	15P 1968 (VIII)	1.61	1.29	20%
30	16P 1925 (IX)	0.95	0.78	18.2%
31	16P 1960 (VI)	1.06	0.29	72.3%
32	19P 1905 (II)	0.93	0.89	4.4%
33	19P 1918 (IV)	1.63	1.60	2%
34	19P 1925 (VIII)	1.16	0.96	18%
35	20D 1913 (VI)	0.87	0.83	5%
36	21P 1959 (VIII)	1.96	1.83	7%
37	21P 1972 (VI)	1.36	0.96	29%
38	22P 1906 (IV)	1.30	1.05	20.3%
39	22P 1919 (I)	1.40	1.24	11.40%
40	22P 1926 (II)	0.61	0.32	47.2%
41	22P 1932 (III)	1.20	1.19	1%
42	22P 1958 (I)	1.07	0.32	70.2%
43	22P 1964 (III)	2.66	0.99	62.6%
44	23P 1919 (III)	1.53	1.47	4%
45	24P 1919 (IV)	0.19	0.04	78.7%
46	26P 1922 (I)	1.59	1.49	6.5%
47	26P 1927 (V)	1.81	1.74	4%
48	26P 1972 (II)	0.57	0.21	63.4%

Продолжение Таблицы 1.

I	II	III	IV	V
49	27P 1928 (3)	0.75	0.35	54.1%
50	28P 1913 (3)	0.91	0.88	4%
51	28P 1931 (I)	0.71	0.71	0.1%
52	29P 1974 (I)	2.18	1.39	26%
53	30P 1928 (I)	0.35	0.34	1.3%
54	30P 1935 (I)	0.39	0.39	1.1%
55	30P 1973 (IV)	0.79	0.32	59.7%
56	31P 1935 (III)	0.82	0.78	4.9%
57	31P 1961 (VII)	1.34	1.26	5.9%
58	31P 19741 (III)	1.26	0.55	56.5%
59	32P 1927 (III)	0.69	0.67	1.2%
60	32P 1935 (IV)	0.64	0.59	8.2%
61	32P 1961 (III)	1.39	0.70	50%
62	32P 1969 (VIII)	1.55	0.83	46.6%
63	36P 1970 (XIV)	1.40	1.25	10.2%
64	37P 1961 (VI)	1.98	0.94	53%
65	39P 1958 (IV)	0.83	0.75	8.9%
66	40P 1960 (IV)	1.40	0.72	48.5%
67	41P 1962 (V)	2.43	2.07	15%
68	41P 1973 (VI)	8.76	6.05	31%
69	42P 1972 (IV)	0.61	0.47	23.6%
70	43P 1958 (V)	1.05	1.03	2.27%
71	43P 1971 (VI)	1.78	1.19	33%
72	44P 1960 (IX)	0.96	0.35	63.7%
73	44P 1974 (VI)	1.87	1.25	33.5%
74	44P 1967 (XI)	2.29	0.75	67.3%
75	45P 1969 (V)	1.24	1.01	19.8%
76	45P 1974 (XVI)	1.27	0.94	26%
77	46P 1967 (XIV)	1.75	1.50	13.9%
78	47P 1963 (VI)	1.60	0.43	73%
79	49P 1971 (IV)	0.68	0.05	92.4%
80	52P 1962 (II)	0.34	0.07	78.2%
81	52P 1969 (III)	0.55	0.18	69.5%
82	53P 1966 (III)	1.15	1.05	7.6%
83	57P 1970 (XIII)	0.42	0.05	87.8%
84	59P 1963 (VIII)	1.38	0.99	28.5%
85	59P 1972 (XI)	1.56	0.97	37.8%
86	61P 1971 (IX)	2.09	0.71	66%
87	63P 1960 (I)	0.74	0.43	42%
88	63P 1973 (VII)	0.26	0.09	62.8%

МАГНИТАРЫ И “*FOSSIL-FIELD*” МОДЕЛЬ ПРОИСХОЖДЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

© 2008 г. Ф.К.Касумов, А.О.Аллахвердиев, А.Х.Айдамирова

Институт Физики Национальной Академии Наук Азербайджана

(e-mail: astro@physics.ab.az)

Исследованы эволюция и генезис аномальных рентгеновских пульсаров и повторяющихся мягких гамма-источников. Найдены новые аргументы, свидетельствующие в пользу магнитарной модели. Показано, что эти объекты образуются из более массивных звезд, причем ответственной за их большие магнитные поля могут быть объяснены “*fossil-field*” моделью.

Ключевые слова: пульсары, магнитары

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы обнаружены новые источники высокоэнергичных частиц. В отличие от известных классических источников (остатков Сверхновых звезд и радиопульсаров), это новые проявления нейтронных звезд, показывающие высокие энергетические потери и излучающие в основном, в рентгеновском и гамма диапазонах, *аномальные рентгеновские пульсары* (АРП) и *повторяющиеся мягкие гамма-источники* (ПМГИ).

В настоящее время известны несколько моделей, объясняющие физическую природу и эволюцию этих источников (излучающие за счет аккреции т.н. “fall-back” модель; модель магнитара - ответственным за излучение которого является магнитодипольный механизм и др.). Каждая из этих моделей имеет свои плюсы и минусы (как при сравнении расчетных параметров *нейтронных звезд* (НЗ) с наблюдательными данными, так и при сравнительном анализе эволюционного поведения этих объектов с общепринятыми представлениями об эволюции радиопульсаров). Все это в последнее время подвергается интенсивному исследованию с целью выявления работоспособности одной из этих моделей. Данная работа посвящена анализу применимости известной в астрофизике “*fossil-field*” модели о происхождении магнитного поля звезд к магнитарам. Согласно ранее предложенному

нами тесту [1], магнитары могут возникать из звезд большой массы и как НЗ они эволюционируют согласно механизму магнитодиполя [2].

ДИАГРАММА $P - \dot{P}$, ГЕНЕЗИС И ЭВОЛЮЦИЯ ВЫСОКОЗАМАГНИЧЕННЫХ РАДИОПУЛЬСАРОВ И МАГНИТАРОВ

Суть отмеченного выше теста заключается в изучении параметров НЗ, рассчитанных на основе имеющихся моделей и треков эволюции с наблюдательными данными на диаграмме $P - \dot{P}$, построенной на основе наиболее точно определенных параметров пульсаров: периода P и его производной \dot{P} . С этой целью было проведено сравнение возрастов пульсаров, следующих из разных модельных расчетов, с кинематическими возрастными этими объектами, которые наиболее близки к реальным значениям этого параметра. Под кинематическими возрастными пульсаров понимаются возрасты, рассчитанные из среднестатистических скоростей этих объектов и степени удаленности их от Галактической плоскости ($|Z|$). Поскольку количество пульсаров с известными скоростями по измеренным собственным движениям не более 10-15 % от их общего числа, обычно при этом обращаются к среднестатистическим значениям скоростей этих объектов, следующих из эволюционно-генетических соображений, что очень хорошо себя

оправдывает при статистических исследованиях. [4]. Поскольку скорости пульсаров, приобретенные в процессе взрыва Сверхновой (как за счет асимметрии взрыва, так и в результате разрыва пары в двойной системе) не превышают скорости отрыва этих объектов от Галактики, а их возрасты $\sim 10^7$ лет, то между реальными возрастными пульсаров и расстоянием их от Галактической

плоскости должна существовать линейная зависимость.

Чтобы более четко видеть разницу в возрастах, используемые в анализе пульсары были разделены на две группы по $|Z|$ -координате: молодые с $|Z| < 100$ пк и наиболее старые $|Z| > 300$ пк. Данные по расстояниям нами взяты из [3], а значение средних скоростей из [4].

