

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ТЕЗИСЫ

ДОКЛАДОВ И СООБЩЕНИЙ  
СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

# ФИЗИКА КОСМОСА

(30 ЯНВАРЯ - 3 ФЕВРАЛЯ 1995 Г.)



Екатеринбург, 1995 г.

УДК 524.4

Печатается по постановлению  
редакционно-издательского совета  
Уральского государственного  
университета им. А.М.Горького

Физика Космоса: Тез. докл. и сообщ. студенч. науч. конф.  
30 янв. — 3 февр. 1995 г.  
Екатеринбург: УрГУ, 1995. 64 с.

### Редколлегия

А.Е.Василевский	Уральский университет (отв. ред.)
С.А.Гуляев	Уральский университет
П.Е.Захарова	Уральский университет
Э.Д.Кузнецов	Уральский университет
Е.И.Старицин	Уральский университет
Н.Б.Фролова	Уральский университет
К.В.Холщевников	С.-Петербургский университет

## 30 ЛЕТ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КОУРОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Создание в 1965 г. Коуровской астрономической обсерватории было логическим завершением более чем 30-летних стремлений и самоотверженного труда ученых-астрономов Уральского университета. С.В.Муратов, страстный энтузиаст астрономии; А.А.Яковкин, специалист в области изучения фигуры Луны и теоретической астрономии; К.А.Бархатова, всю свою жизнь посвятившая развитию астрономии на Урале, — вот те люди, с которых начиналась уральская астрономия.

Развитие астрономических работ в Уральском университете началось после запуска первого искусственного спутника Земли (ИСЗ). В Свердловске была организована станция наблюдений ИСЗ, а в 1960 г. вновь открыта кафедра астрономии и геодезии, которую возглавила К.А.Бархатова. По ее инициативе с января 1963 г. началось строительство астрономической обсерватории. В 1965 г. было завершено создание Коуровской обсерватории, единственной обсерватории в средних широтах между Казанью и Иркутском.

В 1969 г. приказом Минвуза РСФСР №90 от 3 марта обсерватория получила статус научного учреждения. Основой проводимых на обсерватории научных исследований служит наблюдательный материал, получаемый на инструментах, установленных в обсерватории:

- астрономический зеркальный телескоп АЗТ-3 (диаметр зеркала 45 см);
- астрономо-геодезическая камера производства фирмы K. Zeiss с диаметром зеркала 50 см;
- горизонтальный солнечный телескоп (диаметр целостатного зеркала 44 см), оснащенный спектрографами АСП-20 и ДФС-3.

Но самое ценное, что имеет обсерватория, — это ее сотрудники, сложившийся коллектив, который сохранил работоспособность, несмотря на труднейшие условия нашего переходного времени.

Научные исследования ведутся совместно с кафедрой астрономии и геодезии. Основные направления научной работы:

- строение, происхождение и развитие Галактики;
- физика звезд и межзвездной среды;
- физика солнечной активности и ее земные проявления;
- научные исследования на основе наблюдений искусственных и естественных небесных тел.

Научная работа обсерватории финансируется по единому заказ-наряду из государственного бюджета; поддерживается грантами РФФИ и Госкомитета по высшему образованию. Обсерватория участвует в выполнении программы "Университеты России"; Государственной программы "Астрономия" по линии Министерства науки и технической политики; выполняет ряд хозяйственных работ с МАК "Вымпел", ВНИИФТРИ, НИИ ЭИО, НПО "Орион" и др.

В 1985 г. в обсерватории был создан ретрансляционный пункт системы радиометеорной связи Государственной службы времени и частоты с целью регулярных сличений шкал времени Государственного эталона времени и частоты и вторичных эталонов. Точное время используется для проведения высокоточных наблюдений на инструментах обсерватории.

Некоторые важные научные результаты. Среди работ в области звездной астрономии ведущее место занимает начатое еще в 1944 г. и ставшее традиционным для обсерватории и кафедры комплексное изучение рассеянных звездных скоплений (РЗС). Можно говорить об уральской школе звездной астрономии, созданной К.А.Бархатовой и признанной отечественными и зарубежными астрономами.

С 1965 г. отделом физики Солнца проводятся теоретические и экспериментальные исследования активных образований на Солнце. В соответствии с Международной программой "Служба Солнца" регулярно проводятся наблюдения магнитных полей солнечных пятен. Сводки наблюдений отправляются в Международный центр астрономических данных (около 100 сводок в год).

Важнейшей работой отдела астрометрии и небесной механики является проведение фотографических и телевизионных наблюдений геосинхронных спутников (ГСС) с точностью несколько секунд дуги. Проводятся теоретические исследования по отождествлению ГСС, вычислению их орбит, прогнозированию пространственных положений спутников.

Сотрудники проводят наблюдения не только на телескопах Коуровки, но и на крупнейших телескопах мира, в том числе на 6-метровом в Специальной астрофизической обсерватории, на 1.2-метровом в Балдоне в Латвии, на 22-метровом радиотелескопе в Пуццино и др.

Наблюдательная база обсерватории непрерывно совершенствуется и обновляется. Это — введенный в строй в 1994 г. 700-миллиметровый рефлектор; четырехканальный звездный электрофотометр; сканирующий электрофотометр; телевизионная система наблюдений астрономических объектов, в первую очередь — ГСС.

За 30 лет сотрудниками обсерватории и кафедры опубликовано более 1000 статей в отечественных и зарубежных изданиях, представлено несколько сотен научных докладов. Результаты научных исследований отмечены 11 серебряными и 22 бронзовыми медалями ВДНХ СССР, золотой медалью АН СССР для молодых ученых.

Коллектив кафедры и обсерватории занимается активной издательской деятельностью. Ежегодно издается межвузовский сборник научных трудов, трижды издавались тезисы студенческой конференции "Физика Космоса".

Обсерватория играет большую роль в выполнении задач Головного со-

вета до астрономии и комиссий Астросовета. К таким работам следует отнести проведение целого ряда всесоюзных и в рамках СНГ совещаний и конференций, заседаний Головного совета по астрономии и, наконец, регулярное проведение на базе обсерватории Зимних студенческих конференций.

Кафедра астрономии и геодезии и астрономическая обсерватория имеют тесные связи со многими астрономическими учреждениями (МГУ, СПбГУ, ИНАСАН и др.).

Почти все сотрудники обсерватории являются членами Астрономического общества, Европейского астрономического общества. Нельзя не отметить огромной помощи Астрономического общества, призванного в первую очередь сохранить традиции астрономического братства, повышать квалификацию ученых, защищать их. Это — "Программа выживания астрономии в России", поставка важнейших американских и европейских изданий и др.

Немного о перспективах развития обсерватории. Коуровская обсерватория — одна из немногих, действующих обсерваторий в России. В результате распада СССР много южных обсерваторий оказались в других государствах и стали их собственностью. Это налагает на нашу обсерваторию большую ответственность.

Обсерватория будет продолжать работу по сложившимся направлениям. Мы мечтаем о Южной станции обсерватории. Как нам кажется, место для станции уже найдено — гора Чека на Южном Урале. Наша экспедиция по исследованию астроклимата уже работала там.

Вся работа не могла бы быть выполнена, если бы ректорат не проявлял постоянный интерес к деятельности обсерватории. Неопенима помощь ректоров УрГУ П.Е.Суетина и В.Е.Третьякова, проректоров по научной работе А.Ф.Герасимова и Е.А.Памятных, заместителя проректора по научной работе Г.И.Батурина.

Мы твердо уверены в том, что несмотря на временные трудности, астрономия в нашей стране, а следовательно и в Коуровской обсерватории, получит свое дальнейшее развитие.

Ю.Г.Адупкевич, К.К.Алтуний,  
А.В.Бильский, Л.В.Захарова,  
В.Б.Краснюк, Л.Д.Речник, А.В.Черныш  
Ульяновский филиал МГУ

## НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК В 1990–1993 ГГ.

Использовались результаты наблюдений Солнца на радиоастрономической обсерватории НИРФИ в Зименках Нижегородской области. Консультант СНС В.Ф. Мельников.

1. Найдено, что максимум плотности потока излучения Солнца на частоте 9100 МГц приходится на февраль 1991 г.
2. С помощью пакета программ "MathCad" фирмы MathSoft Inc. построены трехмерные графики зависимости количество — интенсивность — время хромосферных вспышек. Получены закономерности:
  - а) количество вспышек обратно пропорционально их интенсивности как в год максимума (1991), так и в годы с меньшим количеством всплесков;
  - б) с уменьшением числа вспышек в году увеличивается доля более интенсивных.
3. Для отдельных мощных всплесков построены временные профили на различных частотах (9114, 2950, 2800, 950, 930, 220 и 100 МГц).

Отмечено:

  - а) чем ниже частота, тем позже наступает максимум интенсивности излучения;
  - б) на низких частотах имеется много пиков интенсивности, а на высоких - изменения более плавные;
  - в) при окончании вспышки спад интенсивности на низких частотах происходит быстро (за минуты), а на высоких - примерно на порядок медленнее.
4. Предпринимается попытка интерпретации полученных закономерностей.

## СТОЛКНОВЕНИЕ КОМЕТЫ ШУМЕЙКЕР-ЛЕВИ С ЮПИТЕРОМ: ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Как и многие обсерватории мира Астрофизический институт активно участвовал в международной программе наблюдений уникального события в солнечной системе — столкновения с Юпитером фрагментов распавшегося ранее ядра кометы Шумейкер-Леви 1993е. На 1-метровом телескопе обсерватории Ассы было проведено фотографирование Юпитера в течение 17 ночей в период с 14 июля по 15 августа 1994 г. Получено около 300 снимков (условия видимости Юпитера были уже не очень благоприятными из-за низкого положения его над горизонтом), на большинстве из которых хорошо видны темные области на широте около  $-48^\circ$ , образовавшиеся в результате взрывов и распада кометных фрагментов, врезавшихся в атмосферу Юпитера со скоростью около 60 км/сек. В настоящее время ведется компьютерная обработка и анализ получаемых данных. Была разработана методика определения планетографических координат импакт-областей, измерены координаты всех видимых на диске Юпитера темных образований. Эти измерения показали хорошее согласие предвычисленных Ходасом и Юмансом координат мест ударов кометных фрагментов с наблюдаемыми. Темное вещество в импакт-областях скорее всего имеет кометное происхождение — известно, что альbedo кометных ядер очень низкое. С другой стороны, сравнение теоретических расчетов оптических толщ аэрозоля, появившегося при распаде кометного ядра, с наблюдаемой относительной яркостью в центрах импакт-областей дает возможность приблизительно оценить размеры фрагментов, которые по нашим предварительным результатам не превышают 1 километра.

Наблюдения на других обсерваториях дали весьма впечатляющие результаты — были зарегистрированы вспышки от ударов некоторых фрагментов, несмотря на то, что столкновение происходило на невидимой с Земли стороне Юпитера, а при наблюдениях в сильных полосах метана импакт-области были видны как светлые образования, что свидетельствует о расположении их в стратосфере Юпитера на больших высотах. Об этом же говорят и наши наблюдения: контраст областей оставался высоким даже вблизи краев диска, т.е. влияние рассеяния света в атмосфере над ними было крайне незначительным.

Темное вещество до сих пор находится в стратосфере Юпитера, образовав сейчас сплошной темный пояс вокруг планеты. Наблюдения столкновения кометы с Юпитером еще раз подтверждают необходимость серьезного отношения к проблеме астероидной опасности для Земли и всего живого на ней.

Т.А.Амелина, Г.С.Батырь,  
В.И.Дикий, В.С.Юрасов  
НИИВЦ "КОСМОС"

## КОМПЛЕКС ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПО ГЕОСТАЦИОНАРНЫМ КОСМИЧЕСКИМ ОБЪЕКТАМ НА ПЭВМ

В настоящее время основными отечественными средствами наблюдения геостационарных космических объектов (ГКО) являются оптические и оптико-электронные пункты наземной сети оптических средств (НСОС). На основе обработки измерительной информации полученной с помощью этих средств в Центре контроля космического пространства ведется каталог геостационарных КО.

В 1993–1994 гг. в НИИВЦ "КОСМОС" проводились исследования по оценке возможности реализации программно-алгоритмического обеспечения обработки оптической информации и ведения каталога геостационарных КО на ПЭВМ. Обработка информации по геостационарным КО включает решение следующих основных задач: предварительная обработка измерений, идентификация измерений, первоначальное определение, отождествление и каталогизация орбит ГКО, уточнение орбит каталогизированных КО, планирование наблюдений и расчет целеуказаний по ГКО, прогнозирование орбит ГКО, обновление данных каталога ГКО по информации от различных источников.

Разработанный к настоящему времени комплекс программ обеспечивает решение всех перечисленных задач. В нем учтены особенности, связанные как с функционированием пунктов НСОС, так и с общей ситуацией, складывающейся в геостационарной области космического пространства. Комплекс может функционировать на любых ПЭВМ типа РС АТ и рекомендуется для использования как в ЦККП, так и непосредственно на средствах НСОС.

Апробация результатов работы проводилась на основе обработки оптической информации, полученной в 1993–1994 гг. Общее число обработанных измерений за указанный период составило порядка 18 000. На основе обработки этих измерений сформирован каталог геостационарных КО, насчитывающий более 280 объектов. Показано, что из них около 220 КО сопровождают в американском каталоге. Была проведена оценка правильности расчета эфемерид для наблюдения геостационарных КО по данным полученного каталога. Так, максимальные ошибки расчета эфемерид для пункта НСОС Зеленчук на 50-суточном интервале по 5 выбранным КО не превышали 100 угловых секунд.

## ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ, ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И АБСОЛЮТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕСНОЙ ДВОЙНОЙ ЗВЕЗДЫ MN КАССИОПЕИ

Звезда MN Кассиопеи открыта как переменная Hoffmeister в 1949 г. Первые фотозлектрические наблюдения получены Лавровым и Лавровой, которые определили элементы фотометрической орбиты. Они классифицировали звезду как разделенную и малопрорезолиционировавшую.

В 1982 г. Klawitter [1] опубликовал многоцветные фотозлектрические наблюдения, по которым не были определены ЭФО.

Согласно предварительной классификации тесных двойных систем Свечникова, Истомина, Греховой звезда неуверенно классифицирована как разделенная главной последовательности.

Машинным методом Лаврова с использованием процедуры ректификации нами найдены фотометрические и геометрические элементы системы MN Кассиопеи по наблюдениям Klawitter в желтом цвете:  $i = 78.1 \pm 0.5$ ;  $k = 1.307 \pm 0.003$ ;  $r_1 = 0.273 \pm 0.002$ ;  $\%BKП = 74$ ;  $r_2 = 0.357 \pm 0.002$ ;  $\%BKП = 94$ ;  $x_1 = 0.6$ ;  $x_2 = 0.4$ ;  $L_1 = 0.38$ ;  $J_1/J_2 = 1.05$ . Определенные нами ЭФО по новым наблюдениям достаточно близки к ранее полученным результатам других авторов.

По методике Свечникова нами определены абсолютные физические характеристики компонентов звезды:  $M_1(M_\odot) = 2.60$ ;  $M_2(M_\odot) = 2.55$ ;  $A(R_\odot) = 11.28$ ;  $R_1(R_\odot) = 3.00$ ;  $R_2(R_\odot) = 4.00$ ;  $M_1 \text{ bol} = -0.43$ ;  $M_2 \text{ bol} = -0.03$ ;  $q = 0.98$ .

