

ВАЖНЕЙШИЕ

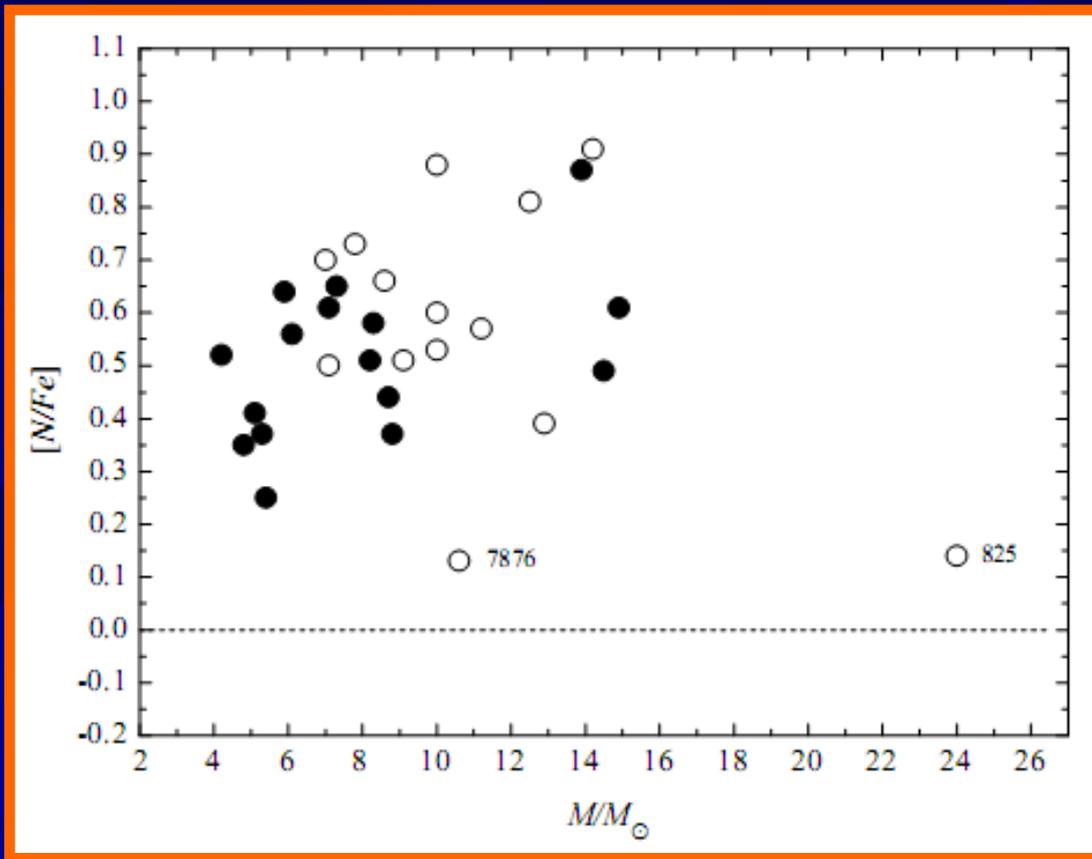
НАУЧНЫЕ

ДОСТИЖЕНИЯ ЛФЗГ

В 2010 ГОДУ



АЗОТ В АТМОСФЕРАХ СВЕРХГИГАНТОВ



На основе фундаментальных параметров сверхгигантов классов А, F и G, определенных в КрАО ранее с очень высокой точностью, проанализировано содержание азота в атмосферах 30 А- и F-сверхгигантов. Как известно, азот является одним из ключевых химических элементов, наблюдаемое содержание которых отражает эволюцию звезд. Подтвержден избыток азота как общее свойство А- и F-сверхгигантов. Большинство исследованных звезд имеет избыток азота $[N/Fe] = 0.2\text{--}0.9$ dex, а максимум распределения числа звезд по $[N/Fe]$ приходится на интервал $0.4\text{--}0.7$ dex (см. рисунок).

Благодаря высокой точности использованных фундаментальных параметров, а также примененной не-ЛТР методики, впервые получен тренд $[N/Fe]$ с массой, а именно: чем выше масса звезды, тем больше в среднем избыток азота.

Подавляющее большинство исследованных сверхгигантов имеют массы от 4 до 15 M_{\odot} ; таким образом, в эволюционном отношении они являются потомкам ранних и средних В-звезд главной последовательности (ГП). Полученные избытки азота рассматриваются как результат перемешивания в звезде на двух последовательных стадиях ее эволюции: 1) перемешивание в В-звезде на стадии ГП в результате быстрого вращения; 2) перемешивание в фазе А- и F-сверхгиганта в результате глубокой конвекции (так называемый “first dredge-up”). Такие перемешивания приводят к выносу переработанного в термоядерных реакциях вещества из звездных недр на поверхность. В этом исследовании впервые удалось провести корректное сравнение с теоретическими моделями. Оно показало, что найденные избытки азота $[N/Fe]$ у сверхгигантов могут возникать 1) после завершения стадии ГП при начальных скоростях вращения $V_0 = 200-400$ км/с и 2) после дополнительного перемешивания в фазе “first dredge-up” при $V_0 = 50-400$ км/с. Два необычных сверхгиганта, HR 825 и HR 7876, не показавших заметного избытка азота, могут быть объектами “сразу после ГП” с низкой начальной скоростью вращения $V_0 \approx 100$ км/с. В целом эти результаты по азоту вполне согласуются с предсказаниями теории, развитой для звезд с ротационным перемешиванием на ГП.

Статья с изложением этих результатов опубликована в журнале *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* V.410 P.1774, 2011. (Л.С.Любимков, Т.М.Рачковская и Д.Б.Поклад в сотрудничестве с С.А.Коротыным из Астрономической обсерватории Одесского университета и с проф. Д.Л.Ламбертом и С.И.Ростопчиным из Техасского университета США).