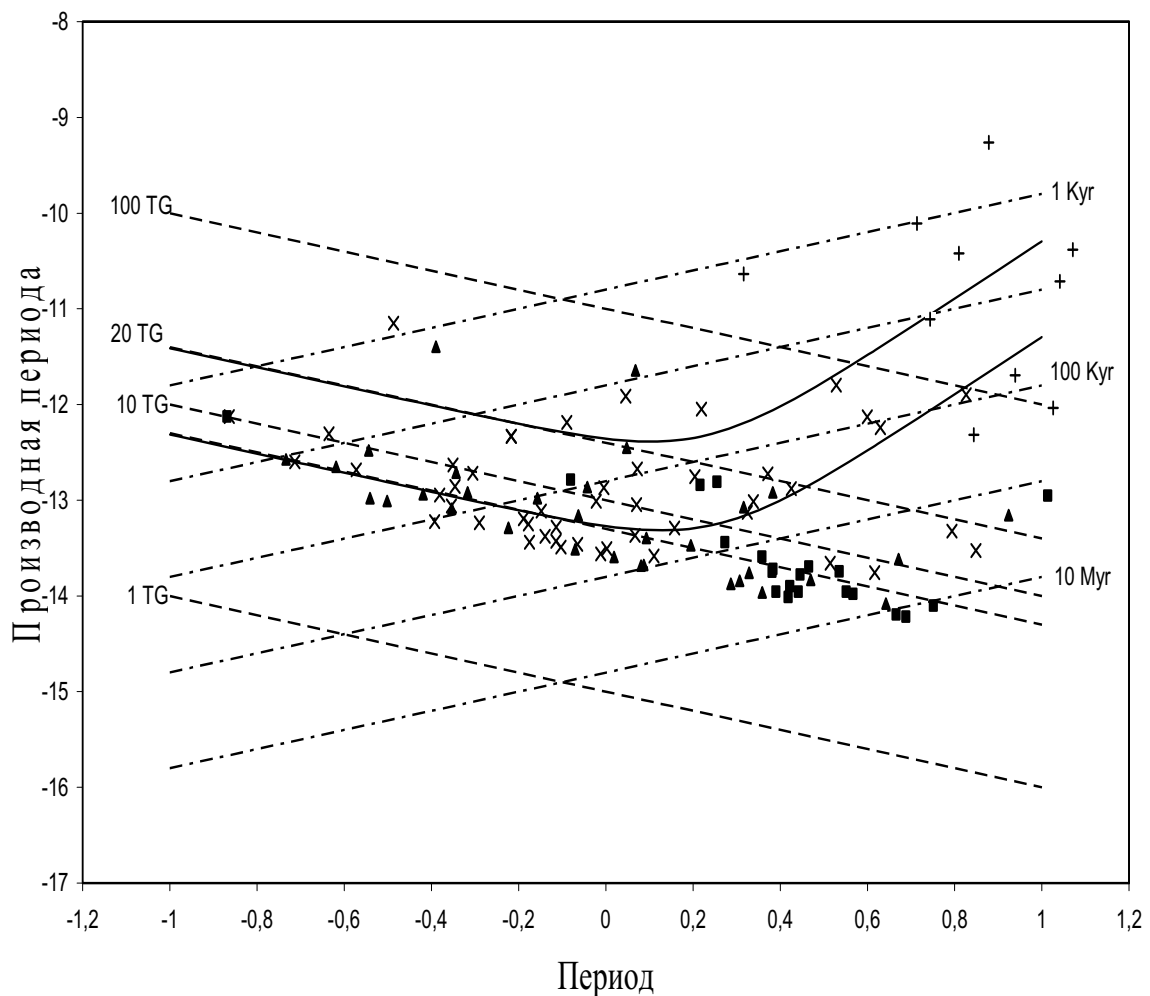


Рис.1 Диаграмма $P - \dot{P}$ для высокомагнитных ($B > 5 \times 10^{12}$ Гс) радиопульсаров и магнитаров в логарифмическом масштабе (обозначения знаков и описание линий см. в тексте)

Вновь обратимся к диаграмме $P - \dot{P}$ (см. Рис. 1), построенной только для пульсаров с высокими магнитными полями ($B > 5 \times 10^{12}$ Гс) и магнитаров. Обозначения объектов на графике следующие: “+”- магнитары, “x”-

пульсары: с $|Z| < 50$ пк, (где $|Z|$ - расстояние пульсара от Галактической плоскости), “Δ”- пульсары: с 50 пк $< |Z| < 100$ пк, “ ”- пульсары: с $|Z| > 300$ пк. При построении треков эволюции комбинированной модели

использованы следующие параметры: верхняя кривая $B = 20 \text{ TГс}$, $\dot{M} = 10^{11} \text{ г/сек}$, нижняя кривая $B = 7 \text{ TГс}$, $\dot{M} = 10^{10} \text{ г/сек}$; ($1 \text{ TГс} = 10^{12} \text{ Гс}$).

Обращение именно к этим объектам обусловлено поставленной выше целью, выявления их эволюционного поведения, а также выяснения природы происхождения магнитных полей магнитаров. Предполагается, что происхождение магнитных полей обоих этих объектов одинаково. Пунктирные линии на диаграмме показывают линии постоянного магнитного поля (т.е. ход эволюции пульсаров с постоянной B следующей из выражения

$B = 3.2 \cdot (P\dot{P})^{1/2}$ [5] при заданных значениях магнитного поля $B = 100 \text{ TГс}$, 10 TГс , 1 TГс . Штрих-пунктирные линии постоянного характеристического возраста $\tau = 0.5 \cdot P/\dot{P}$, также при заданных $\tau = 10^3$, 10^4 , 10^5 , 10^6 , 10^7 лет , соответственно. Две кривые линии на диаграмме описывают ход эволюции пульсаров согласно комбинированной (магнитодиполь+аккреция) модели. Под комбинированной моделью подразумевается модель, в которой учитывается совместное действие магнитодипольного и аккреционного или пропеллерового механизмов [5].

Согласно этой модели рост периода пульсара происходит под действием обоих механизмов согласно выражению

$$I\Omega\dot{\Omega} = -\beta\Omega^4 - \gamma. \quad (1)$$

Здесь первый член описывает магнитодипольный, а второй – пропеллеровый механизм потери, $\Omega = 2\pi/P$ – угловая скорость вращения. До достижения “fall-back” диска светового цилиндра, НЗ проявляет себя только как радиопульсар. Момент торможения, вызванный действием этого диска определяется из

$$N_{disk} = -\gamma/\Omega. \quad (2)$$

Здесь

$$\gamma = 2\dot{M}c^2 = 2 \cdot 10^{31} \dot{M}_{10}, \quad (3)$$

где \dot{M}_{10} – скорость аккреции в единицах 10^{10} г/сек .

Потери за счет магнитодипольного механизма

$$\dot{E}_{dipol} = -B_{\perp}^2 R^6 \Omega^4 / 6c^3 = -\beta\Omega^4. \quad (4)$$

Значение β в этом выражении определяется как

$$\beta = 6.17 \cdot 10^{27} B_{\perp,12}^2 R_6^6, \quad (5)$$

где $B_{\perp,12}$ – компонент магнитного поля B (в единицах 10^{12} Гс) перпендикулярный к оси вращения, R_6 – радиус пульсара в единицах 10^6 см . Следовательно, из (1) изменения периода пульсара определяется согласно выражению

$$\dot{P} = (4\pi^2 \beta / I) P^{-1} + (\gamma / 4\pi^2 I) P^3, \quad (6)$$

где I – момент инерции пульсара.

Чтобы ясно видеть тенденцию, отмеченную во Введении, первая группа пульсаров ($|Z| < 100 \text{ нк}$) была подразделена на две подгруппы с $|Z| < 50 \text{ нк}$ и $50 \text{ нк} < |Z| < 100 \text{ нк}$, т.е. введено различие в массах их прародительских звезд.

Как видно из Рис.1, отношение числа плотности пульсаров $|Z| < 50 \text{ нк}$ к плотности пульсаров с $50 \text{ нк} < |Z| < 100 \text{ нк}$ с ростом магнитного поля непрерывно растет с 1.4 и 1.7 ($B = 10^{12} \text{ Гс}$) до 2.6 (при $B = 10^{13} \text{ Гс}$, по трекам обеих моделей эволюции), т.е. наблюдается тенденция роста магнитного поля к объектам расположенным вблизи галактической плоскости. Другими словами, магнитные поля пульсаров, образованных из массивных звезд ($|Z| < 50 \text{ нк}$) выше, чем магнитные поля пульсаров, возникших из менее массивных звезд. Таким образом, чем ближе пульсары к плоскости Галактики, тем больше их магнитные поля. Это подтверждает общую идею об образовании высокомагнитных пульсаров и возможно магнитаров из более массивных звезд ($M \geq 40 M_{\odot}$, здесь M_{\odot} – масса Солнца) [2].

При реализации магнитодипольного механизма для объяснения происхождения высоких магнитных полей обсуждаются два сценария. Согласно первому из них, часть ОВ звезд с относительно высоким магнитным полем ($\sim 3 \times 10^3 \text{ Гс}$) в процессе эволюции и превращения ее в компактную НЗ при сохранении магнитного потока, могут увеличить величину магнитного поля в

результате изменения начальной и конечной радиусов звезды (как R^2). Интересно отметить, что магнитные потоки двух массивных звезд ($M \geq 40 M_{\odot}$), для которых измерены магнитные поля, сравнимы с магнитным потоком магнитара SGR0806-20 равного $5 \times 10^{27} \text{ Гс/см}^2$, измеренного в [6]. Более того, последние наблюдения выявили еще две массивные звезды Ае/Ве только вступившие на стадию *главной последовательности* (ГП) диаграммы Герцшпрунга-Рессела (это звезды W601 и OI201 с $M \geq 10 M_{\odot}$), у которых по данным спектро-поляриметрических наблюдений, оцененное магнитное поле $\sim 3 \times 10^3 \text{ Гс}$ [7].

По второму сценарию, в процессе коллапса массивных звезд и превращения их ядер в прото-нейтронную звезду в результате быстрого вращения (период $\leq 3 \text{ мсек}$) и работы динамо-механизма за короткое время ($\leq 10 - 100 \text{ сек}$) может резко увеличиться магнитное поле ядра до $10^{13}-10^{14} \text{ Гс}$.

Чтобы выяснить работоспособность этих двух сценариев в возникновении высоких магнитных полей этих объектов, вновь обратимся к Рис.1. Как видно из рисунка, плотность числа объектов с увеличением периода пульсаров как с $|Z| < 50 \text{ нк}$, так и с $50 \text{ нк} < |Z| < 100 \text{ нк}$ не растет и пульсары почти равномерно распределены по периодам, что противоречит модели динамо-механизма. Действительно, согласно этой модели, начальные периоды пульсаров должны быть $\leq 3 \text{ мсек}$ и согласно теоретическим расчетам, учитывающим различного рода потери момента вращения НЗ [8] за достаточно короткий срок ($\sim 10 - 100 \text{ сек}$), должны вырасти до значений близких к периодам магнитаров ($\sim 5 \text{ секунд}$). В таком случае должна была бы наблюдаться тенденция роста числа объектов в области больших периодов.

Однако, как видно из Рис. 1, число пульсаров в областях периода $0.1 \text{ сек} < P < 0.63 \text{ сек}$, $0.63 \text{ сек} < P < 1.58 \text{ сек}$ и $1.58 \text{ сек} < P < 6.3 \text{ сек}$, соответственно 24, 30, 20, т.е. распределение почти равномерно и ожидаемой тенденции в случае работы динамо-механизма не наблюдается. Конечно, такая тенденция должна была бы быть только, если теоретические расчеты, особенно связанные с

потерей вращательного момента, протекали бы за период $\sim 10 - 100 \text{ сек}$, как это описывается в работе [8].

С другой стороны, как следует из Рис. 1 отношение чисел объектов с большими магнитными полями к меньшим ($n_{B > B_0} / n_{B \leq B_0}$) с ростом периода показывает ожидаемое в этом случае увеличение в несколько раз (конечно, при весьма слабой статистике, ~ 20 объектов). Это обстоятельство не позволяет полностью исключить возможность реализации динамо-механизма.