Спектральные классы компонентов были впервые определены из спектральных наблюдений Hilditsh и Hill как AOV + AOV. Анализируя отношение поверхностной яркости компонентов тесной двойной системы, делаем вывод, что спектральные классы компонентов [B9.5] V + AOV.

Считая, что ЭФО были определены надежно, вычислили абсолютные элементы системы, которые позволяют классифицировать звезду как полуразделенную, в которой закончен процесс "перемены ролей". О наличии газовых потоков в системе свидетельствуют депрессии кривой в максимумах и на нисходящих ветвях обоих минимумов. Возможно, в дальнейшем данная звезда станет контактной ранней системой, поэтому не случайно она классифицирована неуверенно.

### Список литературы

1. Klawitter P. // IBVS. 1992. №2246. P.1-3.

## **СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ОШИБОК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

В данной работе приводятся результаты исследований ряда возможных способов оценивания точности прогноза параметров движения космических объектов (КО), обусловленной вероятностными ошибками в начальных условиях уравнений движения искомых объектов. Рассматривались следующие способы расчета элементов искомых ковариационных матриц ошибок, а именно:

- 1) стандартный способ, основанный на использовании изохронных производных от текущих параметров движения КО по начальным;
- 2) прямой способ, связанный с расчетом плотного пучка вероятностных траекторий;
- 3) способ однократного варьирования начальных условий уравнений движения КО и соответствующего расчета опорной и варьированной траектории;
- 4) способ непосредственного интегрирования системы дифференциальных уравнений относительно искомых элементов ковариационных матриц ошибок.

Разработанный нами алгоритм последнего способа применим к любому типу переменных, в которых можно конструировать уравнения движения КО, и представляет собой некий аналог соответствующего алгоритма фильтра Калмана.

В работе показана идентичность результатов, получаемых данными методами. Наиболее простым является третий способ. Второй способ требует по сравнению с остальными значительно больших затрат машинного времени. Все необходимые модельные расчеты были реализованы нами на основе близкоорбитальных орбит КО с высотами порядка 1000 км, а также орбит типа "Молния" и "Глонасс". При этом интервалы прогноза параметров движения объектов были равны соответственно 10 и 100 суткам.

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛОДЫХ ЗВЕЗД ТИПА Т ТЕЛЬЦА

Звезды типа Т Тельца относятся к экстремально молодым объектам с возрастом от десяти тысяч до миллиона лет. Они являются эволюционными предшественниками звезд солнечной массы. Впервые в отдельный класс пекулярных звезд данный тип объектов был выделен Джоем [4]. Точные спектральные критерии отождествления звезд типа Т Тельца были предложены Хербигом [3].

Звезды типа Т Тельца обладают следующими основными особенностями: наличием мощных эмиссионных линий, избытком излучения в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах длин волн, быстрым осевым вращением и многими другими характеристиками, не отмечаемыми у нормальных звезд.

Для объяснения пекулярных особенностей звезд типа Т Тельца было выдвинуто достаточно много теорий. Эти теории можно условно поделить на два класса:

- 1) применение солнечных аналогий к данному классу звезд;
- 2) объяснение всех особенностей звезд типа Т Тельца наличием мощных газо-пылевых дисков вокруг них.

Первая теория активно разрабатывалась в восьмидесятые годы [2]. Вторая теория стала популярной с конца восьмидесятих годов [1].

Теория солнечных аналогий лучше подходит для объяснения наблюдательных свойств малоактивных звезд типа Т Тельца, приближающихся к Главной Последовательности. Теория газо-пылевых дисков применяется для описания экстремальных звезд типа Т Тельца, которые только что "выдулись" из газо-пылевого кокона.

### Список литературы

1. Bertout C., Basri G., Borviev J. // *Astrophys. J.* 1988. V. 330. №1. P. 350.
2. Calvet N., Basri G., Kuhi L. // *Astrophys. J.* V. 277. №2. P. 725.
3. Herbig G.H. // *Adv. Astrophys. J.* 1962. V. 1. P. 47.
4. Joy A.H. // *Astrophys. J.* 1945. V. 110. P. 424.

И.В.Баулина  
Волгоградский университет  
М.П.Каммерер  
Ростовский университет

## СИММЕТРИИ УРАВНЕНИЯ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ДИСКОВОЙ АККРЕЦИИ

Найдена точечная группа симметрии уравнения нестационарной дисковой аккреции  $\frac{\partial u}{\partial t} = K(u, x) \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$ , описывающего диффузионное перераспределение вещества в тонком аккреционном диске в поле компактного гравитирующего объекта [1]. Наиболее интересным моделям аккреции отвечает функция  $K(u, x) = \text{const} \cdot u^m x^{-n}$ , где  $m, n$  — некоторые постоянные. При произвольных  $m$  и  $n$  уравнение допускает 3-параметрическую группу симметрии, состоящую из операторов сдвига и растяжения. При  $n \neq 0, m = 4$  и  $n = 0, m \neq 4$  к группе добавляется оператор проективной симметрии, а при  $n = 0, m = 4$  появляется дополнительно оператор растяжения.

Инвариантные решения, отвечающие линейной комбинации операторов с учетом оператора проективной симметрии обобщают автомодельные решения для нестационарной аккреции, найденные в работе [1].

### Список литературы

1. Любарский Ю.Э., Шакура Н.И. Нелинейные автомодельные задачи нестационарной дисковой аккреции // Письма в Астрон. журн. 1987. Т.13. С.917.

## ИОНОСФЕРНЫЙ СПОРАДИЧЕСКИЙ СЛОЙ $E_s$ И СЕРЕБРИСТЫЕ ОБЛАКА

Земная атмосфера имеет сложную структуру. Каждый слой имеет свои индивидуальные физические особенности.

Ионофера возникает в результате воздействия ионизирующего излучения Солнца на различные газы, содержащиеся в верхней атмосфере, а также за счет ионизации сгорающих метеорных частиц.

В ионосфере на высотах 90–120 км часто наблюдается резко выраженный, имеющий малую протяженность по высоте, спорадический слой  $E_s$ . Его появление связывают с особенностями увеличения электронов и ионов на этих высотах, а также с увеличением критической частоты отраженного сигнала.

Кроме дистанционных методов исследования делались попытки практического сбора частиц из области мезопаузы. В 1967 г. Витт осуществил запуск ракет в визуально наблюдаемые серебристые облака, появление которых совпало с появлением слоя  $E_s$ . Установленные на ракете фотоэлектрические фотометры зарегистрировали слой рассеивающего света вещества. Витт предположил в качестве центров конденсации ледяных частиц скопление ионов.

Определение ионного состава в области слоя  $E_s$  выявило наличие атомарных металлических ионов (Mg, Ca, Fe и Na) метеорного происхождения с концентрацией  $0.1 \text{ см}^{-3}$  и выше.

Данные об этих экспериментах приводят к заключению о важной роли атомарных металлических ионов для вопроса об образовании слоя  $E_s$ . Основная особенность таких ионов — большое время жизни.

Рассматривая посланные и пришедшие от слоя  $E_s$  радиосигналы, замечаем, что отраженный радиосигнал по мощности соизмерим посланному. Это говорит о том, что основным отражателем в слое  $E_s$  является электрон.

Концентрация ионов и электронов в слое  $E_s$  примерно одного порядка. Поэтому, если мы сможем доказать, что конденсация ледяных частиц происходит именно вокруг металлических ионов, то тогда связь серебристых облаков и ионосферного слоя  $E_s$  будет доказана.

## ДИНАМИЧЕСКОЕ САМООБОГАЩЕНИЕ ШАРОВЫХ СКОПЛЕНИЙ

Среди исследованных в обзоре [1] более чем 1100 звезд 73 имеют  $[\text{Fe}/\text{H}] < -3.0$ , в то время как для наименее металлических шаровых скоплений характерны значения  $[\text{Fe}/\text{H}] \sim -2.5$  [2]. В данной работе мы исследуем возможность самообогащения шарового скопления тяжелыми элементами в процессе его формирования вследствие взрывов сверхновых (СН) на последних стадиях эволюции наиболее массивных членов скопления.

Расширение остатка СН существенно определяется гравитационным потенциалом системы, в которой произошел взрыв. Гравитационная энергия типичного шарового скопления имеет один порядок с кинетической энергией остатка СН на поздних стадиях его эволюции. В каждом конкретном случае ответить на вопрос, выйдет выброс за пределы скопления или нет, может только численное моделирование. Целью данной работы является определение критической массы скопления, при которой оно в состоянии удержать разлетающуюся оболочку СН.

Для решения этой задачи использовался вариант метода тонкого слоя [3]. При моделировании разлета оболочки учитывалось противодействие окружающего газа и излучение из внутренней области остатка СН. При расчетах варьировались следующие параметры протошарового облака: радиус, степень фрагментации, форма распределения газа в облаке. Нами найдено, что для широкого диапазона этих параметров критическая масса не превышает  $5 \cdot 10^5 M_{\odot}$ , что существенно меньше предсказываемой массы протошаровых облаков [4].

Мы можем заключить, что самообогащение должно было происходить практически во всех скоплениях за исключением наименее массивных.

## Список литературы

1. Beers T.C., Preston G.W., Shectman S.A. A search for stars of very low metal abundance. 2 // *Astron. J.* 1992. V. 103. P.1987–2034
2. Geisler D., Minniti D., Claria J.J Washington photometry of globular cluster giants — the most metal poor clusters // *Astron. J.* 1992. V. 104. P.627–644
3. Силич С.А.// *Кинемат. физ. небесных тел.* 1985. Т. 1. N 6. С.37–42
4. Fall S.M., Rees M.J. A theory for the origin of globular clusters // *Astrophys. J.* 1985. V. 298. P.18–26

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА ХАНЛЕ В ФИЗИКЕ СОЛНЦА

1. История открытия эффекта Ханле и его интерпретация в рамках классической физики.

2. Современная квантовая теория эффекта Ханле. Результаты вычислений для степени линейной поляризации  $P_L$  и направления линейной поляризации  $\varphi$  в частном случае, когда падающее излучение не поляризовано и распространяется вдоль оси  $OX$ , направление наблюдения совпадает с осью  $OZ$ , а магнитное поле лежит в плоскости, перпендикулярной к падающему излучению, и составляет угол  $\theta$  с направлением наблюдения.

3. Интерпретация эффекта Ханле с помощью поляризационной диаграммы.

4. Применение эффекта Ханле к исследованию  $HeID_3$ -линии в солнечных протуберанцах.

4.1. Общая характеристика атома гелия.

4.2. Спектр атома гелия.

4.3. Влияние магнитного поля на зеемановские подуровни атома гелия. Необходимость различать две области магнитного поля: область малого магнитного поля ( $B \leq 5 \text{ гс}$ ) и область большого магнитного поля ( $B \geq 5 \text{ гс}$ ).

4.4. Результаты расчета эффекта Ханле для линии  $HeID_3$ :

а) область малых магнитных полей;

б) область больших магнитных полей.

5. Другие применения эффекта Ханле в физике Солнца.

## НЕКОТОРЫЕ ГАЛАКТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ПОДСИСТЕМА РАССЕЯННЫХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ

Определению расстояния Солнца от центра Галактики  $R_0$  и постоянной вращения  $A_0$  посвящено большое количество работ. По мере уточнения и накопления наблюдательных данных, лучевых скоростей и расстояний возникает необходимость вновь обратиться к этим важнейшим галактическим параметрам. К настоящему моменту в Астрономической обсерватории УрГУ создана третья версия однородного каталога параметров 367 рассеянных звездных скоплений (РЗС), определенных по единой методике по опубликованным в литературе данным об UBV, BV, DDO и  $ubv$  фотометрии (А.В.Локтин, Н.В.Маткин, Т.П.Герасименко, Л.К.Малышева). Каталог содержит данные о расстояниях, возрастах и показателях цвета скоплений.

Для 139 РЗС имеются определения лучевых скоростей. Эти скопления были использованы при оценке расстояния Солнца от центра Галактики  $R_0$  и постоянной Оорта  $A_0$  кинематическим методом. При этом учитывалось, что среди скоплений имеется по крайней мере три возрастные группы с  $\lg T < 7.7$ ,  $\lg T > 8.3$  и  $7.7 < \lg T < 8.3$ , различающиеся по своему движению в диске Галактики. В первую группу вошло 66 скоплений, которые и были использованы при определении указанных параметров методом Камма. Постоянная Оорта получилась равной  $A_0 = (14.8 \pm 0.9) \text{ км/с/кпс}$ ,  $R_0 = (8.2 \pm 0.3) \text{ кпс}$ . Эти значения в пределах ошибок совпадают с общепринятыми значениями.

## ЧИСЛЕННОЕ ИНТЕГРИРОВАНИЕ ОРБИТ ТРАНСНЕПТУНОВЫХ ОБЪЕКТОВ

В 1992–1993 годах при наблюдениях с ПЗС было открыто несколько малых тел на расстоянии  $\sim 30\text{--}40$  а.е. Это нумерованные астероиды 1992 QB<sub>1</sub>, 1993 FW, 1993 RO, 1993 RP, 1993 SB, 1993 SC. Природа этих объектов практически не изучена. Возможно, это Троянцы Нептуна, поскольку такой тип движения весьма распространен в Солнечной системе. Поэтому весьма актуально исследование движения малого тела в окрестностях треугольных точек Лагранжа Нептуна в гравитационном поле внешней Солнечной системы.

Я проинтегрировала орбиты фиктивных тел с элементами как у недавно открытых удаленных астероидов с помощью программного комплекса численного интегрирования Orbit8v на 300 и 600 тысяч лет с учетом возмущений со стороны внешних планет. Влияние внутренних планет учитывалось с помощью барицентрической поправки. В результате было получено, что одно из тел имеет стабильную (на протяжении 300000 лет) орбиту и будет либрировать около предшествующей треугольной точки Нептуна с периодом  $\sim 8000$  лет. Другое тело более вероятно находится в резонансе 2:3 с Нептуном.

С другой стороны, эти объекты могут быть представителями пояса Койпера, существование которого предположил Джерард Койпер в 1951 году в качестве эффективного источника короткопериодических комет. Динамику пояса Койпера исследуют численно-статистическими методами (см. [1], [2]).

### Список литературы

1. Levison H.F. The long-term dynamical behavior of small bodies in the Kuiper belt // *Astron. J.* 1991. №102(2). P.787–794.
2. Nakamura T. and Yoshikawa M. Orbital evolution of giant comet-like objects // *Celest. Mech. and Dynam. Astron.* 1993. №57. P.113–121.

## СКАНЕРНЫЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД В АО УРГУ.

С 1983 г. в Астрономической обсерватории УрГУ проводятся фотометрические наблюдения переменных звезд, являющихся компонентами визуально-двойных систем, с использованием сканирующего фотометра. Впервые метод сканирования изображений для наблюдений двойных звезд был применен Ракошем и Францем [1, 2] и по сути своей является простейшим модуляционным методом, расширяющим возможности одноканально-го электрофотометра.

Созданный в Астрономической обсерватории УрГУ сканер производит модуляцию изображения на щели посредством покачивания кварцевой плоскопараллельной пластинки управляемой от ЭВМ "Искра-1256".