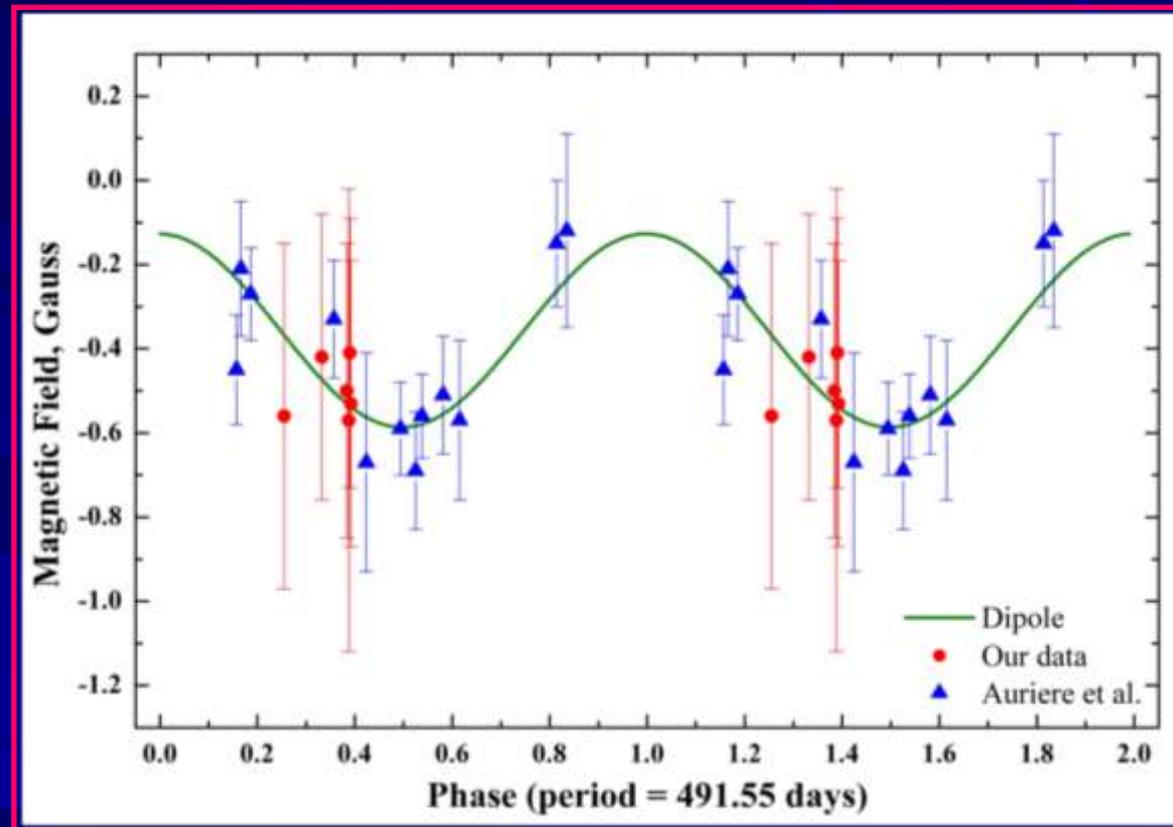
ВЫСОКОТОЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ХОЛОДНОГО ГИГАНТА beta GEMINORUM

На Шайновском 2.6м телескопе КрАО в течение 9 ночей с 25 февраля по 2 мая 2010 г. были выполнены высокоточные измерения магнитного поля желтого гиганта бета Близнецов (Sp K0 IIIb) с использованием куде спектрографа АСП-14. Были сделаны 194 экспозиции со спектральным разрешением около 30000 и отношением сигнал/шум поляризованного спектра от 270 до 580.

Используя литературные и собственные крымские наблюдения был установлен период вращения звезды вокруг собственной оси равный 491.5 дня – см. рисунок - со статистической достоверностью 98%. Изменение магнитного поля с периодом вращения звезды хорошо описывается центральным диполем. Продольный компонент магнитного поля изменяется от -0.1 до -0.6 Гс. Установлен угол наклона оси вращения звезды к лучу зрения, равный 31 градусов и угол между осью вращения звезды и осью диполя, равный 133 градусов.

Используя все опубликованные данные по высокоточным измерениям лучевых скоростей с ошибками измерений около нескольких метров в секунду, было уточнено значение периода переменности лучевых скоростей, равное 592.9 ± 0.6 дня. То есть, осевой период вращения звезды значительно отличается от периода изменения лучевых скоростей.

Таким образом, был подтвержден ранее сделанный рядом авторов вывод о том, что наблюдаемое периодическое изменение лучевых скоростей около 100 м/сек вызвано орбитальным движением вокруг звезды планеты с массой порядка 2.9 масс Юпитера. Вывод французских коллег о том, что переменность лучевых скоростей вызвана вращением неоднородной поверхности звезды не подтвердилась.



Работа, выполненная Д.Н.Баклановой и С.И.Плачиндой, опубликована в Odessa Astron. (2011).