Если же время потерь, или соответственно рост периода пульсара, растянется на более длительный период, скажем за счет процесса постоянно действующих «глитчей», как это было предложено в [9], то такая тенденция могла бы и не наблюдаться. Однако, как нами ранее было показано в [1], этот механизм образования магнитаров из высокозамагнитных радиопульсаров с изначально малыми периодами вращения, также оказался не работоспособным. Все это разумеется, не исключает возможности конструирования иных механизмов длительного процесса роста периода (но не более 10^4-10^5 лет , т.е. возраста самих магнитаров), как например, уникальные случаи попадания отдельных пульсаров в плотные межзвездные облака, в которых может оказаться довольно эффективной потеря момента вращения. Однако, это нам кажется искусственным, тем более, что в таком случае все магнитары оказались бы в плотном окружении или имели бы *Wind nebula* или находились бы в *остатках сверхновых* (ОСН) с высокой плотностью вещества. На самом деле, наблюдения не показывают такой картины (всего несколько магнитаров связаны с ОСН, которые не отличаются от обычных ОСН ни по энергетике, ни по плотности вещества).

ОБСУЖДЕНИЕ

Как было показано ранее [2], а также согласно выше проведенному анализу, происхождение высоких магнитных полей радиопульсаров и магнитаров из части замагнитных массивных ОВ звезд получает

свое подтверждение. Однако, при этом работоспособность одного из возможных механизмов (сценариев) “fossil-field” модели или динамо-механизма все еще остается предметом дискуссии. Выше проведенный анализ и результаты данной работы показывают, что более приемлемой и согласующейся с наблюдениями, скорее всего, является реализация “fossil-field” сценария, нежели динамо-механизм.

Действительно, если бы динамо-механизм при возникновении НЗ работал бы эффективно и обеспечивал бы вновь родившиеся магнитары с полями 10^{15} Гс, тогда ОСН, связанные с магнитарами должны были бы обладать большими остаточными магнитными полями и быть более энергичными. Однако, на самом деле, магнитное поле и энергетические потери при возникновении этих объектов, не отличаются от других ОСН и соответствуют стандартным оценкам последних [8]. Это в свою очередь делает более привлекательным “fossil-field” модель в объяснении возникновении высоких магнитных полей магнитаров.

Действительно, массивная звезда с $M \sim 40 M_{\odot}$ с начальным магнитным полем на ГП $\sim 3 \times 10^3$ Гс, сжимаясь, в итоге до размеров НЗ, может объяснить наблюдаемые магнитные поля магнитаров ($\sim 10^{15}$ Гс) только за счет сохранения магнитного потока. Причем, в этом случае скорость вращения массивной звезды должна быть такой, чтобы в итоге обеспечить наблюдаемые периоды магнитаров ($\sim 5-12$ сек), как в случае сохранения момента вращения, так и при учете возможных потерь момента вращения в процессе эволюции.

Конечно, магнитары могут возникнуть из прото-нейтронных ядер массивных звезд также и путем динамо-механизма. Однако, для превращения их в магнитары т.е. для увеличения начального периода прото-нейтронных ядер (~ 3 мсек) до значений характерных периоду магнитара (5-12 сек), необходимы определенные тормозные механизмы, обеспечивающие $\sim 70\%$ потери момента вращения (например, магнито-дипольный, гравитационный и др.).

Как было показано различными авторами [8, 11], учет перечисленных возможных

механизмов приводит к трудностям реализации этого сценария. Одним из таких механизмов мог бы быть предложенный в [9] механизм длительно повторяющихся глитчей относительно большой величины у только что родившихся молодых пульсаров с периодами \sim мсек. Но как уже отмечалось выше, действие этого механизма не подтверждается реальным распределением и эволюцией таких пульсаров на диаграмме

$$P - \dot{P} \quad [1].$$

С другой стороны, большие потери момента вращения могут привести к потере и магнитного момента, что в итоге приведет к замедлению и ограничению роста магнитного поля, образовавшегося НЗ, которое может не достичь значений, характерных для магнитаров.

Напротив, в “fossil-field” модели таких противоречий нет и, как отмечалось выше, магнитный поток массивных звезд находится в хорошем согласии с наблюдаемым потоком для магнитаров.

Наконец, в последнем обзоре [12] посвященном магнитарам, подробно обсуждается ряд аргументов против работоспособности динамо-механизма. Один из них связан с необходимостью при действии этого механизма наличия больших пространственных скоростей (~ 1000 км/сек) магнитаров. Однако, нахождение трех магнитаров, надежно связанных с ОСН в их центре, и данные измерения собственного движения магнитара ХТЕ J1810-197 указывают на скорость ≤ 180 (d/3 крк) км/сек, т.е. величине характерной для обычных пульсаров, что свидетельствует об обратном. С другой стороны, расположение магнитаров вблизи молодых звездных ассоциаций и отсутствие существенных различий связанных с ними ОСН от остальных по энергии взрыва, также должны рассматриваться как аргументы против работы динамо-механизма.

Отметим также, что подобная постановка задачи с несколько иным методом анализа была проведена недавно в работе [13], выводы которой полностью совпали с результатами, полученными в данной работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. F.K. Kasumov., A.O. Allahverdiev, A.I. Asvarov, *Are radiopulsars a progenitor of AXP's and SGR's?* **Astron. Lett.** 2006.v. 32, p. 344-349.
2. Ф.К.Касумов, А.О.Аллахвердиев, *О применимости "fossil-field" модели к магнетарам*, **Материалы Конференции «Современные проблемы физики»**, Баку, 2007, с. 56-59.
3. **ATNF PSR Catalogue**, (<http://www.atnf.csiro.au/research/pulsar/psrcat>), 2003.
4. O.H.Guseinov, S.K.Yerli, S.Ozkan, S.O.Tagieva, *Параметры пульсаров*, **Int. J. Mod. Phys. D.**, 2003, v.12, p. 825-841.
5. M.A.Alpar, A.Ankay, E.Yazgan, *Pulsar spin-down by a fallback disk and the P-P diagram*, **Astrophys. J.** 2001. v.557, p. 61-66.
6. L.Ferrario, D.Wickramasinge, *Modeling of isolated radio pulsars and magnetars on the Fossil-Field hypothesis*, **MNRAS**, 2006. v.367. p. 1323-1329. (astro-ph/0610258).
7. E.Alecian et al., *Magnetism in pre-MS intermediate-mass stars and the Fossil-Field hypothesis*, **astro-ph/08024078**, 2008.
8. J.Vink, L.Kuiper, *Supernova remnant energetics and magnetars: no evidence in favor of millisecond proto-neutron stars*, **MNRAS**, 2006, v.370, p.14-19 (astro-ph/0604187).
9. J.L. Lin, S.N. Zhang, *Radio pulsars as progenitors of AXP's and SGR's: magnetic field evolution through pulsar glitches*, **astro-ph/0405-5131**, 2004.
10. А.О.Аллахвердиев, Ф.К.Касумов, С.О.Тагиева, *Аккреционная модель и реальные возрасты пульсаров*, **Материалы международной Конференции «Физика-2005»** (под ред. К.Гурбанова), Баку, 2005, с. 23-26.
11. J.S. Heyl, **Magnetars**, XXII Texas Symposium on Relativistic Astrophysics. (Ed. Thompson C.), Stanford, 2005, p. 231-238.
12. S. Mereghetti, *The highest magnetic fields in universe*, **astro-ph/08040250**, 2008.
13. L.Ferrario, D.Wickramasinge, *Origin and evolution of magnetars*, **astro-ph/08072106**, 2008.

Поступила в редакцию 02 марта 2008 г.

MAQNITARLAR VƏ MAQNT SAHƏSİNİN YARANMASINDA "FOSSIL FIELD" MODELİNİN ROLU

F.Q.Qasimov, Ə.O.Allahverdiyev, A.H.Aydamirova

Anomal rentgen pulsarları və təkrarlanan yumşaq qamma şüa mənbələrinin təkamülü və genezisi araşdırılmışdır. Mövcud iki modeldən maqnitar modelinin daha işlək olması haqda yeni sübutlar askar edilmiş və maqnitarların yüksək kütləli ana ulduzlardan yaranması göstərilmişdir. Maqnitarların böyük maqnit sahələrinin dinamo mexanizmi ilə deyil, "fossil field" modeli ilə yarana biləcəyi göstərilmişdir.

Aparıcı sözlər: pulsarlar, maqnitarlar

MAGNETARS AND "FOSSIL-FIELD" MODEL FOR THE ORIGIN OF THE MAQNETIC FIELD

F.K.Kasumov, A.O.Allahverdiyev, A.H.Aydamirova

The evolution and genesis of Anomalous X-ray pulsars (AXPs) and Soft Gamma-ray Repeaters (SGRs) are investigated. New arguments favoring the magnetar model are found. It is shown that the progenitors of these objects are more massive stars and that "fossil field" model is responsible for the high magnetic field of these objects.

Key words: pulsars, magnetars

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММАРНОГО ПОТОКА ЭНЕРГИИ, ИЗЛУЧАЕМОГО ПЛАНЕТАРНЫМИ ТУМАННОСТЯМИ В ОБЛАСТИ $\lambda > 912 \text{ \AA}$, РАДИУСА ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЗВЕЗД И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ

© 2008 г. Р.Э.Гусейнов, К.И.Альшева, А.Г.Алили

*Бакинский Государственный Университет, Азербайджан
(e-mail: alisheva_k@hotmail.com)*

В работе дан более точный метод определения суммарного потока энергии, излучаемого оптически толстыми в лаймановском континууме планетарными туманностями в области $\lambda > 912 \text{ \AA}$. Это позволило оценить радиусы центральных звезд. Сравнение значений радиусов, полученных по методу, ранее разработанному нами, где коэффициент заполнения принимался равным единице, с методом, предложенным в данной работе, позволило оценить и так называемый коэффициент заполнения.