В 1984 г. в были проведены наблюдения визуально-двойной системы ADS 9537 с разделением  $16''$ , оба компонента которой являются затменно-переменными звездами типа W UMa (BV, BW Dra) [3]. На основе полученных однородных данных в рамках модели трехосных эллипсоидов найдены фотометрические и геометрические элементы обеих систем, позволяющие сделать вывод о компланарности их орбит.

В 1985 г. впервые после десятилетнего перерыва получены UBVR-кривые блеска затменной двойной SZ Cam, входящей в состав визуально-двойной ADS 2984 ( $\rho = 18''$ ), у которой отмечалось уменьшение глубины минимума. В результате проведенного исследования найден вековой член изменения периода, а также оценена скорость потери массы вторым компонентом [3].

По наблюдениям, проведенным в момент соединения, не найдено изменений блеска у спектрально-двойного компонента ADS 11061B, включенного в "Каталог звезд заподозренных в переменности" под номером NSV 10205. Что может свидетельствовать об отсутствии затмений в этой системе [4].

Впервые прямым фотометрическим методом показано, что переменным компонентом DN UMa кратной системы ADS 8347 ABC = HR 4560 ( $A-B = 0.3''$ ,  $A-C = 3.8''$ ) является компонент A [5].

## Список литературы

1. Rakos K.D. // Applied Optics. 1965. V.4. P.1453.
2. Franz O.G. // Lowell. Obs. Bull. 1966. №15. P.251.
3. Горда С.Ю. // Переменные звезды. 1989. Т.22 №6.
4. Горда С.Ю., Попов Д.В. // Астрон. циркуляр. 1994. №1556.
5. Горда С.Ю. // Письма в Астрон. журнал. 1994. Т.20, вып.7.

## О РЕШЕНИЯХ УРАВНЕНИЙ ЯНГА-МИЛЛСА В ИНФЛЯЦИОННОЙ КОСМОЛОГИИ

Рассматриваются однородные изотропные космологические модели с пространственно-временным интервалом

$$ds^2 = a^2(\eta)[d\eta^2 - d\chi^2 - \sigma^2(\chi)(d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2)],$$

в которых в качестве источника гравитационного поля выступают калибровочные поля Янга-Миллса-Хиггса. На основе  $SO(3)$ -инвариантной калибровочной теории электрослабых взаимодействий Джорджи-Глэшоу

$$L = -\frac{\sqrt{-g}}{8\pi} \left\{ \frac{1}{2} \bar{G}_{\alpha\beta} \bar{G}^{\alpha\beta} + D_\alpha \bar{\varphi} D^\alpha \bar{\varphi} + \lambda V(\bar{\varphi}) \right\} + \frac{1}{2} R \sqrt{-g},$$

$$V(\bar{\varphi}) = \frac{1}{4} (\bar{\varphi}^2 - F^2)^2,$$

$$\bar{G}_{\alpha\beta} = \partial_\alpha \bar{W}_\beta - \partial_\beta \bar{W}_\alpha + e(\bar{W}_\alpha \times \bar{W}_\beta),$$

$$D_\alpha \bar{\varphi} = \partial_\alpha \bar{\varphi} + e(\bar{W}_\alpha \times \bar{\varphi})$$

были найдены точные решения уравнений Эйнштейна-Янга-Миллса. Здесь  $\bar{W}_\alpha$  — калибровочный изотриплет Янга-Миллса;  $\bar{\varphi}$  — калибровочный изотриплет Хиггса;  $V(\bar{\varphi})$  — потенциал Хиггса;  $F$  — вакуумное среднее поля Хиггса;  $\eta$  — безразмерное конформное время;  $a(\eta)$  — масштабный фактор;  $R$  — скалярная кривизна;  $\chi, \theta, \varphi$  — сферические координаты;  $e$  — характеристическая константа связи;  $\lambda$  — параметр самодействия поля Хиггса;  $\alpha, \beta = \overline{0, 3}$ ;  $i = \overline{1, 3}$ ;  $\bar{G}_{\alpha\beta}$  — тензор напряженности полей Янга-Миллса;  $D_\alpha$  — ковариантная производная.

Среди полученных решений есть выражение для масштабного фактора, согласующееся с инфляционной стадией расширения Вселенной.

Использование анзаца в топологически тривиальном представлении сферической симметрии

$$\bar{W}_i = x_i \bar{\Phi}(\eta, \chi), \quad \bar{W}_0 = \bar{f}(\eta, \chi), \quad \bar{\varphi} = \bar{\varphi}(\eta, \chi)$$

дало возможность получить ряд решений уравнений Янга-Миллса в случае, когда самодействие поля Хиггса  $\lambda$  не равно нулю.

## СТРУКТУРА ГАЛАКТИЧЕСКОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

В рамках гидродинамического описания межзвездной среды рассматривается внутренняя структура ударной волны, возникающей при взаимодействии межзвездного газа со спиральным рукавом плоской галактики. Рассчитывается эффективная ширина ударной волны как функция параметров газа и интенсивности скачка. Основным интересом представляет ситуация, когда газ подвержен нагреву космическими лучами и охлаждается высвечиванием при столкновениях частиц. В таком газе при определенных условиях ударная волна может инициировать "фазовые" переходы между разреженным и плотным состояниями межзвездной среды. Проведенные расчеты позволяют оценить эффективную величину коэффициента вязкости межзвездного газа, если известна из наблюдений ширина галактической ударной волны. Полученные профили течения газа в ударной волне в дальнейшем будут использованы для анализа устойчивости потока с ударной волной.

А.Е.Дудоров  
Челябинский университет

## МЕХАНИЗМЫ ГЕНЕРАЦИИ КОСМИЧЕСКИХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

Анализируются наблюдательные данные о магнитных полях в космосе, в межгалактической среде, галактиках и квазарах, межзвездной среде и молекулярных облаках, молодых и старых звездах.

Обсуждаются происхождение и основные механизмы генерации магнитного поля этих объектов. Основное внимание уделяется механизму Мишустина и Рузмайкина, батарейному эффекту, теории динамо и теории остаточного магнитного поля. Упоминаются экзотические механизмы генерации.

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ОДНОИМПУЛЬСНЫХ ПОЛЕТОВ

Рассмотрена задача оптимизации одноимпульсных полетов по критерию минимума характеристической скорости. На первом шаге аналитически находится оптимальная орбита при закрепленных векторах старта и финиша  $\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2$ . Решение различно при  $\mathbf{r}_1\mathbf{r}_2 = r_1r_2$  (прямолинейные траектории),  $\mathbf{r}_1\mathbf{r}_2 = -r_1r_2$  (узловые траектории),  $|\mathbf{r}_1\mathbf{r}_2| < r_1r_2$  (невырожденный случай). Доказана теорема о неоптимальности прямолинейных траекторий. На втором шаге ищется глобальный оптимум перебором по двумерному множеству вариантов. Выполнены расчеты для полета к Плутону и полета к Луне как средства очистки геостационарной орбиты от мусора.

Для Плутона оптимальным по энергетическим затратам оказался полет в плоскости эклиптики из восходящего узла в нисходящий. Для него характеристическая скорость  $\Delta v = 11.576$  км/с, время полета  $T = 13339$  суток (36,5 года), старт должен был состояться в октябре 1986 года, дата финиша — апрель 2023 года. Функция  $\Delta v$  кроме глобального минимума имеет один локальный минимум, соответствующий полету из нисходящего узла в восходящий. Для него  $\Delta v = 11.977$  км/с,  $T = 17957$  суток (49,2 года).

Переброска ликвидируемого ИСЗ на Луну возможна с частотой раз в 9,3 года вдоль линии пересечения орбит Луны и ИСЗ. В обоих случаях (из восходящего узла в нисходящий и наоборот) падение происходит в окрестности точки с долготой  $90^\circ$  к востоку от центрального меридиана (восток — направо от севера). Широту можно менять в пределах градусов 20 от экватора. Можно, например, выбрать море Смита диаметром около 300 км. Разумеется, для окончательного выбора нужно решение соответствующей международной организации.

Для параметров геостационарной орбиты  $a_1 = 42.164$  Мм,  $e_1 = 0$  характеристическая скорость  $\Delta v$  равна 1.042 и 1.064 км/с при полетах в перигей ( $r_2 = 363$  Мм) и апогей ( $r_2 = 406$  Мм) лунной орбиты соответственно. Для сравнения укажем характеристическую скорость для перевода ИСЗ на орбиту с перигеем высотой 200 км:  $\Delta v = 1.476$  км/с.

## ЭВОЛЮЦИЯ УГЛОВОГО МОМЕНТА МОЛОДОЙ МАГНИТНОЙ ЗВЕЗДЫ С АККРЕЦИОННЫМ ДИСКОМ

Наблюдения молодых звезд показывают, что практически все из них окружены околосветными дисками [1], состоящими из ионизованного вещества, и поэтому эффективно взаимодействующими со звездным магнитным полем. Эти диски могут оказывать сильное влияние на процесс переноса углового момента звезды.

Была высказана гипотеза, что наблюдаемые значения скоростей вращения молодых звезд [2] представляют собой равновесные значения, установившиеся в результате их эволюции. Для подтверждения этой гипотезы рассматривается простая модель молекулярного аккреционного диска, окружающего молодую звезду [3]. Диск предполагается гомологично сжимающимся, самогравитирующим и пронизанным магнитным полем. Учитываются процессы амбиполярной диффузии и нестационарной ионизации.

Полученная система обыкновенных дифференциальных уравнений решалась методом Адамса с автоматическим выбором шага. Результаты расчетов подтверждают высказанную выше гипотезу.

### Список литературы

1. Konigl A. Accretion disks and jets in protostellar systems. // *Astrophys. J.* 1989. 165.
2. Bouvier J. Stellar rotation prior to the main sequence. // *Astron. Astrophys.* 1979. 192.
3. Pudritz E., Silk J. Ionization-regulated star formation in magnetized molecular clouds. // *Astrophys. J.* 1987. 316.

## ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В Коуровской астрономической обсерватории на базе телескопа АЗТ-3 с диаметром зеркала 450 мм и относительным отверстием 1 : 22 запущен в эксплуатацию комплекс, оснащенный модернизированным оптико-электронным оборудованием. За время пробной эксплуатации отработана методика наблюдений и обработки результатов.

Автоматизированная астрометрическая телевизионная система предназначена для массовых оперативных позиционных наблюдений геостационарных космических объектов и быстродвижущихся небесных тел с угловой скоростью движения до 100"/с.

Комплекс позволяет измерять положения геостационарных спутников (ГСС) в реальном времени и оперативно обрабатывать полученную информацию.

В состав оптико-электронного комплекса (ОЭК) входят.

1. Телескоп АЗТ-3.
2. Аппаратура телевизионного канала (АТК) на изоконе ЛИ-804.
3. Подсистемы: точного времени, обработки телевизионного изображения, интерфейсных узлов сопряжения с ПЭВМ, реализованных в конструктиве КАМАК.
4. Программно-алгоритмическое обеспечение для обработки оптико-электронной информации, реализованное на базе IBM PC/AT-286/287 (пакеты "АИСТ" и "АПОГЕЙ").

Для согласования характеристик оптики телескопа АЗТ-3 и параметров, заложенных в основной управляющей программы комплекса "АИСТ", увеличено угловое поле зрения телескопа. Для этого в предфокальной плоскости фокуса Кассегрена установлен дополнительный объектив (апохромат) диаметром 80 мм и с фокусным расстоянием 400 мм. Испытания показали, что поле зрения составляет  $22' \times 22'$  вместо  $12' \times 12'$  без дополнительного объектива.

В период с мая по сентябрь 1994 г. было проведено два сеанса наблюдений, в течение которых наблюдалось более 15 ГСС. Было получено более 500 положений ГСС с точностью  $2'' - 4''$ .

В настоящее время ведутся работы по изготовлению блока датчика угловых координат по схемам, разработанным в АО УрГУ. Предусмотрена цифровая индикация звездного времени, часового угла и прямого восхождения центра поля зрения телескопа.

## 20 ЛЕТ НАБЛЮДЕНИЙ НА КАМЕРЕ SBG

Основным инструментом для получения высокоточных положений астрономических объектов в обсерватории является камера SBG, разработанная и изготовленная фирмой Карл Цейсс Йена. Телескоп предназначен в основном для наблюдений ИСЗ, имеет 4-осную монтировку, светосильную короткофокусную оптическую систему Шмидта ( $D = 420$  мм,  $F = 777$  мм), позволяющую на пластинки размером  $9 \times 12$  см фотографировать поле  $6^\circ \times 8^\circ$ .

В обсерватории УрГУ телескоп был установлен в 1974 г.

За прошедшие годы проведено исследование инструмента и точности определения положений различных астрономических объектов, разработаны методики наблюдений и их обработки, создано программное обеспечение.

На телескопе выполняются наблюдения в основном по трем программам: а) наблюдения избранных геостационарных спутников с целью изучения движения и эволюции их орбит; б) обзорные наблюдения высокоорбитальных космических объектов во всей зоне видимости пункта наблюдения; в) наблюдения звезд и малых тел Солнечной системы.

К настоящему времени накоплены огромные ряды наблюдений. На их основе создана база данных по ГСС, которая содержит около 15 000 точных положений, элементы 2800 орбит, каталог стеклотексти SBG с данными о 3200 пластинках и каталог технических характеристик 400 высокоорбитальных КО. На этом материале выполняются исследования движения избранных ГСС, получены данные по эволюции элементов орбит двух спутников на интервале в 7 лет. Совместно с НИИ ПММ при ТГУ разработана методика отождествления наблюдений ГСС на интервале 2 суток. В настоящее время эта работа выполняется на интервалах 5 и более суток. Изучаются также фотометрические характеристики спутников.

По теме, связанной с наблюдениями ИСЗ, проводятся и теоретические исследования. Так, численным методом исследована структура возмущений орбитального движения геосинхронных спутников на интервале 30 суток, определена зависимость резонансных возмущений от начальных значений угловых параметров. Создана аналитическая теория движения геостационарного спутника в сферических координатах, исследуется точность методов определения орбит. Полученные результаты используются при решении различных небесно-механических задач, в частности при оценке критериев отождествления наблюдений ГСС.

Кроме того, на телескопе выполнены наблюдения большого количества комет, в том числе кометы Галлея по международной программе IHW. В 1993 г. по программе МИПАО проведены наблюдения астероида 4179 TOUTATIS, сближающегося с Землей.

На базе ПЭВМ "Электроника-60" осуществлена автоматизация телескопа. Разработаны приборы для управления процессом наблюдений ГСС, регистрации результатов наблюдений и службы времени СБГ.

## ОБ ОТОЖДЕСТВЛЕНИИ ГЕОСТАЦИОНАРНЫХ СПУТНИКОВ

Рассмотрим задачу об отождествлении геостационарных спутников (ГСС) по позиционным наблюдениям, выполненным на интервале до 5 суток. За основу выберем методику, разработанную совместно в УрГУ и НИИ ПММ при ТГУ для отождествления ГСС на 2-суточном интервале.

Будем считать, что две системы элементов  $\vec{\varepsilon}_1$  и  $\vec{\varepsilon}_2$  принадлежат одному спутнику, если выполнено неравенство  $|\vec{\varepsilon}_2 - \vec{\varepsilon}_1| \leq \vec{K}$ , где компонентами вектора  $\vec{K}$  являются критерии отождествления по соответствующим элементам орбиты. Для геостационарного спутника в качестве вектора  $\vec{K}$  удобно использовать вектор  $\vec{K} = (K_i, K_\Omega, K_\lambda)$ , где  $i$  — наклон орбиты,  $\Omega$  — долгота восходящего узла,  $\lambda$  — долгота подспутниковой точки.