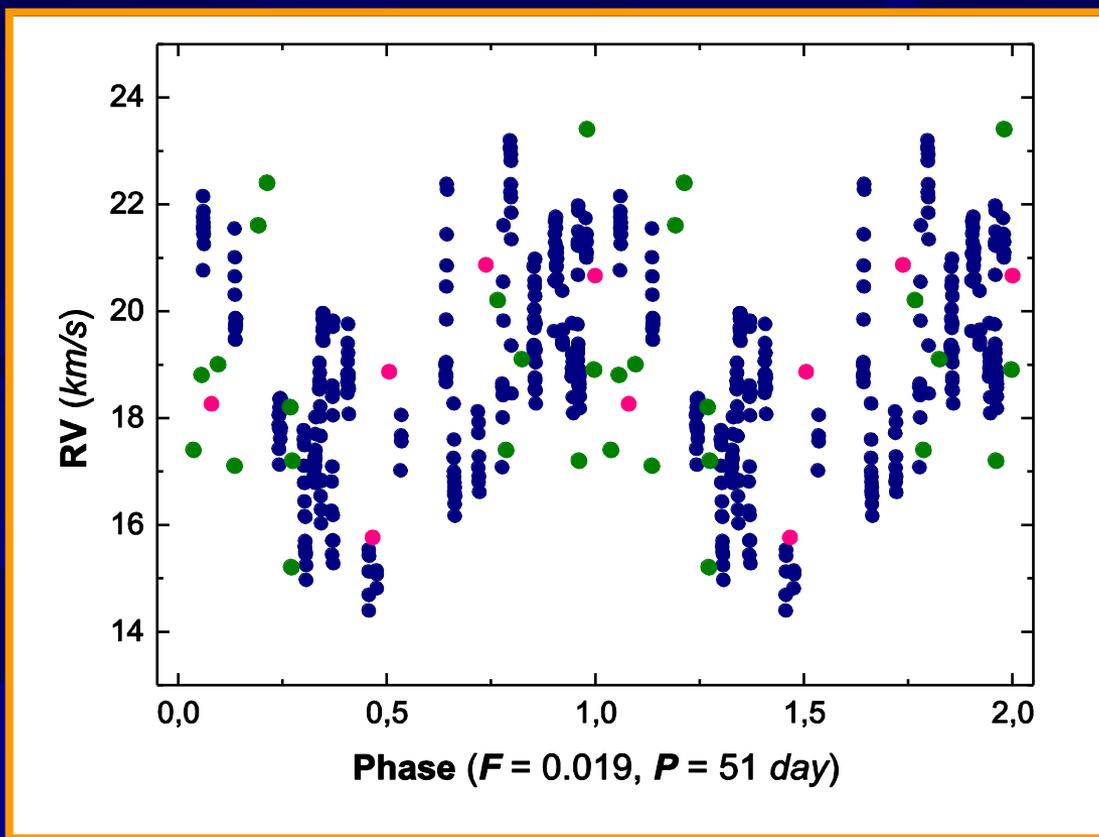
НЕРЕГУЛЯРНЫЕ ПУЛЬСАЦИИ СВЕРХГИГАНТА ЗЕТА ПЕРСЕЯ

Нерегулярные пульсации были впервые обнаружены по изменению лучевых скоростей в атмосфере сверхгиганта альфа Лебеда (α Lae) в 1935 году. Таким образом, альфа Лебеда стала родоначальником нового класса переменных – горячих пульсирующих сверхгигантов. После чего пульсации типа альфа Лебеда были фотометрически зарегистрированы в ряде сверхгигантов класса В, большая часть – по наблюдениям спутника Гиппаркос.

С использованием спектрографа, установленного в фокусе куде 2.6-м рефлектора им. Шайна Крымской астрофизической обсерватории и стоксметра - анализатора круговой поляризации - получены уникальные ряды измерений магнитного поля и лучевых скоростей зета Персея (HD 24398, B1 Ib).

Анализ лучевых скоростей зета Персея по спектрам, полученным с 1997 по 2009 год (262 экспозиции), показал существование нерегулярных пульсаций в атмосфере этого сверхгиганта. По этим данным были найдены три периода изменения лучевых скоростей: $51.433 \pm 3.5 \times 10^{-2} d$, $9.4151 \pm 1.2 \times 10^{-4} d$ и $1.7422 \pm 1.1 \times 10^{-5} d$, амплитуда которых составляет 1.98 км/с, 1.2 км/с и 1.02 км/с соответственно.

На рисунке проиллюстрирована переменность лучевой скорости зета Персея с фазами 51-дневного периода.



Лучевые скорости зета Персея, свернутые с фазами 51-дневного периода. Синие кружки – данные Краус, зеленые кружки – данные Boisigie (1950), розовые кружки – данные Muller et. al. (1956).

Таким образом, на сегодняшний день зета Персея – это второй горячий сверхгигант типа альфа Лебеда, пульсации которого зарегистрированы с помощью длительных спектроскопических наблюдений – по изменению лучевых скоростей. Устойчивость обнаруженных периодов со временем требует дальнейшего исследования.

В.В. Бутковская

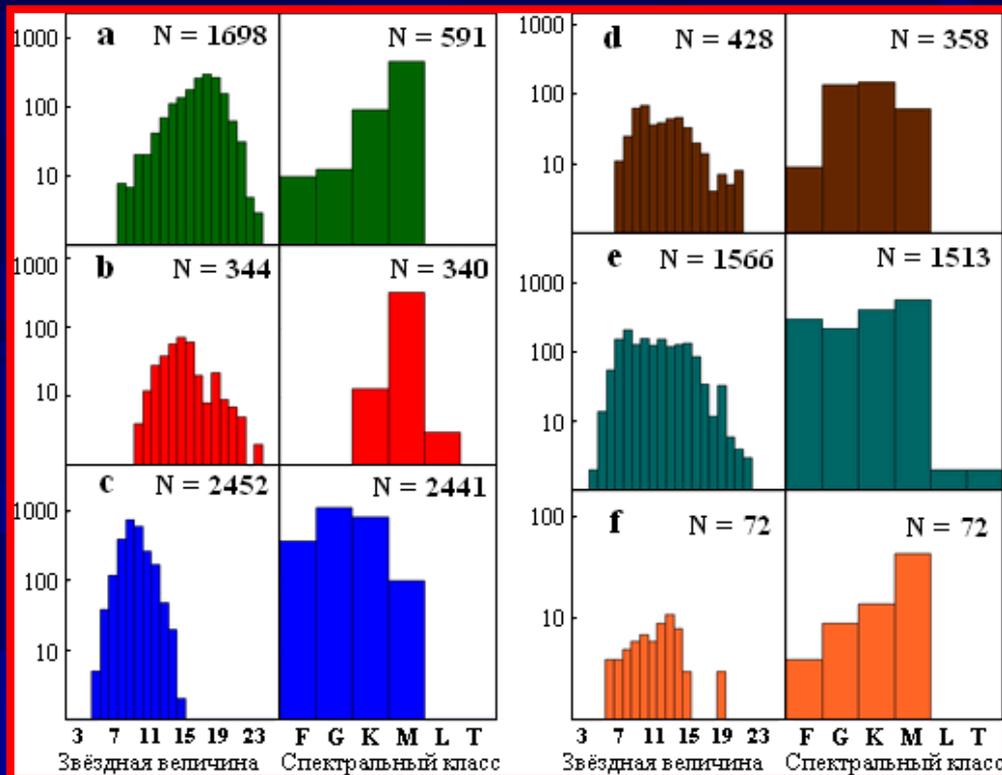
ЗВЁЗДЫ С АКТИВНОСТЬЮ СОЛНЕЧНОГО ТИПА: каталог GTSh10