Ключевые слова: планетарные туманности, коэффициент заполнения, радиусы центральных звезд.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из лучших монографий, посвященной планетарным туманностям, как известно, является книга С.Потташа [1], где отмечается, что после выявления важной роли изучения планетарных туманностей в звездной эволюции увеличился к ним интерес. С другой стороны, возможности наблюдения планетарных туманностей во всем диапазоне электромагнитного излучения позволили расширить круг исследуемых вопросов.

Прежде всего, заметим, что мы выбрали согласно таблице VII.6 [1] и диаграмме Герцшпрунга-Рессела туманности, которые являются оптически толстыми в лаймановском континууме. Все используемые параметры, а именно электронная концентрация n_e , электронная температура T_e , угловой радиус θ туманности, поток в линии $H\beta - F(H\beta)$, E_{B-V} для учета поглощения в межзвездной среде, температура ядра T_* , расстояние до туманности d взяты из [1].

В представленной работе нами предлагается более точный метод определения суммарного потока энергии, излучаемого туманностями, оптически толстыми в лаймановском континууме, в линиях и континууме в области длин волн $\lambda > 912 \text{ \AA}$. Зная этот более точный поток, можно найти светимость центральной звезды

по методу, изложенному в [1].

Определение радиуса центральных звезд

само по себе имеет важное значение. Известно, что из диаграммы Герцшпрунга-Рессела делается вывод о том, что центральные звезды образуют эволюционную последовательность; звезда, находящаяся в правой части диаграммы, обычно самая молодая, она будет эволюционировать, перемещаясь в левую сторону диаграммы; это сопровождается ростом температуры при постоянной светимости [1]. Отсюда, конечно, вытекает, что такой эволюционный путь должен сопровождаться соответствующим уменьшением радиуса центральной звезды. В наших работах [2,3] вычислены радиусы центральных звезд, для которых построена диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Сказанное в [1] логическое суждение о том, что рост температуры при постоянной светимости сопровождается соответствующим уменьшением радиуса центральной звезды, подтвердилось.

Тем не менее, метод определения радиусов центральных звезд, предложенный нами в [2], имеет тот недостаток, что в формулу для определения радиуса входит так называемый коэффициент заполнения в виде множителя, который принимается равным единице. Поскольку этот коэффициент ≤ 1 , в представленной работе мы предлагаем новый метод определения радиуса центральных звезд, где отсутствует коэффициент заполнения.

Поэтому из равенства, полученных нами двух выражений для радиуса центральных звезд, мы оценили коэффициент заполнения. В связи с тем, что некоторые соотношения,

приведенные в [2] используются в данной работе, сначала коротко изложена суть работы [2].

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЗВЕЗД ПЛАНЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ БЕЗ УЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ

Суть метода определения радиуса центральных звезд оптически толстых в лаймановском континууме планетарных туманностей, при их полном заполнении ионизованным веществом, заключалась в следующем. Если туманность оптически толстая в лаймановском континууме (L_c), то согласно [4], число квантов, излучаемых центральной звездой в лаймановском континууме, равно числу квантов, излучаемых туманностью в бальмеровской серии, $N_{L_c} = N_{Ba}$ или же

$$\int_{x_0}^{\infty} \frac{x^2 dx}{e^x - 1} = \sum_{Ba} A_i \frac{x_i^3}{e^{x_i} - 1} \tag{1}$$

где $x = \frac{h\nu}{kT_*}$, $x_i = \frac{h\nu_i}{kT_*}$, $x_0 = \frac{h\nu_0}{kT_*}$, ν_0 – частота границы лаймановской серии, ν_i – частота i -й бальмеровской линии, T_* – эффективная температура центральной звезды. Безразмерная величина A_i выражается через полную энергию, излучаемую туманностью в i -ой бальмеровской линии и энергию, излучаемую звездой в единичном интервале частот вблизи этой линии и выражается так:

$$A_i = \frac{n_i A_{i2} hV}{4\pi^2 I_{\nu_i}^* R_*^2} \tag{2}$$

Здесь A_{i2} – эйнштейновский коэффициент спонтанных переходов, V – объем туманности, светящейся в линиях водорода, n_i – концентрация атомов водорода в i -м состоянии, R_* – радиус центральной звезды, а $I_{\nu_i}^*$ – средняя планковская интенсивность излучения центральной звезды в частоте ν_i которая определяется как:

$$I_{\nu_i}^* = \frac{2k^3 T_*^3}{c^2 h^2} \frac{x_i^3}{e^{x_i} - 1} \tag{3}$$

В первом приближении туманность можно рассмотреть как сферу, заполненную ионизованным веществом с постоянной электронной концентрацией. Степень заполнения этой сферы ионизованным веществом оценивается так называемым коэффициентом заполнения

ε [1]. Если $\varepsilon=1$, то сфера с радиусом R равномерно заполнена ионизованным веществом, а $\varepsilon<1$ означает распределение «скупченности» вещества. Как отмечается в [1], хотя это лишь упрощенная модель, она, по-видимому, хорошо представляет истинное положение. Таким образом, принимается, что $V = \frac{4}{3}\pi R^3 \varepsilon$. С учетом формул (2) и (3), а также выражения для V правую часть равенства (1) можно представить в виде:

$$\sum_{Ba} A_i \frac{x_i^3}{e^{x_i} - 1} = 5.4 \cdot 10^{-12} \frac{\varepsilon R^3}{T_*^3 R_*^2} \sum n_i A_{i2} \tag{4}$$

где

$$\sum_{i=3}^{\infty} n_i A_{i2} = 3.2 \cdot 10^{-16} \frac{n_e^2}{T_e^{3/2}} \sum_{i=3}^{\infty} i^2 A_{i2} e^{x_i/kT_e}.$$

Поэтому

$$\sum_{Ba} A_i \frac{x_i^3}{e^{x_i} - 1} = \frac{2 \cdot 10^{-27} n_e^2 \varepsilon R^3 \sum_{i=3}^{\infty} i^2 A_{i2} b_i e^{x_i/kT_e}}{T_*^3 T_e^{3/2} R_*^2} \tag{5}$$

Здесь $b_i e^{x_i/kT_e}$ – взяты из таблицы Ситона [4].

Что касается левой части равенства (1), то имея в виду, что

$$\frac{1}{e^{x_i} - 1} = \sum_{n=0}^{\infty} e^{-(n+1)x}$$

и ограничиваясь тремя слагаемыми, его можно представить в следующем виде.

$$\int_{x_0}^{\infty} \frac{x^2 dx}{e^x - 1} = \sum_{n=0}^{\infty} \int_{x_0}^{\infty} e^{-(n+1)x} x^2 dx \approx \sum_{n=0}^2 e^{-(n+1)x_0} \left[\frac{x_0^2}{n+1} + \frac{2x_0}{(n+1)^2} + \frac{2}{(n+1)^3} \right]$$

Таким образом, для определения радиуса центральной звезды получаем следующую формулу:

$$R^2 = \frac{2 \cdot 10^{-27} n_e^2 \varepsilon R_*^3 \sum_{i=3}^{\infty} i^2 A_{i2} b_i e^{x_i/kT_e}}{T_*^3 T_e^{3/2} \sum_{n=0}^2 e^{-(n+1)x_0} \left[\frac{x_0^2}{n+1} + \frac{2x_0}{(n+1)^2} + \frac{2}{(n+1)^3} \right]} \tag{6}$$

В этой формуле сумма в числителе состоит из слагаемых, относящихся к восьми первым спектральным линиям бальмеровской серии водорода (так как вклад следующих спектральных линий ничтожно мал и им можно пренебречь) и бальмеровскому континууму, численное значение которого, как известно [4], равно излучению в линии H_{β} . Что касается суммы в знаменателе, даже при очень

больших значениях температуры центральной звезды достаточно взять сумму, состоящую из трех слагаемых. В (6) радиус самой туманности $R=d\theta$, где d – расстояние до туманности, θ – ее угловой радиус.

Исходя из того, что электронные концентрации (полученные по рекомбинационным линиям или по радиоконтинууму) и их связь с концентрациями, полученными путем анализа запрещенных линий, показывает хорошее согласие для однородной модели, оценки радиусов центральных звезд по формуле (6) в [2], проводились при $\epsilon=1$.

Но, как отмечено в [1], наблюдаются большие туманности с малыми яркими областями в запрещенных линиях, по которым определяется электронная концентрация. В этом случае электронная концентрация оказывается значительно больше таковой, определяемой по рекомбинационным линиям. Наблюдается также и обратный случай – электронная концентрация, определяемая по рекомбинационным линиям больше, чем концентрация, определяемая по запрещенным линиям.

Таким образом, следует иметь в виду, что в реальных ситуациях $\epsilon \leq 1$. Кроме этого, известно, что величина n_e нередко определяется с точностью до множителя 2, а θ имеет погрешность не меньше 20% [1].