Отождествление наблюдений ГСС удобно проводить в два этапа. На первом — определять предварительные орбиты по наблюдениям, выполненным в течение одной ночи, и проводить отождествление по критерию  $\vec{K} = \vec{\varepsilon}_o + \vec{\varepsilon}_p$ , где  $\vec{\varepsilon}_o$  — ошибка метода определения орбит с учетом ошибок наблюдений,  $\vec{\varepsilon}_p$  — неучтенные возмущения элементов орбиты на рассматриваемом интервале. На втором этапе сравнивать орбиты, полученные для разных ночей (в нашем случае на интервале до 5 суток), используя критерий  $\vec{K}$ , в котором  $\vec{\varepsilon}_p$  выбирается в соответствии с интервалом отождествления.

Оценка возмущений  $\vec{\varepsilon}_p$  проводилась с использованием программы численного моделирования движения высоколетящих ИСЗ, разработанной в НИИ ПММ при ТГУ. Учитывались основные возмущения. Сравнивались элементы, полученные по численной модели движения ГСС, с невозмущенными. Было промоделировано 186 вариантов для ГСС, распределенных по всей геостационарной области. Для оценки ошибки метода определения орбиты  $\vec{\varepsilon}_o$  с учетом ошибок наблюдений было смоделировано 1250 наблюдений для трех орбит (интервалы между наблюдениями от  $10^m$  до  $8^h$ , ошибки наблюдений от  $0''$  до  $5''$ ). Оказалось, что для интервалов времени меньших суток  $|\vec{\varepsilon}_p| \ll |\vec{\varepsilon}_o|$ , для больших интервалов (3–5 суток)  $|\vec{\varepsilon}_p| \approx |\vec{\varepsilon}_o|$ .

Анализируя результаты моделирования, можно сделать следующие выводы. Разрабатываемая методика может применяться при отождествлении ГСС, если предварительная орбита определяется по наблюдениям, принадлежащим одному обороту, интервал между ними не менее 50–60 минут, ошибки наблюдений не превышают  $5''$ . Критерии отождествления зависят и от ошибок наблюдений и от элементов орбит. Для рассмотренных орбит в качестве составляющих критерия отождествления можно принять следующие значения:  $\varepsilon_{oi} = 4'$ ,  $\varepsilon_{o\Omega} = 50'$ ,  $\varepsilon_{o\lambda} = 10'$ . Для выработки более универсального критерия необходимо продолжить исследования.

Данная работа проводилась при поддержке Конкурсного центра фундаментального естествознания при СПбГУ (грант 94-3.2-10) и Российского фонда фундаментальных исследований (грант 94-02-04393-а).

## АВТОМОДЕЛЬНЫЕ МГД-СТРУИ В СИСТЕМАХ С АККРЕЦИЕЙ

Происхождение МГД-струй в системах молодая звезда, нейтронная звезда или черная дыра с аккреционным диском связывается с генерацией тороидальной компоненты магнитного поля в аккреционном диске [1,2]. Получено автомодельное решение [3] для неравновесного потока в следующих приближениях:

1. движение газа в диске — невозмущенное кеплеровское движение (трением и вязкостью пренебрегаем);
2. плазма движется вдоль магнитной линии со скоростью Альвена;
3. изменением массы центрального тела пренебрегаем;
4. тепловые эффекты: диффузия, перенос, конвекция — не учитываются.

### Список литературы

1. Blandford R.D., Payne D.G. Hydromagnetic flows from accretion discs and the production of radio jets // Mon. Not. R. Astron. Soc. 1982. V.199. P. 883–903.
2. Lovelace R.V.E., Berk H.L., Contopoulos J. Magnetically driven jets and winds // Astrophys. J. 1991. V.379. P. 696–705.
3. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике М.:Наука, 1981.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЛУЧЕВОЙ СКОРОСТИ В ТЕЛЕ ПРОТУБЕРАНЦА ОТ ОПТИЧЕСКОЙ ГЛУБИНЫ ПО ПРОФИЛЮ ИЗЛУЧАЕМОЙ ИМ СПЕКТРАЛЬНОЙ ЛИНИИ

Известно, что излучение протуберанцев в первых бальмеровских линиях происходит за счет квазирезонансного рассеяния солнечной радиации [1, 2]. В первом приближении перенос излучения в них можно рассчитывать в модели двухуровневого атома с консервативным рассеянием, причем функция источников (в модели плоского слоя) определяется оптической толщиной в линии (стационарной — в отсутствии движений), зависимостью доплеровской ширины и скорости вещества от оптической глубины в теле протуберанца. Для такой ситуации можно ставить обратную задачу: определение вида вышеупомянутой зависимости от оптической глубины по профилю излучаемой протуберанцем бальмеровской линии. Полученное решение может служить хорошим начальным приближением для обратной задачи в более общей постановке — для многоуровневого атома с учетом ударных процессов.

Общий подход к подобным задачам в применении к Солнцу рассмотрен в [3]. Наиболее подходящим для решения прямой задачи переноса излучения при решении обратной задачи (определение характеристик излучающей среды по профилю испускаемых ею линий) переноса излучения является метод приближенного  $\Lambda$ -оператора [4].

Составлена программа решения уравнения переноса излучения (УПИ) для двухуровневого атома при заданном внешнем поле излучения и заданном поле скоростей в предположении полного перераспределения по частоте в элементарном акте рассеяния методом приближенного  $\Lambda$ -оператора в модификации [5]. На основе этой программы реализована методика [3] решения обратной задачи.

В результате решения модельных задач получено, что восстановление функции лучевых скоростей в теле протуберанца при задании профиля излучаемой линии с точностью 1% возможно с точностью около 5% и несколько хуже (10%) — на периферии протуберанца.

### Список литературы

1. Яковкин Н.А., Зельдина М.Ю., Павленко Я.В. // Астрон. журн. 1979. Т.56. С.1037.
2. Heasley J.N., Milkey R.W. // Astrophys. J. 1978. V.221. P.677.
3. Баландин А.Л. // Письма в Астрон. журн. 1981. Т.7. С.308.
4. Olson G.L., Auer L.H., Buchler J.R. // J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer. 1986. V.35. P.431.
5. Rybicki G.B., Hummer D.G. // Astron.Astrophys. 1991. V.245. P.171.

## ПЕРЕНОС ВЕЩЕСТВА В ЗАТМЕННЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗДАХ НА СТАДИИ ПЕРВОГО ОБМЕНА МАССАМИ

Перенос вещества в затменных звездах проходит посредством звездного ветра, магнитного звездного ветра, гравитационными волнами и путем перетекания вещества через точку Лагранжа L1. Первые три вида переноса в первом приближении уносят вещество неконсервативным способом. Четвертый способ, — консервативного переноса вещества, — наблюдается при заполнении одной из звезд пары своей полости Роша. Расчеты переноса вещества указанными выше механизмами показывают, что для большинства тесных звезд на стадии первого обмена массами основным является потоковый способ переноса вещества.

Для выяснения причин возникновения в двойной звезде потока газа и определения физических свойств этого потока совместно с В.В.Назаренко, по разработанной последним методике, нами был сделан расчет параметров газовой среды в области первой точки Лагранжа при заполнении полости Роша одной из звезд семейства контактных (CE-, CW-) и полуразделенных (SD-систем) затменных двойных звезд. Вычисления выполнены: для 3-х звезд CE-систем, 6-ти объектов групп A и W класса CW-систем, 3-х звезд группы AO Cas класса SD-систем, 4-х звезд обычных и 4-х звезд группы R CMa класса SD-систем. Всего изучено 20 систем звезд.

При вычислениях использован набор нестационарных уравнений гидродинамики Эйлера, модели звездных атмосфер Куруца, данные о наблюдаемых темпах переноса массы. Анализ данных вычислений показал: достаточным условием потокового переноса материи для затменных двойных звезд является заполнение одной из звезд своей полости Роша. Физические характеристики потоков газа в области L1 для каждой из групп двойных практически одинаковы, но разные — для звезд разных групп. Наиболее мощными и широкими являются потоки у массивных CE-систем. Для других групп звезд они слабее и тоньше и хорошо подтверждаются наблюдениями.

## НЕ-ЛТР РАСЧЕТ ЛИНИЙ $k, h$ $MgII$ В АТМОСФЕРАХ СОЛНЦА И ХОЛОДНЫХ ЗВЕЗД

Одними из ярчайших деталей космического ультрафиолетового спектра Солнца и холодных звезд являются  $h$  и  $k$  линии  $MgII$ . Их значение в исследованиях звездных атмосфер особенно выросло с появлением возможности наблюдать эти линии с искусственных спутников Земли.

В связи с актуальностью исследования вышеназванных линий нами начаты расчеты не-Лтр профилей линий  $h, k$   $MgII$ . Для расчетов использовался программный комплекс MULTI [4].

Модель атома  $MgII$  включает в себя четыре уровня  $MgII$  с континуумом  $MgIII$ . Принятая модель дает пять радиативных переходов, из которых три — фотоионизационные. При расчетах поле излучения в линиях  $2795 \text{ \AA}$  и  $2805 \text{ \AA}$  рассматривалось детально, остальные переходы полагались фиксированными.

Для разрешенных связано-связанных ударных переходов использовалась формула Регемортера [5], для свободно-связанных переходов применялась формула Ситона [1].

При расчете профилей линий учитывались следующие уширяющие механизмы: радиативное уширение, квадратичный эффект Штарка и уширение Ван-дер-Ваальса.

Нами были использованы две атмосферные модели: модель спокойного Солнца VAL-C [5] и модели атмосфер холодных звезд Велла [4]. Предварительные результаты расчетов теоретических эквивалентных ширин линий  $h, k$   $MgII$  сведены в таблицу.

Модель атмосферы	$W, \text{ м\AA} (2795 \text{ \AA})$	$W, \text{ м\AA} (2802 \text{ \AA})$
VAL-C	29000	23586
Bell (солн. модель)	31128	25955
Bell ( $T = 4000 \text{ K}, \lg(g) = 3$ )	34774	30944
Bell ( $T = 6000 \text{ K}, \lg(g) = 3$ )	42631	39946

## Список литературы

1. Ситон М. Атомные и молекулярные процессы. М:Мир, 1963. 777 с.
2. Bell L. et al. // Astrophys. J. 1975. V. 590. P. 1003.
3. Carlsson M. // Uppsala Astron. Obs. Spec. Rep. 1986. №33. P. 1–38.
4. Regemorter van H. // Astrophys. J. 1962. V. 136. №2. P. 906–915.
5. Vernazza J.E., Avrett E.H., Loeser R. // Astrophys. J. Suppl. 1981. V. 45. №4. P. 635.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЛНОЙ ВЫБОРКИ КОМПАКТНЫХ ВНЕГАЛАКТИЧЕСКИХ РАДИОИСТОЧНИКОВ

Анализируются результаты мгновенных многочастотных наблюдений [1] полной выборки 116 внегалактических радиоисточников в диапазоне  $1.38 \div 31$  см, проведенных с 26 ноября по 4 декабря 1989 года на радиотелескопе РАТАН-600 САО АН СССР. Список объектов получен из РСДБ — обзора [2] для источников со склонением  $-29^\circ \div +42^\circ$  и коррелированным потоком на частоте 2.3 ГГц больше 0.8 Ян.

Проверяется гипотеза о том, что квазары и объекты типа BL Lac имеют принципиально разную природу. Рассматриваются распределения таких величин, как частота завала спектра, максимальный поток, спектральные индексы и другие.

Полученные распределения говорят в пользу единой физической модели для квазаров и объектов типа BL Lac.

### Список литературы

1. Nizelski N.A. et al. In Multi-Wavelength Continuum Emission of AGN, Courvoisier T.J.-L., Blecha A., eds. Kluwer Academic Publishers, 1994. 326 p.
2. Morabito D.D. et al. // Astron. J. 1986. V.91. P.1038.

## ТЕЛЕСКОП СИСТЕМЫ КАССЕГРЕНА С ДИАМЕТРОМ ГЛАВНОГО ЗЕРКАЛА 70 СМ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ УРАЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

В Астрономической обсерватории Уральского университета на основе монтировки телескопа АВР-2 был изготовлен и в 1994 г. введен в эксплуатацию телескоп с диаметром главного зеркала 70 см. Эквивалентное фокусное расстояние телескопа в системе Кассегрена — 10 метров, невиньетированное поле зрения —  $20'$ . Главное и кассегреновское зеркала телескопа ситалловые. Оптическая система изготовлена в мастерских Крымской обсерватории. Труба каркасного типа, оправа главного зеркала, детали и узлы системы разгрузки главного зеркала и механизма фокусировки изготовлены на екатеринбургских заводах.

В качестве устройства часового ведения телескопа используется шаговый двигатель, скорость которого задается кварцовой частотой от делителя частоты Ф5093. Точное наведение на объект и гидирование по прямому восхождению осуществляется шаговым двигателем устройства часового ведения путем изменения скорости и направления его вращения. Точное наведение на объект и гидирование по склонению также осуществляется с помощью шагового двигателя, вращающего микрометрический винт. Грубое наведение на объект осуществляется вручную.

Основным навесным прибором, используемым на 70-см телескопе, является четырехлучевой электрофотометр. Этот фотометр позволяет наблюдать одновременно две звезды (исследуемую и звезду сравнения), т.е. является по существу двухзвездным. Однако он отличается от простого двухзвездного фотометра тем, что световые пучки делятся с помощью дихроичных светоделителей, что обеспечивает наблюдения каждой звезды одновременно в двух цветах. В сменных блоках ФЭУ используются фотоумножители ФЭУ-106, являющиеся аналогами широко известных ФЭУ-79, а также ФЭУ-130-квантоконы, имеющие более высокую чувствительность в ультрафиолетовой и синей областях спектра, и арсенид-галлиевые фотоумножители ФЭУ-138-1, охлаждаемые термоэлектрическими холодильниками до температуры  $-50^\circ\text{C}$ , которые обладают достаточно высокой чувствительностью в ближней инфракрасной области спектра до  $9200\text{ \AA}$ . Дихроичные светоделители позволяют проводить наблюдения в широких спектральных полосах: синей ( $3200\text{--}5500\text{ \AA}$ ) и красной ( $5500\text{--}9200\text{ \AA}$ ), что используется при скоростной фотометрии переменных звезд. Дополнительные стеклянные фильтры позволяют получить цвета U, B и R, I в цветовой системе, близкой к стандартной. В электрофотометре имеется офсетный гид, с помощью которого звезды в диафрагмах могут удерживаться непрерывно в течение длительного времени. Для регистрации данных фотометрии и их последующей автоматизированной обработки применяется ЭВМ. Ожидаемые предельные величины при электрофотометрии на 70-см телескопе:  $15^m - 15.5^m$ .