По публикациям последних 10-15 лет составлен Каталог звезд-карликов с различными проявлениями активности солнечного типа: объектов с тёмными пятнами, с водородной и кальциевой хромосферной эмиссией, со скоротечными вспышками в разных диапазонах длин волн, с радио и рентгеновским излучением звездных корон. Составленный компилятивный каталог GTSh10 содержит 5535 объектов. Он состоит из двух Таблиц.

В Таблице I собраны результаты нашей компиляции, она содержит имена звезд, их координаты, звездные величины, спектральные типы и качественные и/или количественные характеристики различных проявлений активности. В Таблице II собраны все наименования рассматриваемых звезд, и простейший алгоритм поиска позволяет по одному известному наименованию звезды находить её остальные имена и её номер в Таблице I.

Составленная нами Таблица I является результатом большого числа независимых наблюдений с аппаратурой разной проникающей силы. Поэтому выборки звезд с тем или иным типом проявления активности, которые из Таблицы I можно извлечь, будут разной степени полноты, относиться к околосолнечным областям разных размеров и не смогут отражать реального соотношения пространственных плотностей таких объектов. Тем не менее, эта Таблица будет полезна для планирования дальнейшего исследования звезд с активностью солнечного типа.

На рисунке представлены распределения звёзд GTSh10 с разными проявлениями активности солнечного типа в зависимости от яркости и спектрального класса:



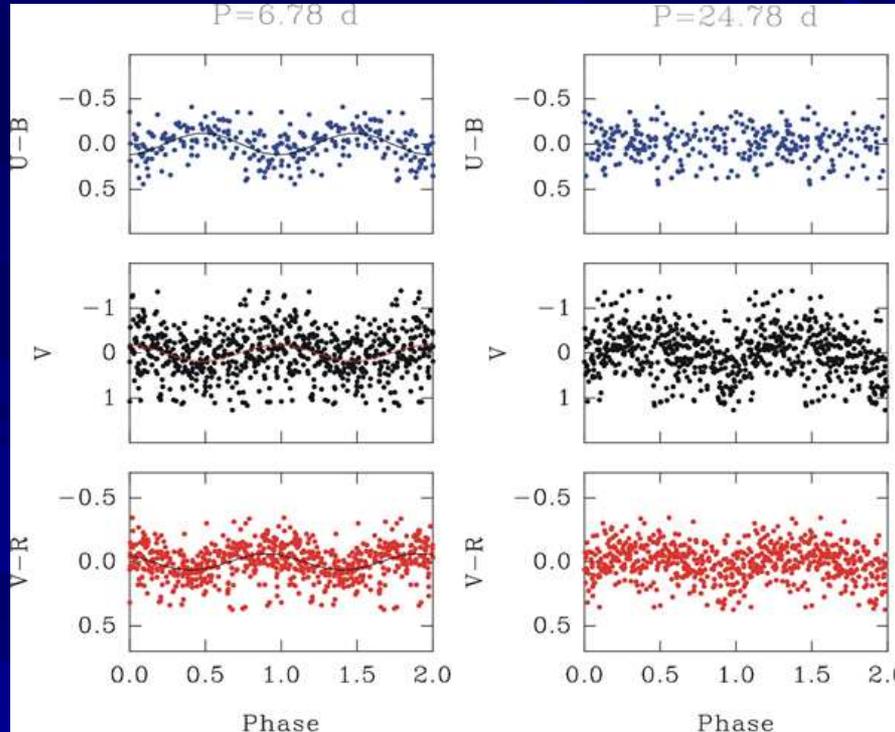
- a) - с оптическими вспышками;
- b) - с H_{α} эмиссией;
- c) - с кальциевой эмиссией;
- d) - с тёмными пятнами;
- e) - с рентгеновским излучением;
- f) - с радиоизлучением.

Рисунок даёт чёткое представление о диапазонах яркостей и спектральных классов звёзд, в которых наблюдаются рассматриваемые проявления активности солнечного типа, и о тех яркостях и спектральных классах, на которые приходится максимумы соответствующих распределений.

Очевидно, что границы указанных диапазонов и локализация максимумов распределений существенно зависят как от физики процессов солнечной активности, так и от наблюдательной селекции, и разделение этих независимых факторов требует в каждом случае специального исследования.