В связи с вышеуказанным, необходимо ввести поправки к формуле определения радиуса R_* . Для этой цели, мы старались выбрать туманности, параметры которых не имели существенные погрешности и, являлись оптически толстыми в лаймановском континууме.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА ЦЕНТРАЛЬНЫХ ЗВЕЗД С УЧЕТОМ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПОЛНЕНИЯ

Согласно [1], светимость центральной звезды оптически толстой в лаймановском континууме туманности

$$L = 4\pi d^2 100 F(H_\beta) \quad [эрг/с].$$

Здесь d – расстояние, $100 F(H_\beta)$ – суммарный поток энергии, излучаемый туманностью в линиях и континууме в области длин волн $\lambda > 912 \text{ \AA}$ и считается, что этот поток превосходит поток излучения в H_β приблизительно в 100 раз. Как отмечается в [1], вероятно зна-

чение $100 F(H_\beta)$ может отличаться от истинного не более, чем в два раза, за исключением холодных звезд, для которых эта оценка слишком занижена. Исходя из этого, мы получим формулу для оценки суммарного потока, с более точным множителем вместо 100. Обозначив этот множитель через H_Σ имеем,

$$L = 4\pi d^2 H_\Sigma F(H_\beta) \quad (7)$$

С другой стороны, поскольку

$$L = 4\pi R_*^2 \sigma T_*^4,$$

то с учетом (6) и имея в виду, что $R = d \sin \theta = \frac{d\theta^n}{206265^n}$, получим выражение для L :

$$L = \frac{1.62 \cdot 10^{-46} n_e^2 \epsilon d^3 \theta^3 T_* \sum_{i=3}^{10} i^2 A_{i2} b_i e^{-x_i/kT_e}}{T_e^{3/2} \sum_{n=0}^2 e^{-(n+1)x_0} \left[\frac{x_0^2}{n+1} + \frac{2x_0}{(n+1)^2} + \frac{x_0}{(n+1)^3} \right]} \quad (8)$$

Из равенств (7) и (8) получаем

$$d = \frac{7.7 \cdot 10^{46} F(H_\beta) T_e^{3/2} H_\Sigma \sum_{n=0}^2 e^{-(n+1)x_0}}{n_e^2 \epsilon \theta^3 T_* \sum_{i=3}^{10} i^2 A_{i2} b_i e^{-x_i/kT_e}} \times \quad (9)$$

$$\times \left[\frac{x_0^2}{n+1} + \frac{2x_0}{(n+1)^2} + \frac{x_0}{(n+1)^3} \right].$$

При определении расстояния до планетарных туманностей сравнением электронной концентрации, полученной по запрещенным линиям и по измерению потока энергии в рекомбинационных линиях, имеем (см [1]):

$$n_e \epsilon^{1/2} = 2.74 \cdot 10^4 [F(H_\beta) t^{0.88} / \theta^3 d]^{1/2},$$

где $F(H_\beta)$ – в единицах 10^{-11} эрг/см²с, θ – в секундах дуги, d – расстояние в кпс, $t=10^{-4} T_e$.

Выражая d в см, $F(H_\beta)$ по данным наблюдений (с учетом межзвездного поглощения), для предыдущего равенства будем иметь:

$$n_e \epsilon^{1/2} = \{2.33 \cdot 10^{41} [F(H_\beta) t^{0.88} / \theta^3 d]\}^{1/2}$$

или

$$d = \frac{2.33 \cdot 10^{41} F(H_\beta) t^{0.88}}{\theta^3 n_e^2 \epsilon} \quad (10)$$

Из равенств (9) и (10) для H_Σ получим

$$H_\Sigma = \frac{3 \cdot 10^{-6} t^{0.88} T_* \sum_{i=3}^{10} i^2 A_{i2} b_i e^{-x_i/kT_e}}{T_e^{3/2} \sum_{n=0}^2 e^{-(n+1)x_0} \left[\frac{x_0^2}{n+1} + \frac{2x_0}{(n+1)^2} + \frac{2}{(n+1)^3} \right]} \quad (11)$$

Результаты вычислений H_Σ для выбранных

туманностей приводятся в Таблице 1, где кроме n_e , T_* , T_e , даны и лoгарифмы потока излу-

чения в $H\beta$ (после учета межзвездного поглощения).

Таблица 1

<i>№</i>	<i>Туманность</i>	<i>LgF(Hβ)</i>	<i>n_e, см⁻³</i>	<i>T_*, K</i>	<i>T_e, K</i>	<i>Hγ/100</i>
1.	NGC 40	-9.92	1300	35000	8500	1.30
2.	NGC 1360	-9.95	50	100 000	18000	0.71
3.	NGC 1535	-10.31	4200	73000	11000	0.68
4.	NGC 2003	-10.96	6700	67000	12000	0.68
5.	NGC 2392	-11.23	3400	89000	13000	0.69
6.	NGC 2440	-10.02	2500	190 000	14000	1.08
7.	NGC 2452	-10.90	2000	100 000	12000	0.72
8.	NGC 2792	-10.40	3000	95000	14000	0.70
9.	NGC 2867	-10.17	2500	107 000	12000	0.75
10.	NGC 3132	-10.23	1000	85000	9500	0.71
11.	NGC 3211	-10.74	900	115 000	12000	0.77
12.	NGC 3242	-9.70	3300	68000	11000	0.69
13.	NGC 5315	-9.81	30000	46000	9000	0.86
14.	NGC 5882	-9.97	4000	61000	9000	0.72
15.	NGC 6210	-9.96	7500	55000	10 000	0.74
16.	NGC 6543	-9.51	4000	58000	8300	0.75
17.	NGC 6572	-9.39	20000	67000	10500	0.69
18.	NGC 6720	-9.96	600	100 000	10 000	0.74
19.	NGC 6741	-10.19	10 000	210 000	11600	1.19
20.	NGC 6778	-10.81	1700	55000	10 000	0.74
21.	NGC 6790	-9.97	15000	80 000	12000	0.68
22.	NGC 6853	-9.38	200	103 000	12000	0.73
23.	NGC 6886	-10.47	12000	163 000	13000	0.96
24.	NGC 7009	-9.62	8000	74000	9000	0.70
25.	NGC 7026	-9.91	9500	60 000	9500	0.72
26.	NGC 7027	-8.82	80000	295 000	14000	1.58
27.	IC 418	-9.30	14000	32000	8500	1.57
28.	IC 1747	-10.48	3800	67000	10 000	0.70
29.	IC 2165	-10.34	5000	116000	13000	0.77
30.	IC 4997	-10.07	20 000	57000	18000	0.70
31.	IC 5217	-10.53	10 000	78000	11000	0.69
32.	J 900	-10.46	7000	135000	11500	0.85
33.	HU 1-2	-10.53	9000	100 000	16000	0.71
34.	IC 2448	-10.72	3000	84000	12500	0.68
35.	NGC 3587	-10.49	200	117 000	10 000	0.80
36.	NGC 6302	-9.18	7300	270 000	16500	1.45
37.	NGC 6501	-10.53	560	140 000	12000	0.87
38.	NGC 6818	-10.29	2800	120 000	12000	0.79
39.	NGC 6891	-10.43	4400	43000	10000	0.92
40.	NGC 6826	-9.94	2500	42000	10700	0.94
41.	IC 351	-11.31	3500	66000	12000	0.68
42.	IC 3568	-10.51	7000	55000	11000	0.73

№	Туманность	$LgF(H\beta)$	$n_e, \text{см}^{-3}$	T_*, K	T_e, K	$H_\Sigma/100$
43.	J 320	-11.07	8700	69000	12000	0.68
44.	He 2-131	-9.91	18000	25000	7000	3.39
45.	Hb 12	-10.00	400 000	44 000	13000	0.87
46.	Сп 3-1	-10.95	7200	25000	8000	3.29
47.	NGC 2438	-10.55	200	134 000	12000	0.84
48.	NGC 6072	-10.37	300	100 000	12000	0.72
49.	NGC 6439	-10.82	20 000	110 000	12000	0.76
50.	NGC 6563	-10.63	900	118 000	12000	0.78
51.	NGC 6772	-10.59	200	120 000	12000	0.79
52.	NGC 6781	-10.33	350	100 000	12000	0.72
53.	NGC 6565	-10.78	7000	67000	8000	0.72
54.	NGC 6537	-9.73	17 500	165 000	12000	0.98

Из формулы (11) и Таблицы 1 видно, что H_Σ меняется в малых пределах, т.к. зависимость H_Σ от обеих температур в общем слабая. Эта зависимость довольно заметна, когда температура звезды и электронная температура туманности слишком малы (например, для туманностей He 2-131 и Сп 3-1 $T_*=25000 \text{ K}$, $T_e=7000-8000 \text{ K}$ и $H_\Sigma = 338$). В этом случае H_Σ довольно заметно отличается от принятого в литературе значения $H_\Sigma = 100$ и иногда доходит до $H_\Sigma = 300$ и более (расчеты для туман-

ности Ps-1 (она не вошла в Таблицу 1) показывают, что для этой туманности $H_\Sigma \cong 500$, при $T_*=23000 \text{ K}$, $T_e=9000 \text{ K}$).

Сравнение выражения (7) для светимости с общепринятым выражением $L = 4\pi R_*^2 \sigma T_*^4$ приводит к следующей формуле для определения R_* :

$$R_* = \frac{1.33 \cdot 10^2 d [F(H_\beta) H_\Sigma]^{1/2}}{T_*^2}. \quad (12)$$

Таблица 2

№	Туманность	R_*/R_o (без учета H_Σ)	R_*/R_o (с учетом H_Σ)	ϵ
1.	NGC 40	0.490	0.483	0.9822
2.	NGC 1360	0.028	0.029	1.0558
3.	NGC 1535	0.217	0.096	0.1930
4.	NGC 2003	0.121	0.068	0.3146
5.	NGC 2392	0.084	0.07	0.010
6.	NGC 2440	0.056	0.027	0.2389
7.	NGC 2452	0.170	0.053	0.0988
8.	NGC 2792	0.107	0.086	0.6537
9.	NGC 2867	0.070	0.073	1.0830
10.	NGC 3132	0.066	0.035	0.2902
11.	NGC 3211	0.034	0.042	1.5513
12.	NGC 3242	0.228	0.113	0.2468
13.	NGC 5315	0.740	0.418	0.3216
14.	NGC 5882	0.186	0.182	0.9620
15.	NGC 6210	0.032	0.035	1.1827
16.	NGC 6543	0.530	0.453	0.7290