## ЭВОЛЮЦИЯ ХИМСОСТАВА ОТ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА ДО НАСТОЯЩЕГО ВРЕМЕНИ

В результате Большого Взрыва (Big Bang) возникли только самые легкие элементы от водорода и может быть до лития. Другие элементы и их изотопы образовались в результате термоядерных реакций в недрах звезд и их последующей эволюции. Эволюция продолжалась миллиарды лет. Информацию о содержании химических элементов приносят метеориты, солнечная атмосфера, кора Земли, атмосферы звезд и другие космические объекты. В данном обзоре мы рассмотрим несколько механизмов образования всей совокупности химических элементов в историческом аспекте и несколько известных в настоящее время типов термоядерного синтеза, которые и привели к настоящей распространенности химических элементов. А именно, горение водорода, гелия и более тяжелых элементов в разных стадиях эволюции звезд, и также механизмы захвата протонов и нейтронов. Будут рассмотрены основные результаты эволюции химического состава на продвинутой стадии эволюции звезд. В частности, образование тяжелых элементов произошло только в недрах звезд. Другие источники образования тяжелых элементов и их изотопов нам не известны. Наши исследования подтверждают, что медленный и быстрый захват нейтронов обуславливают распространенность элементов, которую мы наблюдаем в настоящее время. Исследуя холодные звезды-гиганты, мы пришли к выводу, что есть звезды в окрестности Солнца с возрастом, равным возрасту шаровых скоплений. Второй основной результат — это то, что звезды с дефицитом металлов имеют совершенно разные содержания элементов с четным или нечетным содержанием нейтронов или протонов.

## КОНТАКТНЫЕ ДВОЙНЫЕ ЗВЕЗДЫ V1182 ОРЛА И AD ФЕНИКСА

В качестве продолжения работы над каталогом КР-систем исследуются опубликованные наблюдаемые данные звезд, предварительно отнесенных к исследуемому классу. Для изучения были выбраны две тесных двойных звезды V1182 Орла и AD Феникса.

Первые фотоэлектрические и спектральные наблюдения звезды V1182 Орла получены Витриченко, им же были получены физические характеристики компонентов системы. Разные авторы относили эту звезду к разным классам тесных двойных звезд. Нами были взяты многочисленные наблюдения Витриченко, по которым до сих пор элементы не определялись. Машинным методом Лаврова с использованием процедуры ректификации нами найдены фотометрические и геометрические элементы, хорошо удовлетворяющие наблюдениям  $i = 60.7 \pm 1.5$ ;  $k = 0.583$ ;  $r_1 = 0.451 \pm 0.003$ ;  $\%BKП = 95$ ;  $r_2 = 0.263 \pm 0.002$ ;  $\%BKП = 92$ ;  $x_1 = 0.75$ ;  $x_2 = 0.70$ ;  $L_1 = 0.825$ . Величины фотометрических и геометрических элементов V1182 Орла дают основание считать ее КР-системой. Исследуя величину периода разных авторов и полученную нами, сделан вывод, что период изменяется на величину 0.000013 в год.

Наблюдения AD Феникса малочисленны, и авторы не приводят полных решений кривых блеска. Максимумы кривых блеска разновысокие, очень близки по амплитуде минимумы, отсутствуют спектральные наблюдения. Для определения ЭФО нами взяты фотоэлектрические наблюдения в желтом цвете McFarlane, Hilditch. Решение проведено с использованием ректификации отдельно по разным максимумам. Получены следующие величины ЭФО звезды AD Феникса:  $i = 68.8 \pm 2.8$ ;  $k = 0.794 \pm 0.005$ ;  $r_1 = 0.447 \pm 0.002$ ;  $\%BKП = 103.5$ ;  $r_2 = 0.355 \pm 0.003$ ;  $\%BKП = 107$ ;  $x_1 = 0.699$ ;  $x_2 = 0.599$ ;  $L_1 = 0.609$ , которые однозначно указывают на ее принадлежность к классу KW-систем. Абсолютные элементы компонентов V1182 Орла:  $M_1(M_\odot) = 22,78 \pm 0,20$ ;  $M_2(M_\odot) = 8,09 \pm 0,40$ ;  $A(R_\odot) = 18,05 \pm 1,30$ ;  $R_1(R_\odot) = 8,14 \pm 0,30$ ;  $R_2(R_\odot) = 4,75 \pm 0,10$ ;  $M_{1b} = -7,8 \pm 0,2$ ;  $M_{2b} = -5,25 \pm 0,10$ ;  $q = 0,36$ ; Sp O9V + B1V. Абсолютные элементы компонентов AD Феникса:  $M_1(M_\odot) = 1,38$ ;  $M_2(M_\odot) = 0,87$ ;  $A = 1,5$ ;  $R_1 = 0,63$ ;  $R_2 = 0,50$ ;  $M_{1b} = 2,31$ ;  $M_{2b} = 6,41$ ;  $q = 0,63$ ; Sp F3V + G7,5V.

### Список литературы

1. Витриченко Э.А. // Изв. КраО. 1971. Т.43. С. 26-86.

## ФЕНОМЕН КОМЕТЫ ШУМЕЙКЕРОВ-ЛЕВИ 9

Уникальное астрономическое явление — столкновение более 20 крупных осколков кометы Шумейкеров-Леви 9 с гигантом солнечной системы Юпитером наблюдали с 16 по 22 июля 1994 г. астрономы всего мира.

Тема астероидно-кометной опасности для землян вновь стала актуальной. Есть ли у нас шанс избежать подобных столкновений и создать систему защиты для отражения атак "непрощенных гостей"?

Предварительные итоги этого феноменального события заключаются в следующем.

1. Моменты вхождения отдельных фрагментов кометы в атмосферу Юпитера с точностью до нескольких минут подтвердили теоретические расчеты элементов ее орбиты.

2 Юпитер, а также Сатурн, по мнению многих астрономов, играют для Земли роль своеобразного зонтика, "отлавливая" кометы своим мощным гравитационным полем и принимая их удар на себя. Именно планеты-гиганты продлевают до миллиона лет спокойный период существования земной цивилизации.

3. Ученые считают, что анализ распространения волн, вызванных гигантскими взрывами фрагментов кометы Шумейкеров-Леви 9, даст возможность выяснить, есть ли у Юпитера твердое ядро.

4. Анализ интенсивности свечения при взрывах отдельных осколков позволил сделать вывод о том, что кометы не представляются однородными конгломератами грязного льда, космической пыли и газа, а состоят из разных по своему химическому составу частей.

5. Как считают астрономы Массачусетского технологического университета, Юпитер в течение ближайших двух лет вернется в свое обычное состояние. Постепенно затянутся следы, сравнимые с диаметром Земли, от ударов кометных осколков.

Анализ и осмысление полученной информации об этом событии, по сообщениям различных астрономических учреждений, займет еще значительное время.

## О ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЯХ ГЛАВНОГО ИНТЕРВАЛА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УТОЧНЕННОГО МНК

Очевидное требование для наилучшей оценки математического ожидания случайной величины заключается в том, чтобы значения этой оценки попадали в любой центральный интервал с наибольшей вероятностью по сравнению со значениями любой другой оценки (под центральным интервалом понимается интервал, серединой которого является математическое ожидание рассматриваемой случайной величины). Это требование выполняется, если решать задачу определения оптимальной оценки в первом приближении, т.е. с точностью до малых первого порядка, каковыми являются отклонения результатов измерений от оптимальной оценки. Если указанную задачу решать с точностью до малых более высокого порядка, то окажется, что это вначале приведенное очевидное и главное требование выполнить невозможно. Поэтому, чтобы все же решить задачу определения оптимальной оценки, приходится фиксировать некоторый центральный интервал, вероятность попадания в который максимизируется. Полученные при этом оценки математического ожидания получатся оптимальными именно в этом смысле. Такой фиксированный центральный интервал назовем для краткости главным, а соответствующую оценку — вероятнейшей.

Из теории вероятнейшей оценки [1] следует, что для ее получения требуется минимизация суммы ряда

$$A(t) = 1 - \frac{t^2 \mu_2}{2} + \frac{t^4 \mu_4}{4!} - \frac{t^6 \mu_6}{6!} + \dots$$

с уменьшающимися по абсолютной величине членами. Ограничение ряда первыми тремя членами приводит к принципу уточненного метода наименьших квадратов

$$\phi = \mu_2 + C \mu_4 = \min,$$

где  $\mu_2$  и  $\mu_4$  — центральные моменты соответственно второго и четвертого порядков ряда наблюдений,  $C$  — постоянная, определяемая формулой

$$C = -\frac{1}{10 t^2 m_0^2},$$

$m_0$  — средняя квадратическая ошибка среднего арифметического из результатов наблюдений,  $t$  — произвольный множитель, от которого зависит длина главного интервала  $(-tm_0, +tm_0)$ . Выяснено, что множитель  $t$  должен лежать в пределах  $0.1 g n \leq t^2 \leq 0.6 (n-1)$ , где  $g = \mu_4/\mu_2^2$ . Рекомендуется брать в качестве множителя  $t$  нижний предел, т.е. принимать  $t = 0,1gn$ .

### Список литературы

1. Геодезия и фотограмметрия в горном деле. Свердловск, 1978. С.3-13.

## СПЕКТРЫ ТУРБУЛЕНТНОСТИ МЕЖЗВЕЗДНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ОБЛАКОВ

Анализируются наблюдательные данные [1, 2] о дисперсии скоростей связанных со звездообразованием молекулярных облаков.

Показывается, что иерархическая последовательность — сверхоблака, комплексы, молекулярные облака, протозвездные облака — не автомодельна по основным характеристикам иерархических уровней [3].

Вдоль иерархии уменьшается показатель масштабной корреляции для дисперсии скоростей ( $q$ ) от  $\approx 1$  до 0.2, с которым связано изменение типа турбулентности.

Формы облачных структур и полученные спектры МГД-турбулентности объясняются развитием гравитационных неустойчивостей в замагниченном самогравитирующем слое, цилиндре, сфере.

### Список литературы

1. Larson R.B. Turbulence and star formation in molecular clouds // Monthly Notices Roy. Astron. Soc. 1981. V.194. P.809–826.
2. Falgarone E., Peroult M. Structure and Physics of cool giant molecular complexes // Senday Astron. Rap. 1987. V.318. P.217.
3. Дудоров А.Е. Свойства иерархии межзвездных магнитных облаков // Астрон. журн. 1991. Т.68, вып.4. С.695–708.

## НЕ-ЛТР АНАЛИЗ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ АТОМОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В АТМОСФЕРАХ F, G, K ЗВЕЗД

Появившиеся новые спектральные приборы высокого разрешения и новые приемники излучения позволяют определять эквивалентные ширины спектральных линий с высокой точностью и рассчитывать содержания химических элементов в атмосферах звезд с точностью до нескольких сотых dex. Это предъявляет высокие требования к теоретическим эквивалентным ширинам. Для их расчета необходимы теоретические модели звездных атмосфер, адекватные реальным, сведения об атомных постоянных и реалистическое описание механизмов формирования спектральных линий с учетом возможных отклонений от локального термодинамического равновесия (неЛТР подход).

Авторами изучен механизм формирования спектральных линий атомов MgI, NaI, KI и иона BaII в отсутствие ЛТР в атмосферах звезд спектральных классов F–K. Исследуемые элементы имеют сравнительно простые модели атомов и минимум неопределенностей в используемых атомных данных. Принятые нами модели атомов состоят: MgI — 50 энергетических связанных состояний; NaI, KI — 21; BaII — 23. Расчеты неЛТР населенностей уровней производились методом полной линеаризации с учетом различных столкновительных и радиативных процессов.

Исследования показали, что для атомов, находящихся в неосновной стадии ионизации с близкими потенциалами ионизации (MgI, NaI, KI), характер неЛТР эффектов сильно зависит от значений сечений фотоионизации. Для MgI, у которого фотоионизация из нижних состояний достаточно эффективна, неЛТР эффекты обусловлены дополнительной по отношению к ЛТР ионизацией ("сверхионизацией") ультрафиолетовым излучением, идущим из глубоких и горячих слоев атмосферы. В результате все атомные уровни MgI недонаселены относительно континуума. У NaI и KI из-за малых величин сечений фотоионизации с основного состояния наблюдается обратный эффект: рекомбинации из континуума доминируют над процессами фотоионизации. Каскадные связанно-связанные переходы приводят к перезаселению основного состояния.

Неравновесное заселение уровней и отклонения от ЛТР в эквивалентных ширинах могут иметь место и у доминирующего иона. У BaII они обусловлены радиативными процессами в резонансном и субординатных переходах.

В итоге для MgI неЛТР поправки к содержанию по слабым линиям не превышают 0.15 dex для всего исследуемого диапазона физических параметров звезд; однако по сильным линиям они могут достигать 0.30 dex. Для NaI поправки колеблются в пределах от  $-0.10$  dex для звезд солнечного типа ( $[M/H] = 0$ ) до  $-0.40$  dex для субкарликов гало ( $[M/H] = -2$ ). По

резонансной линии KI отклонения от ЛТР особенно велики: от  $-0.35$  до  $-0.65$  dex. У BaII поправки различны для линий одного и того же мультиплета: от  $-0.10$  dex ( $5853 \text{ \AA}$ ) до  $-0.25$  dex ( $6141, 6496 \text{ \AA}$ ) для моделей атмосфер с солнечной металличностью и сильно зависят от исходного содержания бария. У звезд с  $[M/H] = -2$  поправки становятся положительными и достигают  $0.10$  dex.

Проводился неЛТР анализ спектральных линий исследуемых элементов в атмосфере Проциона на основе моделей атмосфер Куруца 1979 г. и 1993 г. Определено неЛТР содержание Mg, Na, Ba с использованием атласа Гриффина. Получено хорошее согласие теоретических и наблюдаемых профилей спектральных линий. Обнаружен сдвиг в содержаниях на  $0.10$  dex при использовании моделей атмосфер 1993 г.

## **МАЛОРАЗМЕРНЫЕ ТЕЛА В ОКОЛОЗЕМНОМ КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ: ОПАСНОСТЬ СТОЛКНОВЕНИЯ С ЗЕМЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ КАТАСТРОФЫ**

Содержание лекции отражает серию работ А.М.Микиши и М.А.Смирнова (ИНАСАН, Москва), посвященных астероидной опасности и возможности столкновения иных малых тел, искусственных и естественных, с Землей.

Рассматривая результат столкновения малого тела с Землей как переход всей кинетической энергии его в энергию удара и исходя из эмпирической зависимости между энергией удара и размером образовавшегося кратера, астероидная опасность сравнивается с опасностью сильных коровых землетрясений. Предлагается классификация астероидной опасности, основанная на этом сравнении. Показано, что характерное время, за которое на Землю упадет хотя бы одно тело, диаметр которого более 0.5 км (что соответствует землетрясению с магнитудой более 8.6), составляет величину от 20 000 до 60 000 лет. Рассматривается возможность уничтожения тела до его столкновения с Землей.