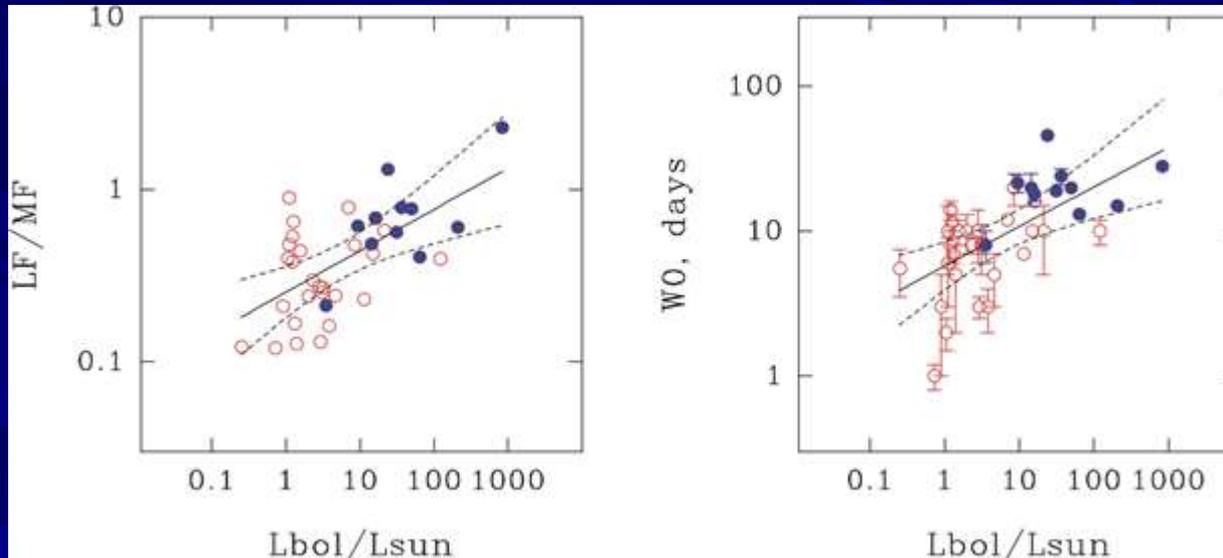
В полном виде эта работа публикуется в Известиях Крымской астрофизической обсерватории Т.107, 2011.

Периодические изменения блеска и цвета звезд типа Т Тельца вызваны как неоднородностями на поверхности звезды (пятна), так и неоднородностями в протопланетном диске и дисковом ветре



Фазовые диаграммы изменения блеска и цвета звезды типа Т Тельца AS205. Слева – период осевого вращения 6.78 сут, справа – кеплеровский период 24.78, вызванный присутствием неоднородности (протопланеты) вблизи внутренней границы аккреционного диска. *С.А.Артеменко, К.Н.Гранкин, П.П.Петров*

Найдено, что характерное время переменности звезд с аккреционными дисками в среднем рано $\frac{1}{4}$ кеплеровского периода вращения на радиусе сублимции пыли (0.1-0.5 а.е.)



Зависимость между характерным временем переменности и болометрической светимостью системы "звезда + диск". Незаполненные кружки – звезды типа Т Тельца. Заполненные кружки – звезды типа Ae Хербига.

С.А.Артеменко, К.Н.Гранкин, П.П.Петров

ПЕРЕМЕННОСТЬ ЯДРА 3C 390.3 В 2000–2007 ГОДЫ И НОВАЯ ОЦЕНКА МАССЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧЁРНОЙ ДЫРЫ

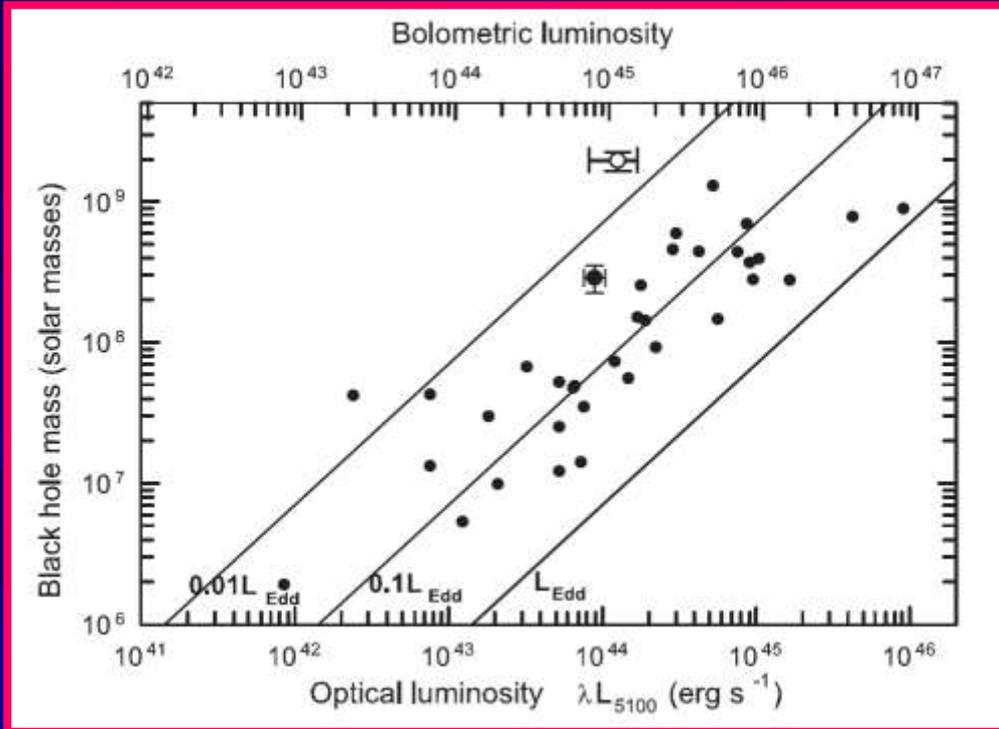


Рис. 1: Массы черных дыр в зависимости от абсолютной светимости ядра для 35 АЯГ из работы Петерсона (2004). Открытым кружком с барами ошибок показано новое значение массы ядра 3C 390.3, полученное в КрАО. Старое значение показано жирным кружком. Нижняя диагональная линия показывает Эддингтоновский предел, следующие линии - 10% и 1% от этого предела.