№	Туманность	R_*/R_o (без учета H_Σ)	R_*/R_o (с учетом H_Σ)	ϵ
17.	NGC 6572	0.284	0.154	0.2954
18.	NGC 6720	0.015	0.019	1.5315
19.	NGC 6741	0.020	0.016	0.6834
20.	NGC 6778	0.074	0.066	0.7964
21.	NGC 6790	0.113	0.094	0.7002
22.	NGC 6853	0.027	0.024	0.8149
23.	NGC 6886	0.054	0.025	0.2231
24.	NGC 7009	0.199	0.084	0.1779
25.	NGC 7026	0.718	0.355	0.2473
26.	NGC 7027	0.054	0.033	0.3798
27.	IC 418	0.525	0.678	1.6700
28.	IC 1747	0.403	0.189	0.2231
29.	IC 2165	0.039	0.049	1.6125
30.	IC 4997	0.144	0.114	0.574
31.	IC 5217	0.102	0.065	0.4153
32.	J 900	0.083	0.035	0.1837

№	Туманность	R_*/R_\odot (без учета H_Σ)	R_*/R_\odot (с учетом H_Σ)	ε
33.	HU 1-2	0.064	0.041	0.4066
34.	IC 2448	0.044	0.048	1.2063
35.	NGC 3587	0.025	0.009	0.2270
36.	NGC 6302	0.011	0.007	0.4426
37.	NGC 6501	0.030	0.015	0.2567
38.	NGC 6818	0.066	0.043	0.4242
39.	NGC 6891	0.282	0.204	0.5217
40.	NGC 6826	0.409	0.346	0.7133
41.	IC 351	0.142	0.074	0.2725
42.	IC 3568	0.136	0.074	0.2999
43.	J 320	0.054	0.030	0.3071

№	Туманность	R_*/R_\odot (без учета H_Σ)	R_*/R_\odot (с учетом H_Σ)	ε
44.	He 2-131	2.187	1.925	2.6203
45.	Hb 12	0.582	0.399	0.7887
46.	Cn 3-1	1.782	1.260	0.4988
47.	NGC 2438	0.036	0.032	0.7963
48.	NGC 6072	0.080	0.059	0.5506
49.	NGC 6439	0.056	0.021	0.1473
50.	NGC 6563	0.028	0.015	0.2799
51.	NGC 6772	0.048	0.024	0.2514
52.	NGC 6781	0.132	0.051	0.1512
53.	NGC 6565	0.155	0.059	0.1480
54.	NGC 6537	0.112	0.073	0.4321

Как и ожидалось, радиусы, вычисленные по формуле (6), в основном, заметно больше, чем радиусы, вычисленные по формуле (12), так как входящий в формулу (6) коэффициент заполнения, принят равным единице. Из отношения радиусов, вычисленных по формулам (6) и (12), мы оценили и коэффициент заполнения туманностей.

Результаты этих вычислений приведены в последнем столбце Таблицы 2. Как видно из таблицы для немногих туманностей коэффициент заполнения чуть больше единицы, причиной которой может являться, в малых ошибках в значениях, используемых величин.

Для примера рассмотрим туманность IC 418. Для этой туманности из литературы известны два значения $n_e=2.0 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$ и $n_e=1.4 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$. Первое определено по линиям водорода, а второе по запрещенным линиям. Из Таблицы 2 видно, что для этой туманности при $n_e=1.4 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$ получено $\varepsilon=1.67$, а при $n_e=2.0 \cdot 10^4 \text{ см}^{-3}$ коэффициент заполнения $\varepsilon=0.75$. Поэтому можно сделать вывод, что электронная концентрация, определяемая по линиям водорода, может быть более реальной. Аналогичные выводы можно сделать по поводу случаев, когда получается $\varepsilon > 1$. В этом случае определенная допустимая коррекция в значение n_e приводит к реальному значению ε . Здесь следует еще раз заметить, что величина n_e часто определяется лишь с точностью до множителя 2. [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из Таблицы 2 видно, что радиусы центральных звезд располагаются в интервале от $1R_\odot$ или несколько большего до менее $0.01 R_\odot$. Как известно (см. [1]), за период времени от 20 000 до 40 000 лет, эффективная температура центральной звезды возрастает, по крайней мере, в десять раз, а затем начинает охлаждаться и в течение всего этого процесса радиус звезды уменьшается, примерно от $1 R_\odot$ или несколько большего до менее $0.01 R_\odot$.

Наши расчеты явно показывают, что действительно, с ростом температуры звезды соответственно уменьшается радиус так, что светимость остается постоянной, а затем параллельно со светимостью и температура и радиус уменьшаются и звезда превращается в белый карлик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.Потташ, **Планетарные туманности** (перевод с английского Е.Б.Костяковой). Москва, «Мир», 1987, 352 с.
2. R.E.Guseinov, K.I.Alishева, *Determination of the nuclear radius and some parameters of planetary nebulae*, **Fizika**. Vol.6, No1, 2000, p. 60-63.
3. К.И.Алышева, *Некоторые аспекты эволюции центральных звезд планетарных туманностей*. **Известия НАН Азерб., Серия физика и астрономия**, № 4, 2000, с. 101-110.
4. В.В.Соболев, **Курс теоретической астрофизики**. Москва, «Наука», 1987, 510 с.

Поступила в редакцию 15 апреля 2008 г.

**$\lambda > 912 \text{ \AA}$ OBLASTINDA PLANETAR DUMANLIQLARIN ŞÜALANDIRDIĞI
TAM ENERJİ SELİNİN, MƏRKƏZİ ULDUZLARIN RADIUSLARININ VƏ
DOLULUQ ƏMSALININ TƏYİNİ**

R.Hüseynov, K.Alısova, A.Əlili

İşdə Layman kontinuumda optik qalın olan planetar dumanlıqlar üçün $\lambda > 912 \text{ \AA}$ oblastında tam şüalanma selinin təyinin daha dəqiq üsulu verilmişdir. Bu işə öz növbəsində mərkəzi ulduzların radiuslarını qiymətləndirməyə imkan vermişdir. İşdə təklif olunan üsulla təyin olunmuş radiusların əvvəllər işlənmiş üsulla qiymətləndirilmiş radiuslarla (harada ki, doluluq əmsalı vahid qəbul olunurdu) müqayisəsi doluluq əmsalını qiymətləndirməyə imkan vermişdir.

**DEFINITION OF THE TOTAL ENERGY FLUX RADIATED BY THE
PLANETARY NEBULAE IN THE RANGE OF $\lambda > 912 \text{ \AA}$, RADIUSSES
OF THE CENTRAL STARS AND FILLING FACTOR**

R.Huseynov, K.Alisheva, A.Alili

More exact method of definition of the total energy flux radiated by optically thick in Layman continuum planetary nebulae in the range of $\lambda > 912 \text{ \AA}$ is given in this paper. It in turn has enabled to estimate radiusses of the central stars. Comparison of values of the radiusses obtained by our method described in this paper with ones obtained by the help earlier developed method, where the filling factor was accepted to be equal to unit, has enabled to estimate the filling factor.

АКАДЕМИЧЕСКАЯ БИОГРАФИЯ Н.Б.ИБРАГИМОВА

© 2008 г. А.А.Атаи, Р.А.Зейналов

Шамахинская Астрофизическая Обсерватория им. Н.Туси НАН Азербайджана

(e-mail: atai1951@yahoo.com)

Статья посвящается 75-летию Н.Ибрагимова – известного астрофизика Шамахинской Астрофизической Обсерватории им. Н.Туси НАН Азербайджана, занимавшегося исследованием физики атмосфер планет Солнечной системы и в целом его научной деятельности.

Ключевые слова: кратер Ибрагимова, планеты солнечной системы.

В декабре 2007 г. исполнилось бы 75 лет со дня рождения замечательного ученого и человека, бывшего заведующего лабораторией Шамахинской Астрофизической Обсерватории им. Н.Туси (ШАО) Национальной Академии Наук Азербайджана Ибрагимова Надира Баба оглы, чьим именем назван один из кратеров на поверхности Марса.

Ибрагимов Н.Б. родился 28-го декабря 1932 года в г. Губе Азербайджана в семье ремесленника. Среднее образование он получил в Губе, а в 1956 году окончил физико-математический факультет Азгосуниверситета (ныне Бакинский Государственный Университет). Руководителем его дипломной работы был академик Г.Ф.Султанов, который учитывая его трудолюбие предложил ему работать в Секторе Астрофизики АН Азербайджанской ССР.

Первая опубликованная статья в сборнике «Эфемериды малых планет на 1959 г.» являлась дипломной работой Н.Б.Ибрагимова и в будущем была издана отдельной брошюрой [1].

Н.Б.Ибрагимов окончив университет, навсегда связал свою судьбу с будущим Шамахинской Астрофизической Обсерватории и по предложению академика Г.Ф.Султанова он начал заниматься исследованием атмосфер планет Солнечной системы. Для усовершенствования в этой области он был командирован в Харьковскую обсерваторию к академику АН Украины Н.П.Барабашову.

В те времена, в связи с бурным развитием космонавтики, изучение тел Солнечной системы (особенно Марса) было очень актуальным и Н.Б.Ибрагимов под

руководством Н.П.Барабашова работал над диссертационной темой «Интегральная спектрофотометрия Марса» и в 1966 году успешно защитив кандидатскую диссертацию получил ученую степень кандидата физико-математических наук. Для исследования оптических свойств атмосферы Марса и его поверхности Н.Б.Ибрагимов применил метод интегральной спектрофотометрии. До него этот метод только частично применялся для изучения физических условий на планетах.

Наблюдения Марса Н.Б.Ибрагимовым проводились в Шамахинской Астрофизической Обсерватории на телескопе АЗТ-7 со спектрографом АСП-9 во время противостояния планеты в 1960-1961 гг. Полученные спектрограммы Марса были обработаны в лаборатории Физики Солнца ГАО АН СССР и были определены значения фазового коэффициента, геометрического и сферического альбедо, а также фазового интеграла для всех выбранных значений длин волн, что имело важное значение для последующих исследований «красной планеты» [2].

В результате исследований, Н.Б.Ибрагимов обнаруживает некоторые закономерности, а именно, монотонность фазового коэффициента и наличие двух минимумов спектрофотометрического градиента и различный характер изменения градиентов с углом фазы [3, 4].