## РАННИЕ СТАДИИ ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗД: ТЕОРИЯ И НАБЛЮДЕНИЯ

Рассматриваются ранние стадии эволюции звезд различной массы, наблюдаемых в оптической области спектра. Звезды малых масс (типа Т Тау,  $M < 2M_{\odot}$ ) появляются из протозвездных коконов задолго до достижения Начальной Главной Последовательности (НГП), имеют спектральные классы G–M и показывают признаки дисковой аккреции вещества на центральный объект. Звезды промежуточных масс (типа Ae/Be Хербига,  $2M_{\odot} < M < 10M_{\odot}$ ) становятся наблюдаемыми в оптике вблизи НГП и имеют спектральные классы B–F. Они так же как и Т Тау-звезды, окружены, вероятно, дискообразными оболочками, но аккреция в них проявляется эпизодически. Среди объектов обеих групп много двойных и кратных систем, число которых постоянно растет благодаря использованию новейших методик наблюдений с высоким угловым разрешением. Обе группы звезд показывают сильные инфракрасные избытки по отношению к излучению фотосферы и эмиссионные линейчатые спектры. Среди более массивных горячих звезд, не наблюдающихся в оптике на стадии до НГП, есть небольшая группа объектов, обладающих характеристиками молодых звезд. Они, по-видимому, находятся на разных стадиях эволюции, соответствующих повышенному темпу истечения вещества с их поверхностей. При оценке возраста последних основной трудностью является определение светимости, так как фотосферный спектр скрыт излучением околозвездной оболочки, а расстояния до них известны плохо. Таким образом, все три упомянутые группы обладают околозвездными оболочками, текущее состояние и эволюция которых определяются процессами аккреции и истечения вещества.

К интерпретации наблюдаемых характеристик звезд типов Т Тау и Ae/Be в последнее время широко привлекается теория аккреционных дисков. Однако детальные двумерные расчеты показывают, что во многих случаях распределения энергии в их спектрах, распределение поляризации излучения в окрестностях объектов, данные интерферометрии могут быть объяснены присутствием осесимметричной околозвездной оболочки. Алголеподобную переменность оптического блеска многих Ae/Be звезд, синхронную с возрастанием поляризации, хорошо объясняет модель затмения центральной звезды уплотнениями в пылевой оболочке, а профили Бальмеровских линий — модель кинематики околозвездного газа, предполагающая существование магнитосферы у центральной звезды. У наиболее массивных звезд изучены такие явления, как стадия LBV, сопровождающаяся сильной переменностью оптического блеска, стадия B[e]-сверхгиганта, на которой звезда, сильно теряющая массу, окружена двухкомпонентным звездным ветром и околозвездной пылью. Рассмотрен ряд других, более общих теоретических моделей.

## КОСМОС И МОРЕ

1. Мореплавание и астрономия.
  - 1.1. Древнейшие времена.
  - 1.2. Первые инструментальные наблюдения на море.
  - 1.3. Роль астрономии в Великих географических открытиях (на примере экспедиции Беллинсгаузена-Лазарева).
  - 1.4. Практическая мореходная астрономия в Военно-Морском Флоте за последние полвека (мой личный опыт).
    - 1.4.1. В интересах безопасности плавания.
    - 1.4.2. В интересах применения оружия (ракетные подводные лодки, место и направление, астронавигационные системы).
2. Мореплавание и космос.
  - 2.1. Первые спутниковые навигационные системы ("Транзит", "Фаддей Беллинсгаузен").
  - 2.2. Второе поколение систем спутниковой навигации (на примере Черноморского флота).
    - 2.2.1. Выверка приемников.
    - 2.2.2. Транслокация.
    - 2.2.3. В кругосветной антарктической экспедиции.
  - 2.3. Современные космические навигационные системы.
  - 2.4. Космос и погода (пример — Каз).
  - 2.5. Космос и океанография.
  - 2.6. Космос и экология.
3. Кругосветная антарктическая экспедиция 1982–1983 гг.
  - 3.1. Корабли экспедиции.
  - 3.2. Маршрут.
  - 3.3. В точке открытия Антарктиды.
  - 3.4. На станции Мирный.
  - 3.5. Магнитный полюс.
  - 3.6. Новая Зеландия, Рио-де-Жанейро.
  - 3.7. Основные научно-практические результаты экспедиции.

## НЕЛИНЕЙНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СПИРАЛЬНОЙ ВОЛНЫ СО ЗВЕЗДАМИ ВБЛИЗИ РАДИУСА КОРОТАЦИИ В ДИСКАХ ГАЛАКТИК

Нелинейное резонансное взаимодействие волны гравитационного потенциала со звездами представляет интерес в связи с проблемой генерации и поддержания спиральных волн в плоских галактиках. В работе Морозова и Шухмана (1980 г.) данная задача рассматривалась в рамках эпициклического приближения.

Нами в рамках самосогласованной задачи  $N$ -тел методом численного эксперимента предпринята попытка проанализировать данное явление. Бесстолкновительная плоская звездная система (галактический звездный диск конечной толщины) моделируется с помощью точечных гравитирующих частиц (макрозвезд) методом "частиц в ячейках". Гравитационное взаимодействие макрочастиц вычисляется с использованием дискретного аналога теоремы о свертке и алгоритма быстрого преобразования Фурье. В качестве исходной была взята шварцшильдовская функция распределения звезд диска по скоростям.

Подробно исследуется эволюция функции распределения звезд. Резонанс спиральной волны со звездами имеет место почти со всеми частицами скоростного пространства, локализованными вблизи радиуса коротации. Показано, что нелинейное взаимодействие звезд со спиральной волной гравитационного потенциала вблизи коротационного радиуса приводит к образованию плато на функции распределения звезд за время порядка нескольких оборотов галактики. Подробно анализируется характер перераспределения момента импульса. Вычислены передаваемые звездам энергия и угловой момент. Механизм усиления волны за счет передачи момента и энергии частицам работает примерно в течение трех оборотов галактики. При более продолжительных масштабах времени образование плато приводит к тому, что резонансные частицы прекращают играть роль в энергетическом балансе. Оценка амплитуды установившегося спирального узора указывает на существенную роль резонансных частиц в динамике спиральных галактик.

### Список литературы

1. Морозов А.Г., Шухман И.Г., // Письма в Астрон. журн. 1980. Т.6. С.87.

## РЕГИСТРАЦИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЧАСТИЦ 31 ОКТЯБРЯ 1991 ГОДА В ОКРЕСТНОСТИ ЗЕМЛИ

На сегодняшний день существует определенная недостаточность экспериментальных знаний о солнечных космических лучах (СКЛ), возникающих во время мощных вспышек на Солнце (механизмы генерации и ускорения СКЛ, распространение СКЛ в межпланетном космическом пространстве и в магнитосфере Земли). Поэтому особую ценность для изучения физических процессов на Солнце представляет собой регистрация потоков высокоэнергичных заряженных частиц от солнечных вспышек с помощью приборов, установленных на космических аппаратах.

В докладе представлены результаты прямых измерений потоков высокоэнергичных заряженных частиц от солнечной вспышки 3В 31 октября 1991 г. магнитным спектрометром "МАРИЯ-2" на борту орбитального комплекса "МИР". Абсолютные потоки и энергетические спектры протонов внутри магнитосферы Земли находятся в соответствии (и практически совпадают) со спектрами на окраине магнитосферы (GOES-7, МЕТЕОР-3) и противоречат результатам эксперимента "ЛЮЛИН". Интегральный спектр солнечных протонов можно аппроксимировать степенной зависимостью в диапазоне энергий 35–100 МэВ с показателем спектра равным  $-2,7$ .

Анализ зарегистрированного потока заряженных пионов показал, что при энергии выше 300 МэВ спектр протонов резко обрывается.

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ ЭРУПТИВНОГО ПРОТУБЕРАНЦА

На основе проведенных в Астрономической обсерватории Уральского университета фотографических наблюдений спектров прослежено развитие эруптивного процесса в системе быстро эволюционирующих петельных протуберанцев (протуберанец 24.08.81г., 90N 13E).

Исследованы структурные особенности эмиссионных линий кальция H и K CaII и водорода  $H_{\delta} - H_{15}$ : определены доплеровские сдвиги тонкоструктурных элементов, составляющих линии, асимметрия и фотометрические параметры линий; а также вычислены температуры  $T_{кин}$  и  $T_{ex}$ . Из анализа 12 последовательных спектрограмм, охватывающих время около 1.3 часа, исследованы динамические характеристики структурных элементов линий эруптивного протуберанца.

Показано, что эруптировавшее вещество движется не единым объемом, а состоит из частей волокон со значительными доплеровскими взаимными смещениями, зависящими, очевидно, от разной массы волокон при одинаковом начальном импульсе. Причем доплеровские скорости в нижних частях волокон как правило больше, чем в более удаленных от фотосферы частях тех же волокон (максимальная измеренная скорость по лучу зрения равна  $162 \pm 2.1 \text{ км/с}$ ).

Наблюдающаяся вдоль некоторых волокон дисперсия скоростей трактуется нами как проекция вращательных движений на луч зрения со скоростями порядка  $10 \div 20 \text{ км/с}$ .

Показано, что в предэруптивной фазе структура эмиссии вдоль одной из петель (показывающей на уровне фотосферы доплеровский сдвиг, соответствующий  $-61 \text{ км/с}$ ), представляет собой систему чередующихся узелков размером  $6'' - 8''$ , расположенных вдоль цепочки. Получено, что определенная для ярких узелков  $T_{кин}$  превышает значение  $T_{ex}$  (11000 K и 4500 K соответственно), а для межузелкового пространства они приблизительно равны по величине ( $T_{кин} \approx T_{ex} \approx 4000 \text{ K} \pm 1000 \text{ K}$ ). Этот результат можно объяснить на качественном уровне как эффект плотности вещества: при увеличении плотности линии водорода уширяются в большей мере, чем линии кальция.

## **УСТОЙЧИВОСТЬ ИЕРАРХИЧЕСКИХ ТРОЙНЫХ ЗВЕЗД**

Наблюдаемые в окрестности Солнца тройные звезды имеют иерархическую структуру: удаленный компонент движется по эллиптической орбите относительно центра масс близкой пары. Дан обзор наблюдательных данных об орбитальных движениях в тройных системах. Исследуется устойчивость систем по отношению к нарушению иерархии структуры и к уходу удаленного компонента по гиперболической орбите с сохранением иерархии. Применяются критерии устойчивости, полученные для тройных систем точечных масс. Кратко обсуждается влияние строения и эволюции компонент на устойчивость тройных звезд.

А.В.Петрова, В.В.Орлов  
Петербургский университет

## **ВЛИЯНИЕ СТРОЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ КОМПОНЕНТОВ НА ДИНАМИКУ ТРОЙНЫХ ЗВЕЗД**

Изучается влияние приливной деформации компонент, потери массы вследствие звездного ветра и обмена массой при переполнении одной из компонент своей полости Роша на динамику тройных звездных систем. Рассматриваются плоские иерархические тройные системы с двумя начальными круговыми орбитами. Вращение внутренней и внешней двойных происходит в одном направлении. Оси вращения компонент ортогональны орбитальной плоскости. Показано, что в случае вращения медленнее либо равного синхронизованному приливное взаимодействие приводит к повышению запаса устойчивости тройных систем. При больших скоростях вращения компонент теряется запас устойчивости. Потеря массы компонентами вследствие звездного ветра приводит к повышению устойчивости по отношению к нарушению иерархии структуры. В тех случаях, когда удаленный компонент является наименее массивным в системе, теряется устойчивость по отношению к его уходу без нарушения иерархии. Обмен массой при переполнении полости Роша приводит к повышению устойчивости, если теряет массу более массивный компонент внутренней двойной, и к потере устойчивости — в случае перетекания массы с менее массивного компонента на более массивный.

## НОВЫЙ КАТАЛОГ КОНТАКТНЫХ РАННИХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

Впервые отдельный каталог контактных звезд ранних спектральных классов был опубликован И.И.Бондаренко [1] в 1986 г. и содержал 83 системы. Абсолютные элементы этих систем определялись разными авторами различными методами. Целью нашей работы является создание каталога КР-систем с однородными абсолютными элементами.

Новый каталог насчитывает 90 КР-систем. Создание каталога основано на: 1) предварительной классификации тесных двойных систем [2]; 2) надежных фотометрических решениях и их удовлетворении теоретическому соотношению Плавца – Кратохвилла критический радиус — отношение масс компонентов; 3) надежных спектральных классах главных компонентов.

По надежным многоцветным фотоэлектрическим наблюдениям, предполагая, что оба компонента заполняют свои полости Роша, определены значения отношений масс компонентов. Сравнение значений отношений масс с этой величиной для КР-систем, у которых наблюдались оба спектра и имеются хорошие фотометрические решения, показало, что значение этих величин хорошо согласуются в пределах допустимых погрешностей. Расчет абсолютных элементов проведен по методике Свечникова [3] для КР-систем, предполагая, что главный компонент принадлежит главной последовательности и его спектральный класс определен надежно. Соотношение поверхностных яркостей компонентов, полученное из фотометрии, позволяет определить спектральный класс спутника и остальные физические характеристики исследуемой системы.

Анализ полученных соотношений физических характеристик выявляет особенности данного класса звезд и их эволюционный статус.

### Список литературы

1. Бондаренко И.И. // Астрономо-геод. иссл. Свердловск, 1986. Вып. 2. С.49–68.
2. Свечников М.А. Дисс. ... д-ра физ.-мат. наук. Челябинск, 1985.
3. Свечников М.А., Истомин Л.Ф., Грехова О.А. // Перемен. звезды. 1980. Т. 21. №3. С. 413–443.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО КУРСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ АСТРОФИЗИКИ "АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕР"**

При изучении курса теоретической астрофизики студенты старших курсов знакомятся с различными вариантами моделей звездных атмосфер. Под моделью понимается изменение физических условий в атмосфере с глубиной. Модели атмосфер строятся при ряде предположений и предназначены в конечном итоге для верного описания выходящих потоков и особенностей спектров звезд.

Именно для более глубокого понимания сути физических процессов и наглядного представления моделей предназначена программа MISERY. Она позволяет изучить изменение физических величин (температуры, электронной концентрации, коэффициентов поглощения и т.д.) в атмосфере, для моделей с различными эффективными температурами, силой тяжести и содержанием химических элементов. Используются бланкетированные модели Куруца и не-ЛТР модели Михаласа.

Студенты несомненно оценят не только облегчение расчетов, но и небольшой тест по курсу ТАФ, который будет предложен каждому работающему с программой. Возможности редактирования вопросов, стандартный интерфейс Borland, работа с графиками — эти простые способности MISERY помогут преподавателям и студентам специальности астрофизика.

### **Список литературы**

1. Михалас Д. Звездные атмосферы. Часть 1. М:Мир, 1982.
2. Соболев В. Курс теоретической астрофизики. М:Наука, 1985.

## ПРОБЛЕМЫ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

Теория вращения Земли была в свое время создана как часть общей Эйлеровской проблемы вращения твердого тела вокруг фиксированной точки. В качестве стандарта в 1953 г. была принята теория вращения Земли Вуларда — вращение абсолютно твердого тела вокруг центра масс, с 1977 г. — теория Киношита/Вара, использующая более сложную модель деформируемой Земли. Обе теории разделяют вращательное движение Земли относительно ее центра масс и поступательное движение центра масс Земли относительно Солнца, полагая, что между ними нет взаимодействия.