Представлены новые результаты спектрального и фотометрического мониторинга ядра 3C 390.3 в КрАО в 2000-2007 годы. Полученная по линии H β масса центральной черной дыры составила **два миллиарда** масс Солнца. Эта масса оказалась заметно больше, а темп аккреции заметно меньше, чем это считалось ранее. Получено новое свидетельство антикорреляции между ширинами Бальмеровских линий и Эддингтоновским отношением светимостей в АЯГ.

$$M = (1.96 \pm 0.30) \times 10^9 M_{\odot}$$

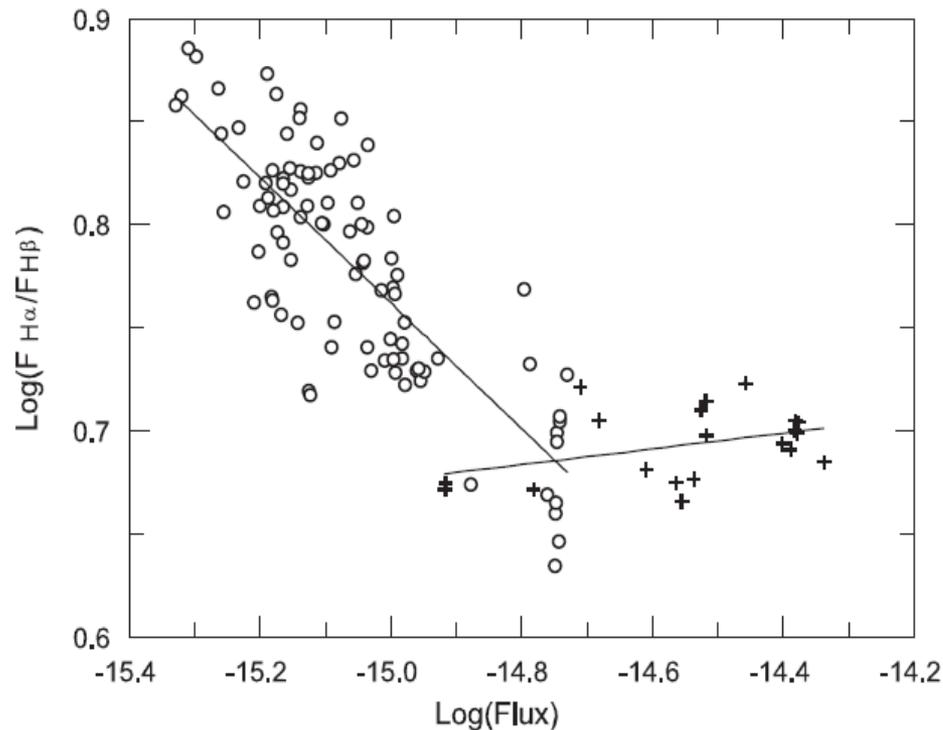


Рис. 2: Бальмеровский декремент в зависимости от потока в оптическом континууме в ядре 3C 390.3. Масштаб по обеим осям логарифмический. Кружки обозначают наблюдения в 1992-2002гг., а крестики – в 2003-2007 гг. Сплошные линии показывают линейную регрессию отдельно для этих двух интервалов времени.

Исследование выполнено С.Г.Сергеевым, С.А.Климановым, В.Т.Дорошенко, Ю.С.Ефимовым, С.В.Назаровым и В.И.Проником и опубликовано в Mon. Not. Roy. Astron. Soc., vol. **410**, p.1877-1885 (2011)

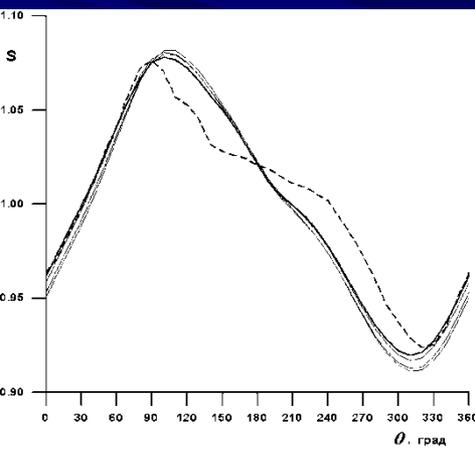
Согласно крымским расчетам, показатель степени b зависимости $F(H\beta) = a F_{cont}^b$ для линий $H\beta$ и $H\alpha$ в период наблюдений **1993-1997** был равен **0.80** и **0.44**, соответственно. Поскольку показатель b оказался меньшим для линии $H\alpha$, чем для линии $H\beta$, то Бальмеровский декремент должен становиться более пологим с поярчанием ядра. Однако в период наблюдений **2005-2007**гг. этот показатель был найден равным **1.11** и **1.10**, соответственно, то есть без значимого отличия от единицы. Бальмеровский декремент в этот период времени оставался постоянным.

Отклики различных Бальмеровских линий на изменения потока континуума различаются между собой и изменяются со временем.

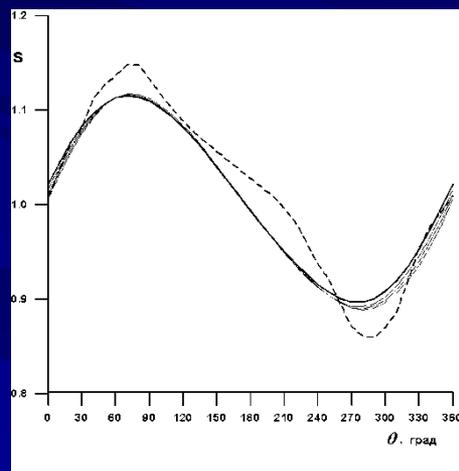
ФОТОМЕТРИЯ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА В НИИ КРАО И ПРИЧИНЫ РАСХОЖДЕНИЯ НАЗЕМНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Emelyanov N. V. and Gilber R. опубликовали в Astron. and Astrophys. 2006. V. 453. P. 1141–1149 сравнение данных наземной фотометрии (пунктир) и данных, полученных из карт, построенных по данным космических аппаратов (сплошные кривые), для галилеевых спутников Юпитера:

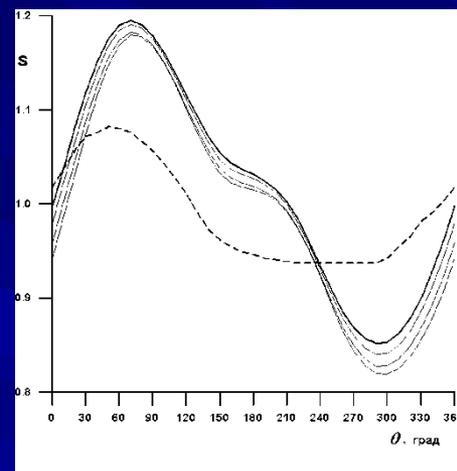
Ио



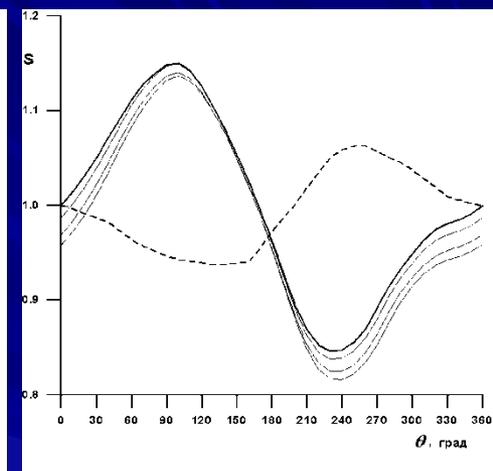
Европа



Ганимед



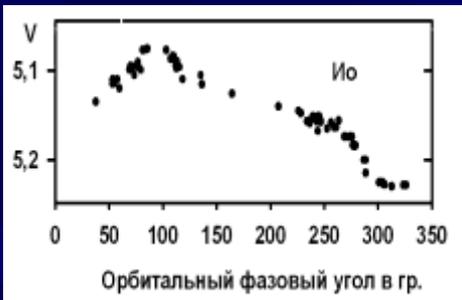
Каллисто



По оси абсцисс отложен орбитальный фазовый угол, по оси ординат – интегральная яркость.

Использование космических данных давало большие ошибки при наблюдениях взаимных явлений спутников для уточнения их координат. Требовались фотометрические наблюдения и объяснение отличия наземных и космических данных.

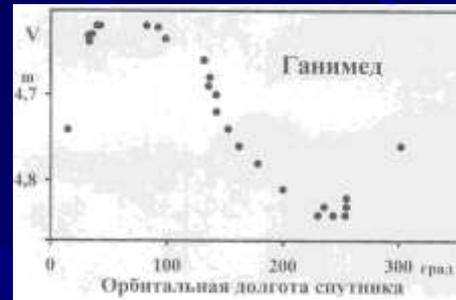
Наблюдения спутников Юпитера Ио, Европы, Ганимеда и Каллисто в НИИ КрАО в 2006-2009 гг в полосе V



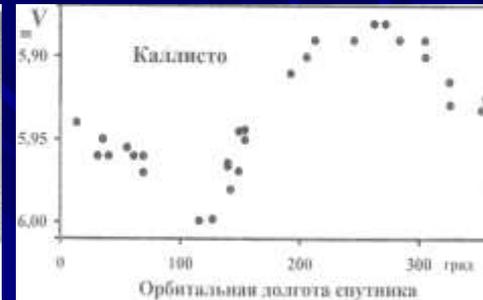
Ио



Европа



Ганимед



Каллисто

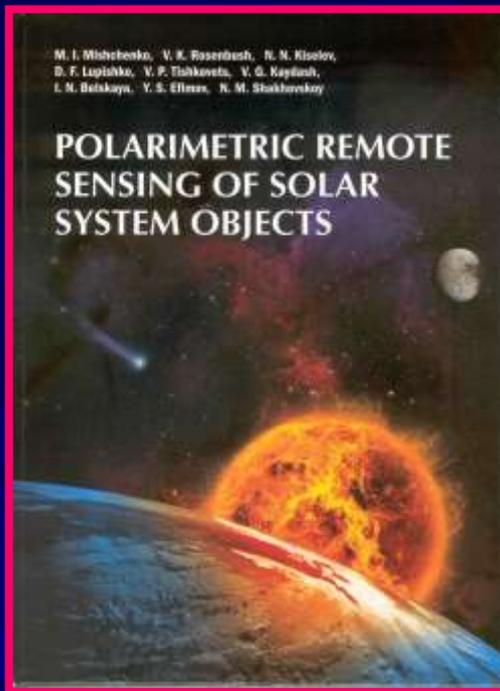
Полученные кривые блеска подтверждают результаты наземных наблюдений и не согласуются с данными, полученными космическими аппаратами.

Обоснована причина расхождения данных -- усиления яркости деталей на поверхностях спутников за счет эффектов обратного когерентного рассеяния Солнечного света в направлении Солнца и ближнего поля.

Найдена причина более темного ведомого ($>180^\circ$) полушария близких к Юпитеру спутников. Это происходит вследствие бомбардировки их частицами, захваченными магнитным полем Юпитера (период вращения поля 10 час.), перегоняющим спутники с периодами вращения более суток.

Спутник Каллисто, расположенный далеко от Юпитера (27 радиусов Юпитера), имеет более темное ведущее ($<180^\circ$) полушарие благодаря его бомбардировке межпланетной пылью и метеороидами.