Он установил, что в коротковолновой части спектра рассеяние света в атмосфере Марса не подчиняется закону Рэлея и в этой области спектра крупные частицы играют существенную роль в рассеивании света в направлении падения.

В 1966 году был установлен 2-м телескоп в ШАО АН Азербайджана. Н.Б.Ибрагимов активно участвовал в наладочных, юстировочных работах рефлектора [5, 6].

Программа исследования красной планеты имела важное значение и в бывшем Советском Союзе. Этой проблемой занимались ведущие ученые в Москве, Киеве, Харькове и в том числе в ШАО на 2-м телескопе – на большом телескопе того времени; вначале в каскадном фокусе ($f=29.5\text{ м}$), а затем в фокусе Куде ($f = 72\text{ м}$).

В результате исследований Марса на 2-м рефлекторе было установлено, что яркость материков увеличивается в сторону более коротких волн [7]. А также в ШАО, впервые в Советском Союзе, были получены крупномасштабные фотографии Марса в разных длинах волн и исследована Южная полярная шапка красной планеты.

Н.Б.Ибрагимов вместе со своими коллегами во время великого противостояния Марса в 1971 г. заметили одну из главных особенностей - отсутствие желтых облаков и появление фиолетовых облаков на утреннем и вечернем краях диска планеты [8, 9].

Длительный период исследований Марса позволил Н.Б.Ибрагимову установить, что средний размер частиц в фиолетовом облаке близок к размеру аэрозольных частиц в однородной атмосфере планеты и оно представляет собой постоянно присутствующие «сгустки» аэрозольных частиц [10].

Кроме того, Н.Б.Ибрагимов по высокодисперсным спектрограммам Марса оценил верхний предел содержания NO_2 [11].

Вскоре в комплекс исследования планет была включена и Венера, а также планеты-гиганты и их яркие спутники.

В 1967 году Н.Б.Ибрагимовым было получено 20 спектрограмм ночного неба Венеры и на одной из спектрограмм, полученной 10 июня 1967 года были обнаружены эмиссионные линии [12].

Помимо этого, на спектрограммах Венеры, полученных 17 июня 1967 года на 2-м телескопе ШАО Н.Б.Ибрагимовым были обнаружены темные и светлые детали у терминатора и изучены распределение энергии в спектре этих деталей, а также

распределение яркости вдоль терминатора в разных длинах волн в коротковолновой части спектра планеты [13].

Предположение Н.Б.Ибрагимова о том, что светлые детали у терминатора являются облаками верхнего яруса, освещаемые лучами Солнца, подтвердилось с помощью последующих полетов космических аппаратов (КА) «Венера». То же самое можно сказать и о темных деталях - они оказались ямами (провалами) в облачном слое.

Н.Б.Ибрагимов достаточно хорошо зная возможности 2-м рефлектора, считал необходимым изучение химического состава этих небесных объектов. Именно Н.Б.Ибрагимовым были изучены тонкая структура полос поглощения молекулярных газов в спектрах Юпитера, Сатурна, Урана (вместе с Ю.Д.Давудовым), Нептуна (в соавторстве с А.А.Атаи) и оценены давления в атмосферах планет. Более того, он показал, что в спектре Юпитера интенсивности линии полосы поглощения аммиака вдоль меридиана сначала увеличиваются, а затем к полюсам уменьшаются [14].

Н.Б.Ибрагимовым изучены вариации интенсивности полосы поглощения метана в спектрах Сатурна и Юпитера.

С большой точностью изучая тонкую структуру полосы поглощения метана, Н.Б.Ибрагимов обнаружил несколько обертонов в спектре Сатурна по спектрограммам планеты, полученным в фокусе Кудэ с дисперсией 6 А/мм на 2-м рефлекторе ШАО. Он также показал, что временные вариации интенсивности полосы поглощения метана в спектре Сатурна носят реальный характер и составляют для центра приблизительно 40%. Ход поглощения в полосах метана по диску этих планет Н.Б.Ибрагимов объяснил в рамках однослойной полубесконечной атмосферы и оценил оптические параметры облачного слоя атмосферы этих планет, а также определил с высокой точностью содержание аммиака в атмосфере Юпитера [15, 16].

По высокодисперсным спектрограммам Юпитера Н.Б.Ибрагимов обнаружил некоторые линии, которые отсутствуют в лабораторном спектре аммиака [17]. Наряду с

этим, он установил, что интенсивности линий полосы аммиака на западном лимбе меньше, чем на восточном (и в зонах больше, чем в темных полосах). Также им было выявлено, что поглощение в линиях полосы аммиака в Красном пятне такое же, как и в темных полосах.

В 1971 году Н.Б.Ибрагимов был назначен руководителем лаборатории Физики планет. Он вместе с Ю.Д. Давудовым [18] исследовал Уран, а с А.А.Атаи [19, 20] - Нептун и яркие спутники планет. По спектрограммам Урана они обнаружили 45 интенсивных линий и установили, что полоса поглощения метана $\lambda 6190\text{Å}$ состоит из трех полос. Кроме того, они отметили почти постоянство интенсивности поглощения в полосах метана в спектре Урана по диску планеты.

С Н.Б.Ибрагимовым А.А.Атаи впервые определили эквивалентную толщину метана в надоблачной атмосфере Урана [21] и множество полос поглощений в спектре Нептуна в видимой спектральной области [19].

Долгое время А.А.Атаи с Н.Б.Ибрагимовым наблюдали один из галилеевых спутников Юпитера – Ио. Впервые наблюдали эмиссии в некоторых линиях железа, кальция, магния. Установили, что эти эмиссионные линии имеют несимметричную форму и интенсивность резонансной линии натрия при восточной элонгации приблизительно на 40% больше, чем при западной и определили число излучающих атомов железа, кальция и магния вдоль луча зрения [20]. Буквально через год, 5 марта 1979 года КА США «Вояджер–1» впервые передал снимки существующих вулканов на Ио. Изученные ими характерные линии излучения металлов в спектре Ио уже доказывали существование активных процессов на поверхности спутника Юпитера, но до полета «Вояджера–1» такой вывод был бы, в то время, еще не доказуемым. После обнаружения вулканов на Ио КА США «Вояджер–1» об их наблюдениях неоднократно упоминалось в разных работах [22, 23].

В свое время исследования Марса, проведенные Н.Б.Ибрагимовым, где он обнаружил уменьшение фазового

коэффициента с увеличением длины волны и наличие минимума фазового коэффициента по спектру, были высоко оценены учеными [24]. Н.П.Барабашов отмечает [25], что фактор гладкости в действительности ближе к тому, в котором наблюдали Р.Вулли и Н.Б.Ибрагимов. Результаты исследований Н.Б.Ибрагимова углубили знания относительно атмосферы Марса [26–28] и динамики тел Солнечной системы [29, 30].

То, что данные наблюдений Н.Б.Ибрагимова были взяты для интерпретации некоторых теоретических моделей, еще раз подтверждает тот факт, что достоверность, точность его измерений были общепризнаны среди исследователей планет-гигантов [31].

Результаты исследований планет земной группы и планет-гигантов, полученные Н.Б.Ибрагимовым, были подтверждены разными методами. Его исследования по сей день имеют большое научное значение в изучении эволюции тел Солнечной системы. Именно поэтому, ссылки на его работы до сих пор продолжают [32].

Жизнь Н.Б.Ибрагимова оборвалась в самом расцвете его творческих сил (01.01.1977). Остались незавершенными планы его будущих научных работ.

Исследования Н.Б.Ибрагимова в области физики атмосфер планет были высоко оценены на заседании Генеральной Ассамблеи Международного Астрономического Союза, прошедшего в августе 1982 года и было решено, в честь его, именовать один из кратеров на карте Марса «Ибрагимов» (см. Рис.1).

28 декабря 2007 года исполнилось бы 75 лет со дня рождения Н.Б.Ибрагимова. Светлая память об Ибрагимове Надире Баба оглы будет еще долго храниться в наших сердцах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.Ф.Султанов, Н.Б.Ибрагимов, **Каталог значений постоянных Якоби ($H_0 = -10^7 h_0$) и моментов количества движения относительно перпендикуляра к плоскости орбиты Юпитера ($p \cos i^1$) для астероидов**, Баку, 1962, Изд-во АН Азерб. ССР, с. 33.
2. Н.Б.Ибрагимов, *Предварительные результаты интегральной спектрофотометрии Марса*, **Циркуляр ШАО**. 1963, № 26, с. 37–42.