В последние годы развитие теории поступательно-вращательного движения выявило факты, подтверждающие взаимное влияние этих двух видов движений небесных тел, а также необходимость учета структуры и формы взаимодействующих тел. Эти результаты, однако, не находят отражения в теории вращения Земли. В то же время тщетными остаются попытки найти приемлемый механизм, объясняющий природу самой большой периодической компоненты в движении полюсов Земли — чандлеровской. Из-за этого не существует единой общепринятой модели движения полюсов. Все существующие теоретические варианты модели отклоняются от реального движения и требуют регулярной корректировки по наблюдениям. Поэтому все национальные и Международная Служба Вращения Земли постоянно стремятся увеличить точность и оперативность определения ПВЗ (из-за их большой практической значимости). Приоритетная роль в этой гонке отводится созданию и освоению новых технологий и средств наблюдений. Считается, что все нерешенные теоретические проблемы исчезнут при повышении точности и оперативности наблюдений. Поэтому аналогов предлагаемому проекту в мире не существует.

В последние годы появились как новые математические подходы к исследованию параметров вращения Земли, так и нетрадиционная интерпретация полученных результатов.

## **ПРОБЛЕМЫ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМОСА. КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР**

Что такое околоземное космическое пространство? Какие орбиты предпочтительны для Искусственных Спутников Земли? Сколько их, каково время их жизни, что происходит с ними после окончания их активной жизни, кто и как их наблюдает, какие научные задачи решаются с их помощью и, наконец, что такое космический мусор?

Особенное внимание в лекции будет уделено спутникам на геостационарной орбите.

А.М.Ходарович  
МИФИ

## **АНАЛИЗ ЖЕСТКОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРИМЕНТА "ГАММА-1"**

Большое значение имеет изучение жесткого гамма-излучения солнечных вспышек, с помощью которого можно получить информацию о процессах генерации и ускорения частиц на Солнце и о различных стадиях этого процесса.

В докладе представляется методика выделения солнечных гамма-вспышек с использованием информации базы данных эксперимента "Гамма-1".

## СТРУКТУРА ЗВЕЗДНОГО СКОПЛЕНИЯ NGC 2070 В БОЛЬШОМ МАГЕЛЛАНОВОМ ОБЛАКЕ

Звездное скопление NGC 2070 в БМО является, возможно, самым молодым шаровым скоплением. Совмещение диаграммы цвет-величина скопления с изохронами дает оценку возраста  $t \leq 4 \cdot 10^6$  лет. NGC 2070 является ядром ассоциации 30 Doradus и содержит большое количество звезд класса О и звезд Вольфа-Райе. Излучение этих горячих звезд обеспечивает ионизацию и свечение туманности Тарантул, а взаимодействие звездных ветров определяет сложную структуру туманности. Согласно современным представлениям, туманность Тарантул представляет собой множество расширяющихся газовых оболочек диаметром 10-50 пк, при этом в наиболее плотных областях газовых оболочек, по-видимому, идет процесс звездообразования [1].

Структура звездного скопления NGC 2070 исследуется по опубликованным данным о величинах и координатах звезд [2,3]. Профили поверхностной плотности числа звезд для NGC 2070 имеют особенности в виде ступенек и вторичных максимумов и сильно отличаются для различных направлений от центра скопления и для разных предельных величин. Обнаружено, что гало скопления состоит из большого числа звездных подгрупп ( $\sim 30$ ), включающих от 10 до 150 звезд. Такая структура свидетельствует о малом динамическом возрасте скопления. В большинстве случаев подгруппы выглядят как волокна или дуги и образуют кольцеобразные структуры диаметром 10 - 20 пк, совпадающие с волокнами ионизованного газа центральной части туманности Тарантул. Диаграммы цвет-величина для подгрупп показывают значительное количество звезд на стадии до главной последовательности (ГП) и свидетельствуют о возможном различии в возрасте между подгруппами. Геометрия подгрупп и наличие в них звезд до ГП подтверждает гипотезу звездообразования, индуцированного ударными волнами.

Подгруппы различаются по звездному составу: чем дальше подгруппа от центра скопления, тем ниже верхний предел яркости входящих в нее звезд. Это можно объяснить либо различием в возрасте подгрупп, либо различием физических условий в исходном газовом облаке.

### Список литературы

1. Campbell B., Hunter D.A., Holtzmann J.A. et al. // Astron. J. 1992. V.104. P.1721.
2. Meylan G.// Smith G.H., Brodie J. (eds.) ASP Conference Series Vol.48. The Globular Cluster - Galaxy Connection. San-Francisco: Astron. Soc. Pacif. 1993. P.588.
3. Parker J.Wm.//Astron. J. 1993. V.106. P.560.

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ УЧЕБНИК CGSS И ЕГО МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ АСТРОНОМИИ

Одной из основных задач учебного курса астрономии является формирование естественно-научной картины мира, проникновение в сущность физических процессов окружающей среды. В ходе решения этой задачи компьютер с его возможностями моделирования и наглядностью в представлении информации является достаточно мощным средством поддержки данного курса.

Примером компьютерной программы, наиболее полно реализующей эти возможности, может служить компьютерный учебник "The Computer Guide To The Solar System" (США). Он предназначен для изучения темы "Солнечная система". Использование подобных компьютерных программ при обучении астрономии обуславливается необходимостью создания наивыгоднейших условий для усвоения учебного материала в рамках отведенного лимита времени.

Одним из его достоинств является большое количество статических и динамических иллюстраций, позволяющих более детально изучать движение небесных тел Солнечной системы, физические условия и процессы, протекающие на них. Методические приемы их демонстраций могут быть различны ввиду различия задач, решаемых с их помощью.

Использование данной компьютерной программы не ограничивается только демонстрационными возможностями. Компьютерные модели, включенные в структуру учебника, являются мощным исследовательским материалом. Они могут с успехом применяться непосредственно на практических и лабораторных занятиях по астрономии и обеспечивать исследовательский подход к вопросу получения знаний. В этом случае помимо сообщения готовых знаний стимулируется экспериментально-исследовательская деятельность студентов, позволяющая установить некоторые закономерности физических процессов и явлений. Кроме того, каждый раздел программы содержит богатый справочный материал о физических условиях на телах Солнечной системы и может служить достаточно объемной базой данных.

Это только ряд предлагаемых реализаций возможностей данной программы. Творческий подход к работе с такими программами предусматривает поиск наиболее эффективных путей внедрения компьютерных технологий в преподавание астрономии.

## НЕКОТОРЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРА В ПРЕПОДАВАНИИ АСТРОНОМИИ

Внедрение компьютерных технологий в процесс обучения астрономии влечет за собой не только модернизацию форм организации учебного процесса, но и видоизменяет сам подход к приобретению знаний. Если при традиционном подходе основной задачей было усвоение знаний из множества письменных и устных источников, то с использованием компьютера и его многофункциональных возможностей более приоритетным становится исследовательский подход к получению знаний. На первый план выдвигаются проблемно-поисковые методы и моделирование физических процессов и явлений.

Пути внедрения компьютерных технологий в преподавание астрономии можно представить в виде следующей таблицы:

ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА	РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ	НАЗНАЧЕНИЕ ЭВМ
1.Лекция	1.Обеспечение наглядности. 2.Оперативное использование наблюдательного материала и эфемерид астрономических объектов.	Инструментальное средство.
2.Лабораторные и практические занятия.	1.Обработка данных астрономических наблюдений. 2.Работа с компьютерными моделями. 3.Решение задач практической астрономии с использованием телекоммуникационных сетей.	Инструментальное средство. Инструмент исследования.
3.Самостоятельная работа.	1.Обеспечение исследовательской работы по овладению системой знаний.	Компьютерно-методическая база. Инструмент исследования.

## МЕТАНОЛЬНЫЕ МАЗЕРЫ В ОБЛАСТЯХ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ

Метанольные мазеры (ММ) в областях звездообразования очень яркие: в окрестностях сверхкомпактных областей НII их интенсивности соответствуют излучению черного тела, нагретого до нескольких триллионов градусов. Мазерное излучение обнаружено более чем на 20 переходах межзвездного метанола. ММ широко распространены в молекулярных облаках Галактики (зарегистрированы в сотнях источников). Механизмы накачки ММ зависят от физических условий в источнике и его окружении, определяемых его природой и историей.

На примере метанольных мазеров в докладе рассматриваются условия возникновения космических мазеров. Излагаются методы анализа механизмов накачки, позволяющие определить роли различных процессов в создании инверсии населенностей и оценить возможности механизма.

Проводится классификация ММ в областях звездообразования, основанная на феноменологических характеристиках источников и результатах модельных расчетов.

Интересно, что некоторые из переходов метанола являются мазерными не только в изолированных компактных объектах (обычное представление о мазерном источнике), но и в объеме всего гигантского молекулярного облака. Наблюдения соответствующих радиолиний дают уникальную возможность исследования внутренней структуры облака и его фрагментов, областей индуцированного звездообразования и районов взаимодействия сталкивающихся молекулярных облаков.

Исследования мощных компактных ММ позволяют получить информацию об уникальных объектах, наблюдательно проявляющихся исключительно в линиях метанола.

Расчеты накачки ММ в ядрах гигантских молекулярных облаков (линия на 25 ГГц) свидетельствуют о том, что эти источники, вероятно, являются протозвездами на наиболее ранних стадиях сжатия. Эти объекты заполняют важный пробел в эволюционной последовательности объектов звездообразования.

Наиболее мощные ММ в сверхкомпактных зонах НII (линии на 6 и 12 ГГц), возникают в холодных плотных сгустках газа вытянутой формы, расположенных непосредственно за фронтом ударной волны. Физические условия в таких объектах являются одной из отправных точек развития теории распространения ударных волн, инициирующих звездообразование и определяющих эволюцию межзвездной среды.

Исследования собственных движений, переменности ММ, их относительных яркостей в различных линиях являются уникальными зондами структуры, эволюции и физического состояния областей звездообразования.

## О СИММЕТРИИ БЕССИЛОВОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Бессиловые магнитные поля вида

$$[\mathbf{H}, \text{rot } \mathbf{H}] = 0, \quad \text{div } \mathbf{H}, \quad (1)$$

широко исследуются как в физике горячей лабораторной, так и космической плазмы. В частности, бессиловые конфигурации магнитного поля и плазмы, как токонесущие структуры, обладающие большим запасом свободной магнитной энергии, представляют большой интерес для теории солнечных вспышек и нагрева солнечной короны.

В работе анализируется подход к симметричному анализу бессилового магнитного поля, основывающийся на матричной форме соответствующих уравнений поля (1):

$$(\sigma \nabla - i\alpha)(\sigma \mathbf{H}) = 0, \quad (2)$$

где  $i$  — мнимая единица,  $\sigma$  — матрицы Паули,  $\alpha$  — некоторая скалярная функция; доказано, что вычисленная группа не является группой симметрии уравнений (1).

Построена группа симметрии в смысле С. Ли уравнений (1), включающая известные симметрии бессилового поля.

Поставлена задача вычисления допустимых операторов общего вида из определяющих уравнений

$$[\sigma, \text{rot } \mathbf{H}] + [\mathbf{H}, \text{Rot } \sigma] = \hat{\mathbf{a}} [\mathbf{H}, \text{rot } \mathbf{H}] + \mathbf{a} \text{div } \mathbf{H}, \quad (3)$$

$$\text{Div } \sigma = \mathbf{b} [\mathbf{H}, \text{rot } \mathbf{H}] + b \text{div } \mathbf{H}; \quad (4)$$

найлены линейные дифференциальные 1-го порядка операторы  $\sigma$ , удовлетворяющие этой системе.

Полученные результаты в дальнейшем предполагается использовать для описания магнитостатических солнечных конфигураций.

## Список литературы

1. Мешков А.Г., Михалев Б.Б. К симметрии бессиловых магнитных полей. Деп. в ВИНТИ. 1989. №474Б. В89. 16 с.

## СВЕРХОБОЛОЧКИ И ДИНАМИКА МОЛОДЫХ ЗВЕЗД

Новорожденные звезды попадают в поле Галактики, в основном, двумя путями: при распаде звездных скоплений, с одной стороны, и ассоциаций — с другой. Причем через ассоциации проходит на порядок больше звезд, чем через гравитационно связанные скопления. Существование ассоциаций как главного источника звезд поля согласуется с фактом низкой эффективности звездообразования в Галактике, если понимать под этим отношение итоговой суммарной массы новорожденных звезд к исходной массе облака. Лишь около 1% массы типичного молекулярного облака превращается в звезды к моменту начала разрушения самого облака за счет энерговыделения молодых звезд. Поэтому в последующей динамической эволюции молодого звездного агрегата (МЗА) определяющую роль могут играть остатки облака, которые вместе с межоблачным газом формируют вокруг МЗА расширяющуюся сверхоболочку (СО).

Качественно поведение звезд МЗА представляется следующим. Быстрое расширение СО приводит к резкому уменьшению гравитационного потенциала в пределах МЗА. При этом подсистема низкоскоростных звезд МЗА сохраняется в виде связанного скопления, а подсистема высокоскоростных звезд начинает расширяться вслед за СО, формируя ассоциацию. Ее расширение происходит практически с постоянной скоростью, тогда как скорость расширения СО со временем уменьшается. Наступает момент, когда звезды ассоциации догоняют СО и проходят сквозь нее. После этого они начинают чувствовать притяжение СО, расширение ассоциации замедляется, а часть ее звезд может даже начать обратное движение к центру системы. Это приводит к тому, что заметная часть звезд ассоциации длительное время сопровождает СО, имитируя избыток молодых звезд в пределах плотной наружной части СО и давая повод подозревать стимулированное звездообразование.

Количественно эта проблема была исследована в модели  $N$  тел, в которую аналитически вводился потенциал тонкой сферической оболочки. Результаты моделирования подтвердили описанную выше картину. Поэтому наблюдаемая концентрация молодых звезд вблизи поверхности СО не может считаться однозначным признаком стимулированного расширяющейся оболочкой звездообразования. Нужны дополнительные критерии для разделения звезд первого и второго поколений.

## ДИНАМИКА МАЛЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ПЛОСКОСТИ ТОНКОГО АККРЕЦИОННОГО ДИСКА

Рассмотрена динамика малых неосесимметричных возмущений в плоскости тонкого газового диска с учетом диссипативных факторов (излучения и вязкости). Основное внимание уделено возможности распространения звуковых и эпициклических колебаний с характерной длиной волны  $\lambda$ ,  $h \ll \lambda \ll r$  ( $h$  — полутолщина диска,  $r$  — радиальная координата). Зависимость коэффициента динамической вязкости  $\eta$  от поверхностной плотности  $\sigma$  и  $h$  в виде  $\eta \propto \sigma^\delta h^\epsilon$  приводит к появлению неустойчивых решений.

Показано, что эпициклические и звуковые колебания слабо влияют на параметры и условия возникновения тепловой и вязкой неустойчивости, изученные в [1,2], для которых необходимо преобладание радиационного давления над газовым. Основным результатом является нарастание амплитуды звуковых волн, связанное с определенной зависимостью динамической вязкости от равновесных параметров диска. Новый тип неустойчивости может иметь место при любом отношении газового давления к радиационному. Для коротковолновых возмущений учет неосесимметричности не сказывается на значениях инкрементов всех четырех мод.

Динамика звуковых волн в плоскости диска может играть важную роль для моделей тонких АД, несмотря на то, что вклад равновесного градиента давления в баланс сил мал. Связано это прежде всего с возможностью нарастания амплитуды возмущений. Другой особенностью является то, что наиболее быстро нарастают мелкомасштабные волны. Такие неустойчивости не приводят к разрушению исходного течения, но могут эффективно турбулизовать вещество. Причем, в случае диссипативно-звуковой неустойчивости, чем выше уровень мелкомасштабной турбулентности (вязкости), тем эффективнее нарастают возмущения.