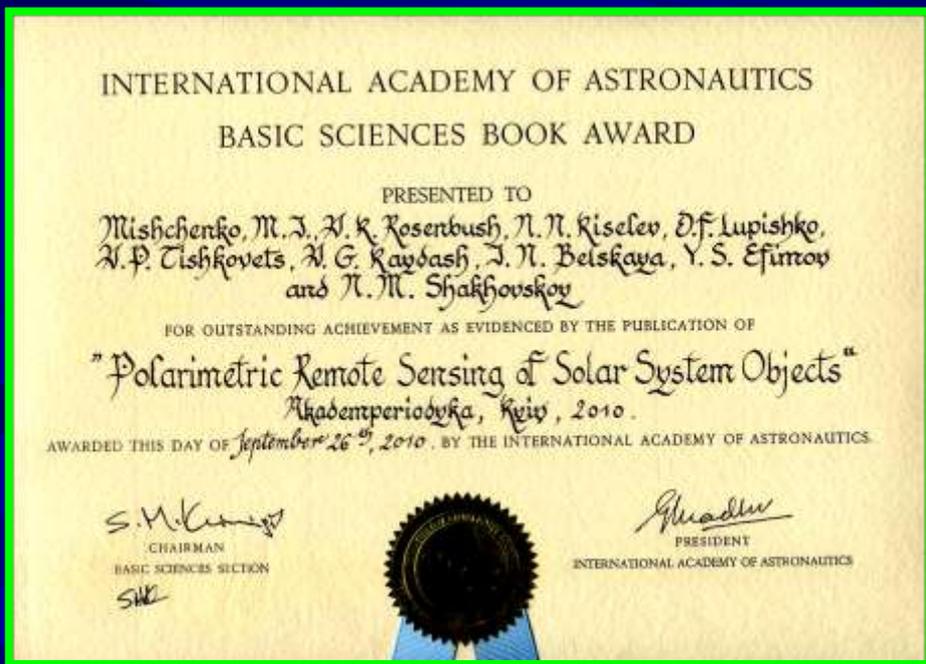
Участники работы: А. Н. Абраменко, Г.В. Байда, А.В. Закревский, Л.Г. Карачкина, В. В. Прокофьева-Михайловская, Е.А. Сергеева.



В рамках проекта «Украинская научная книга на иностранных языках» опубликована монография

← "POLARIMETRIC REMOTE SENSING OF SOLAR SYSTEM OBJECTS",

ПОСВЯЩЕННАЯ РАЗВИТИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ, РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ НАЗЕМНЫМИ И АЭРОКОСМИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ. Эта книга была отмечена специальной премией Международной Академии Астронавтики. Авторский коллектив монографии, состоящий из 9 сотрудников ряда астрономических учреждений Украины и Годдардовского института космических исследований (США), выдвинут на Государственную Премию Украины.



В этот авторский коллектив вошли ведущие научные сотрудники КрАО Н.М.Шаховской и Ю.С.Ефимов.

Представленная работа является логическим итогом многолетних теоретических и экспериментальных исследований, внесших значительный вклад в решение широкого круга фундаментальных и прикладных проблем науки: от происхождения и эволюции Солнечной системы до анализа, объяснения и предсказания глобальных изменений климата и контроля экологического состояния земной атмосферы.

Уникальность работы состоит в разработке

1. методики проведения поляризационных наблюдений различных объектов Солнечной системы,
2. создания приборов для апертурной и поверхностной поляриметрии и фотометрии,
3. разработке методов учета случайных и систематических ошибок наблюдений,
4. разработке методов анализа данных наблюдений и извлечения необходимой информации из конкретных оптических измерений.

Принципиально новыми результатами выполнения обширных наблюдательных программ с участием крымских ученых являются:

1. Получение поляриметрических характеристик около 200 астероидов и более 40 комет, что составляет около **70% мировых данных** по астероидам и кометам.
2. Открытие и исследование **поляризационных оппозиционных эффектов** для целого класса высокоальбедных объектов.
3. Предложена **новая классификация комет** на основе свойств рассеянного и теплового излучения пыли и динамических характеристик.
4. В результате многолетней работы **создана украинская школа** по изучению тел Солнечной системы методами поляриметрического дистанционного зондирования, которая признана мировым лидером в этой области исследований.

По данной тематике защищено 10 докторских и 24 кандидатских диссертаций. Результаты работы изложены в 321 публикациях, опубликованных в ведущих украинских и международных рецензируемых журналах .

Ценность представленной работы подтверждается количеством ссылок на публикации авторов: более 10000 в изданиях, включенных в Science Citation Index™.

Российское издательство УРСС опубликовало книгу Б.М. Владимирского и Л.Д. Кисловского (Москва) «Пути русского космизма»

Точка зрения, согласно которой различные процессы в среде обитания, включая биологические, зависят от космической погоды, имеет давнюю историю. В этой книге эта история впервые изложена в систематическом виде. Показано, что феномен В.И. Вернадского возник в рамках определённого идейно-философского течения, в разработке которого принимали участие крупнейшие мыслители рубежа 19-20 веков, и имеет место определённая линия преемственности от Н.Федорова – П.Флоренского – В.Вернадского к Н.Моисееву, И.Шкловскому, Н.Кардашёву, В.Лефевру. Прослеживается влияние идей космизма в художественном творчестве – в изобразительном искусстве, музыке, литературе. Отмечается, что масштабные исследовательские программы наших дней – такие как влияние космической погоды на биосферу, поиск разумной жизни во Вселенной, космический катастрофизм – берут своё начало в мировоззренческой установке космизма. Тогда же был сформулирован в своём первоначальном виде антропный принцип.

Из Редакционного Предисловия издательства УРСС:

«Авторы этой книги поставили своей целью подробно рассказать о космизме как об определённом культурном явлении. Следуя традиции космизма – целостному подходу к рассматриваемому предмету – авторы осуществили некоторый синтез гуманитарной и естественно-научной точек зрения.»