3. Н.Б.Ибрагимов, *Интегральная спектрофотометрия Марса*, **Вестник ХГУ**. 1965, №4, серия астрон., вып. 1, с. 75-85.
4. Н.Б.Ибрагимов, *Определение оптических параметров атмосферы Марса*, **Вестник ХГУ**. 1965, №8, серия астрон., вып. 2, с. 38-41.
5. И.А.Асланов, Н.Б.Ибрагимов, *Исследование дифракционного спектрографа фокуса Кассегрена двухметрового телескопа*, **Циркуляр ШАО**. 1973, №6(27), с. 3-7.
6. Б.И.Сиакин, **В мире множества лун**, 1982, Изд-во «Наука».
7. В.А.Бронштэн, Н.Б.Ибрагимов, *Спектрофотометрия материков, морей и полярных шапок Марса на двухметровом рефлекторе Шемахинской Обсерватории в 1969 г.*, **Астрон. Вестник**. 1971, т.V, №1, с. 16-22.
8. В.В.Аврамчук, А.Р.Гайдук, Ю.Д.Давудов, Н.Б.Ибрагимов, И.К.Коваль, В.Д.Кругов, *Фотографические наблюдения Марса в период великого противостояния 1971 г.* **Астрон. Вестник**. 1972, т. V1, №3, с. 165-168.
9. N.G.Douglas, *Optical methane band observations of Jovian SL – 9 Impact Debris*, **Astron. Astrophys.** 1996, v.313, с.315-322.
10. Н.Б.Ибрагимов, И.К.Коваль, *О фиолетовых облаках Марса*, **Астрометрия и Астрофизика**. Киев, 1971, т.14, с. 3-8.
11. Н.Б.Ибрагимов, В.А.Бронштэн, *О присутствии NO₂ в атмосфере Марса*, **Письма в АЖ**, 1975, т.1, №11, стр. 45-48.
12. Н.Б.Ибрагимов. *О свечении ночного неба Венеры*. **Астрон. Цирк**. 1969, № 533, с. 3.
13. Н.Б.Ибрагимов, *Спектрофотометрическое исследование деталей на Венере*, **Астрон. Вестник**. 1970, т.IV, №1, с. 31-33.
14. Н.Б.Ибрагимов, *Исследования планеты Юпитера и Сатурна на двухметровом рефлекторе ШАО*, **Астрон. Журнал**. 1974, т.51, с. 178-186.
15. Н.Б.Ибрагимов, *О тонкой структуре полосы поглощения CH₄ вблизи 16800Å в спектре Сатурна*, **Астрон. Цирк**. 1970, №566, с. 4-6.
16. Н.Б.Ибрагимов, *Определение содержания аммиака в атмосфере Юпитера*, **Астрон. Журнал**. 1975, т.52, с.895-898.
17. Н.Р.Mason, *The abundance of ammonia in the atmosphere of Jupiter*, **Astrophys. Space Sci.** 1970, v.7, p. 424-436.
18. Ю.Д.Давудов, Н.Б.Ибрагимов, *Спектрофотометрия Урана в области 15000-6800Å*, **Астрон. Журнал**. 1975, т.52, с. 1029-1033.
19. А.А.Атаи, Н.Б.Ибрагимов, *Спектрофотометрия Нептуна в области 14400-7000Å*, **Астрон. Цирк**. 1977, №942, с. 4-5.
20. А.А.Атаи, Н.Б.Ибрагимов, *Исследование эмиссионных линий в спектре Ио*. **Астрон. Вестник**. 1978, т.12, №1, с. 27-33.
21. А.А.Атаи, Н.Б.Ибрагимов, *Исследования полос поглощения CH₄ в спектре Урана*, **Астрон. Вестник**, 1977, т.XI, №2, с. 90-92.
22. Ф.С.Аниконов, *Интерпретация слабых полос поглощения в спектре Юпитера*, **Астрон. Вестник**. 1974, т. VIII, №4, с. 223-228.
23. А.Р.Гайдук, Н.Б.Ибрагимов, И.К.Коваль, *Фотометрические характеристики Марса по данным фотографических наблюдений в период великого противостояния 1971 г.*, Киев, «Наукова Думка», 1975, 128 с.
24. В.Г.Тейфель, **Итоги Науки, Серия Астрономия**, М., ВИНТИ, 1967, с. 252.
25. Н.П.Барабашов, *О фазовой кривой Марса и распределении яркости на его диске*. **Астрон. Журнал**. 1969, т.46, с. 1249.
26. А.В.Мороженко, *Атмосфера Марса по поляризационным наблюдениям*. **Астрон. Журнал**. 1969, т.46, с. 1090.
27. А.Р.Гайдук, *Фиолетовые облака Марса в июле – августе 1971 г.*, **Астрон. Цирк**. 1971, №666, с. 4.
28. В.А.Фенчак, *Фотометрия облачных образований на Марсе по телевизионным снимкам в период с 4 августа по 5 сентября 1971 г.*, **Астрон. Вестник**. 1974, т.XIII, №2, с. 87.
29. S.Gaska, **Statistical investigation of the orbital elements of minor planets with the relation to their origin**, Stud. Soc. Sci. Torun., Sect. F (Astron.), Vol. 4, p. 199 - 217 = Bull. Astron. Obs. Torun, No. 45/I, 1970.
30. S.Gaska, **The origin of the asteroid ring**, In: The stability of the solar system and of small stellar systems; Proceedings of the Symposium, Warsaw, Poland, September 5-8, 1973. (A75-21601 08-89) Dordrecht, D. Reidel Publishing Co., 1974, p. 59-62.
31. И.А.Асланов, С.М.Азимов, И.Р.Салманов, Н.Б.Ибрагимов, З.А.Исмаилов, *Исследование 2x2 призмленного спектрографа фокуса Кассегрена двухметрового телескопа ШАО*, **Известия АН Азерб. ССР**, Серия физ.-тех. и мат.наук, 1968, №6, с. 108-112.
32. П.Г. Куликовский, **Справочник любителя астрономии**, Под.ред. В.Г.Сурдина, Москва, Эдиториал УРСС, 2002, 688 с.

Поступила в редакцию 14 февраля 2008 г.

Ibragimov crater

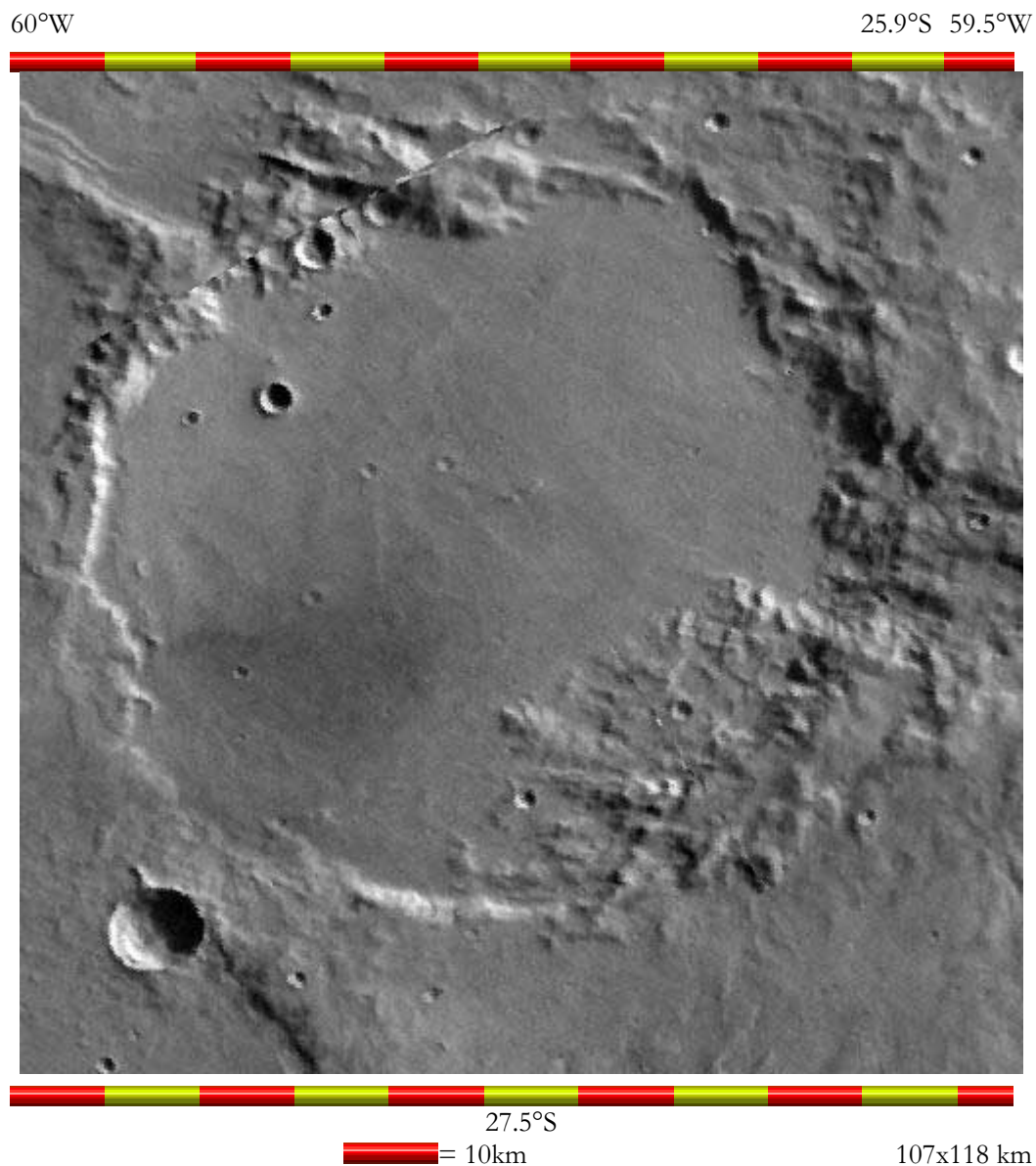


Рис. 1. Кратер Ибрагимова на Марсе.

N.B.İBRAHİMOVUN AKADEMİK BİOQRAFİYASI**Ə.Ə.Ətəyi , R.A.Zeynalov**

Məqalə, adı Mars planetinin xəritəsində «İbrahimov krateri» kimi əbədiləşdirilmiş, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının N.Tusi adına Şamaxı Astrofizika Rəsədxanasının tanınmış astrofiziki Nadir İbrahimovun anadan olmasının 75 illiyinə həsr olunmuşdur. Alimin Günəş sistemi planetlərinin tədqiqinə dair elmi nəticələri bu məqalədə dərinlən təhlil olunmuşdur.

Aparıcı sözlər: İbrahimov krateri, Günəş sistemi planetləri

ACADEMIC BIOGRAPHY OF N.B. IBRAHIMOV**A.A.Atayi, R.A.Zeynalov**

The paper is devoted to the 75-th anniversary of Nadir Ibrahimov - the outstanding astrophysicist of the Shamakhy Astrophysical Observatory of the Azerbaijan National Academy of Sciences. The significant contribution done by the N.B. Ibrahimov's investigations into the physics of planets as well as his whole creative scientific activity were analyzed in details in this paper.

Key words: Ibragimov krater, planets of the solar system