### Список литературы

1. Eardley D.M., Lightman A.P. // *Astrophys. J.* 1975. V. 200. P. 187.
2. Shakura N.I., Sunyaev R.A. // *Monthly Not. Roy. Astron. Soc.* 1976. V. 175. P. 613.

## ПРОГРАММА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ИСЗ НА ОСНОВЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Разработана вычислительная программа на основе аналитической теории движения искусственного спутника Земли, учитывающая возмущения от всего спектра гармоник гравитационного поля Земли [1].

Программа состоит из четырех основных частей:

- 1) подпрограммы вычисления нормированных функций наклона  $\bar{F}_{lmp}(i)$ ;
- 2) подпрограммы вычисления коэффициентов Ганзена  $X_j^{n,k}(e)$ ;
- 3) подпрограммы вычисления вековых и периодических возмущений, обусловленных влиянием несферичности фигуры Земли;
- 4) подпрограммы, вычисляющей координаты и компоненты скорости ИСЗ на основе формул промежуточной орбиты, являющейся решением обобщенной задачи двух неподвижных центров [2].

Программа реализована на языке программирования Turbo Pascal 7.0. Результаты работы программы в виде таблицы прямоугольных координат и компонент скорости спутника на заданные моменты времени заносятся во внешний файл. Моменты времени, на которые необходимо вычислить положение и скорость спутника, определяются пользователем. Пользователь также задает начальные параметры орбиты и постоянные, характеризующие потенциал гравитационного поля Земли.

### Список литературы

1. Аксенов Е.П. Теория движения искусственных спутников Земли. М:Наука, 1977. 360 с.
2. Аксенов Е.П., Емельянов Н.В., Тамаров В.А. Практическое применение промежуточной орбиты спутника. Формулы, программы, тесты. // Тр. ГАИШ. 1988. Т.59. С. 3-40.

## О РОЛИ ПАРАЛЛАКТИЧЕСКОГО ДВИЖЕНИЯ В ОТБОРЕ ЧЛЕНОВ СКОПЛЕНИЯ ЗВЕЗД

Чтобы отделить звезды скопления от звезд поля, часто используют кинематический метод. На точечной диаграмме компонентов собственных движений  $(\mu_\alpha, \mu_\delta)$  для области скопления находится центр концентрации  $C$  или среднее собственное движение скопления. Если все звезды скопления имеют одинаковые поступательное и параллактическое движения, то наблюдаемый разброс точек вокруг  $C$  — следствие ошибок наблюдений  $\sigma(\mu)$ . Поэтому  $\mu$  членов скопления попадают в круг радиуса  $2\sigma$  или  $3\sigma$ . Звезды поля имеют  $\mu$  вне этого круга. Они, а также  $V_r$  (лучевые скорости) распределены вокруг  $O(\mu_{\alpha 0}, \mu_{\delta 0}, V_{r0})$  — отраженного движения Солнца. Центры  $C$  и  $O$  и распределения вокруг них находятся на одной и той же диаграмме  $(\mu_\alpha, \mu_\delta)$ , и важно их не перепутать, как это произошло со скоплением  $\alpha$  Рег.

В работе [1] приведена диаграмма  $(\mu_\alpha, \mu_\delta)$  для 1379 звезд ярче 12.3 звездной величины с фотографии скопления  $\alpha$  Рег. На диаграмме видны два центра концентрации точек:  $O(0.025'' - 0.020'')$  и  $C(0, 0)$ . Поскольку  $\mu$  наиболее ярких звезд представлены точками, лежащими между  $C$  и  $O$ , но немного ближе к  $O$ , его приняли в качестве среднего для скопления. В радиусе  $0.010''$  вокруг  $O$  попали  $\mu$  для 163 звезд, их считают членами скопления. Центр  $C$  приписали звездам поля.

В более поздних исследованиях по уточненным  $\mu$  связь скопления с центром  $O$  не подвергалась сомнениям, лишь уточнялись его координаты. Так по Фресно [2],  $O(0.0136'' - 0.0192'')$ . По Петри и Херду, [3] для этих звезд среднее  $V_r = -1.7$  км/с.

Мы определили по известным формулам параллактическое движение для центра скопления ( $\alpha = 3^h 21^m$ ,  $\delta = 49^\circ 07'$ ,  $r = 170$  пк). При стандартной скорости Солнца ( $V_0 = 20$  км/с,  $A_0 = 270^\circ$ ,  $D_0 = 30^\circ$ ) нашли  $\mu_{\alpha 0} = 0.014''$ ,  $\mu_{\delta 0} = -0.020''$ ,  $V_{r0} = -1.2$  км/с. Как видим, они практически совпадают с координатами  $O$  по Фресно и Петри. Отсюда можно заключить, что центр  $O$  относится не к скоплению, а к полю. Со скоплением же следует связать второй центр. По Фресно, его координаты  $C(-0.0070'', 0.0059'')$  с дисперсией  $\sigma = 0.0087''$ .

В круг с радиусом  $3\sigma$  вокруг  $C$  попадает в 7 раз больше звезд, чем принимаемое до сих пор число членов  $\alpha$  Рег. Среди них оказываются и звезды из старых списков скопления, чьи  $\mu$  лежат между  $O$  и  $C$ . Но большинство, конечно, новых членов. Большое число звезд скопления подтверждается при сравнении плотностей звезд в области скопления и в его окрестностях, а также другими методами.

Выводы: 1) Отбор членов любого скопления по диаграмме  $(\mu_\alpha, \mu_\delta)$  надо начинать с определения параллактического движения или точки  $O$ , чтобы связать скопление не с ней, а с точкой  $C$ . 2) Для близкого, молодого скопления  $\alpha$  Рег, относимого к эталонам скоплений, нужны новые исследования, исправляющие ошибку.

## **Список литературы**

1. Heckman O., Dieckvoss W., Kox H. // Astron. Nachr. 1956. V.283. P109.
2. Fresneau A. // Astron. J. 1980. V.85. P.66.
3. Petrie R.M., Heard J.F. // Publ. Domin. Astrophys. Obs. Victoria. 1970. V.13. P.329.

## ДВОЙНЫЕ И КРАТНЫЕ ЗВЕЗДЫ В ОКРЕСТНОСТИ МОЛОДОГО РЗС NGC 6823

В течение последних десятилетий по нашей программе в ГАО РАН на 26" длиннофокусном рефракторе ( $F = 10.4$  м) проводятся фотографические наблюдения площадок, содержащих сравнительно близко расположенные к Солнцу рассеянные звездные скопления (РЗС) с целью астрометрического изучения звезд в них и, в первую очередь, двойных и кратных систем — весьма интересных и многочисленных объектов галактического диска [1]. В наших ранних публикациях приведены результаты таких исследований в окрестности центров ряда РЗС различного возраста: NGC 752, 225, 6940; Tr 37 [2]. Главное внимание уделяется вопросу распределения визуально-двойных и кратных звезд, их численности, а также проблеме физической связи в системах. Среди молодых скоплений с признаками продолжающегося звездообразования NGC 6823, на наш взгляд, занимает особое место. Оно является ядром ассоциации Vul OB1, находится в области III с темными облаками и "слоновыми хоботами". Наиболее яркие звезды скопления относятся к звездам O7–B1. Необычайно интересной является структура ядра скопления, где в площадке  $20'' \times 40''$  находится 3 компактных системы типа трапеций, хорошо разрешаемых на наших снимках. В результате астрометрического исследования в области  $19^h 39^m.7 \div 19^h 41^m.7, +23^\circ 10' \div +23^\circ 32'$  (1950.0) определены абсолютные и относительные положения компонентов звезд в трапециях, 15 двойных звезд в соседней с ядром области, а также экваториальные координаты 175 одиночных звезд с отождествлением их звездных величин и спектров по данным фотометрических каталогов. Фотометрические исследования в этом РЗС затруднены вследствие сложного характера межзвездного поглощения. Высокое качество наших снимков и достаточное количество опорных звезд на исследуемом поле обеспечило получение координат объектов с точностью  $\pm 0.08'' \div 0.15''$ . Астрометрическое исследование, выполненное нами, может быть использовано в качестве надежной первой эпохи при изучении кинематических характеристик звезд в этом РЗС, установлении физической связи в системах двойных и кратных звезд, а также возможной принадлежности их к скоплению.

## Список литературы

1. Шукстова З.Н. // Астрон.-геод. исслед. Близкие двойные и кратные звезды. Свердловск, 1990. С.22–30.
2. Шукстова З.Н., Левитская Т.И. // Астрофотография в исследовании Вселенной. СПб, 1992. С.327–329.
3. Erickson R.R. // Astron. and Astrophys. 1971. V.10. №2. P.270–277.
4. Кузьминых Т.Ю. // Курсовая работа. УрГУ, 1994.

## КОСМИЧЕСКИЕ УФ-ОБСЕРВАТОРИИ. ПРОЕКТ "СПЕКТР-УФ"

План лекции:

1. Краткий анализ современных технических средств, с помощью которых проводились, проводятся в настоящее время и планируются наблюдения в УФ.

1.1. Проведенные и проводимые эксперименты.

1.2. Осуществляемые и перспективные проекты.

1.3. Основные требования к астрофизической аппаратуре, предъявляемые при решении астрофизических задач в ультрафиолетовом участке спектра — современное состояние и перспектива.

1.3.1. Чувствительность.

1.3.2. Пространственное разрешение.

1.3.3. Спектральный диапазон.

1.3.4. Спектральное разрешение.

1.3.5. Математическое моделирование при оценке потенциальных возможностей экспериментов.

2. Краткое описание основных результатов космических ультрафиолетовых наблюдений.

2.1. Статистика наблюдений (на примере архива Космического телескопа Хаббла).

2.2. Научные результаты.

3. Перспективные астрофизические задачи для будущих космических проектов.

3.1. Задачи, которые предполагается решать с помощью действующих и разрабатываемых в настоящее время ультрафиолетовых телескопов.

3.1.1. Общие перспективы.

3.1.2. Проект "Спектр-УФ".

3.2. Приоритеты.

## **АНАЛИЗ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ПО ГЕОСТАЦИОНАРНЫМ КО, ПОЛУЧЕННОЙ В КОУРОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ**

В 1993–1994 гг. в Коуровской обсерватории было получено 906 координатных измерений угловых положений геостационарных космических объектов (КО). Приводится распределение этих измерений по времени их проведения. Полученные по геостационарным КО измерения были обработаны в НИИВЦ "Космос" на ПЭВМ с помощью комплекса программ обработки координатной информации, обеспечивающего решение задач предварительной обработки и идентификации измерений, первоначального определения, отождествления, каталогизации и уточнения орбит геостационарных КО. Следует отметить, что одним из условий эффективной обработки измерений с помощью данного комплекса является условие получения в течение одного сеанса наблюдения КО не менее четырех пар (прямое восхождение, склонение) неаномальных измерений на мерной дуге, превышающей 0.1 суток. Из 906 измерений только 510 удовлетворяло этому условию. С использованием этих измерений были построены орбиты для 56 КО. Приводятся параметры проидентифицированных измерений, условные номера КО, к которым они отнесены, и значения остаточных невязок, соответствующих результатам определения орбит.

Приводится распределение прямых восхождений и склонений измерений, использованных при определении орбит КО. Диапазон измеренных значений склонения находится в интервале от  $-10^\circ$  до  $-1^\circ$ . Приводятся данные, характеризующие количество и длительность наблюдений геостационарных КО.

Отождествление орбит КО, наблюдаемых Коуровской обсерваторией, позволило определить названия и международные номера наблюдаемых КО. Большинство отождествленных (36 из 56) оказались активными, т.е. постоянно корректирующими свое положение с целью поддержания заданной географической долготы. Значительный интерес представляют данные о согласованности измерений Коуровской обсерватории с наблюдениями других обсерваторий. Они получены на основе определения орбит геостационарных КО по квазисинхронным их наблюдениям различными средствами.

## LOCAL INTERSTELLAR MATTER AND INTERSTELLAR BUBBLES

Giant bubbles in nearby galaxies and our Galaxy are observed in optics, radio, and X-rays and have different sizes and origins. The largest ones inside the region occupied by the spiral structures have diameters less than 300-400 pc. The Cygnus Superbubble is not an entity, but represent a result of projection of many sources into the sky.

X-ray emission from bubbles blown by stellar wind has been predicted in the 1960s. The first Einstein data did not indicate any X-ray flux from Sh308 and RCW58. The most promising stellar wind nebula for X-ray observations is NGC 6888 and processing Einstein archival data reveals a soft X-ray emission whose flux is about 1/10 of the predicted one. A more careful modelling reduces the discrepancy down to a factor of 2 or 3.

The local stellar matter is an old giant bubble around the Sco-Cen stellar association. There are many cold and warm gas clouds inside the bubble. The Sun is probably isolated from the bubble by the Local Cloud. Loop I is an old SNR inside the bubble. Traces of several older bubbles are found near the Local bubble. The ROSAT soft X-ray survey is important for understanding the origin of the galactic soft X-ray background.

## Содержание

Захарова П.Е. 30 лет астрономических исследований в Коуровской обсерватории.....	1
Адучкевич Ю.Г., Алтуний К.К., Бильский А.В., Захарова Л.В., Краснюк В.Б., Речник Л.Д., Черныш А.В. Некоторые закономерности радиоизлучения солнечных вспышек в 1990–1993 гг.....	4
Аксенов А.Н., Тейфель В.Г. Столкновение кометы Шумейкер-Леви с Юпитером: первые результаты наблюдений.....	5
Амелина Т.А., Батырь Г.С., Дикий В.И., Юрасов В.С. Комплекс программ обработки информации по геостационарным космическим объектам на ПЭВМ.....	6
Андрианова М.Г. Фотометрические, геометрические и абсолютные элементы тесной двойной звезды MN Кассиопеи.....	7
Батурий А.П., Тамаров В.А., Черницов А.М. Сравнение методов определения вероятностных ошибок прогнозирования параметров движения космических объектов.....	8
Баязитов У.Ш. Современное состояние исследований молодых звезд типа Т Тельца.....	9
Баулина И.В., Каммерер И.П. Симметрии уравнения нестационарной дисковой аккреции.....	10
Ваганова Е.Б. Ионосферный спорадический слой $E_s$ и серебристые облака.....	11
Вибе Д.З., Шустов Б.М. Динамическое самообогащение шаровых скоплений.....	12
Галишев В.С. Применение эффекта Ханле в физике Солнца.....	13
Герасименко Т.П. Некоторые галактические параметры и подсистема рассеянных звездных скоплений.....	14
Голубева Т.Н. Численное интегрирование орбит транснептуновых объектов.....	15
Горда С.Ю. Сканерные фотометрические наблюдения переменных звезд в АО УрГУ.....	16
Гусаров Г.Г. О решениях уравнений Янга-Миллса в инфляционной космологии.....	17
Гуляева О.В., Леви В.В. Структура галактической ударной волны.....	18
Дудоров А.Е. Механизмы генерации космических магнитных полей.....	18
Джаблани А.И., Кузнецов Э.Д., Холщевников К.В., Шмыров А.С. Аналитическая оптимизация одноимпульсных полетов.....	19
Дзюбина Е.А., Жилкин А.Г. Эволюция углового момента молодой магнитной звезды с аккреционным диском.....	20
Захарова П.Е., Кайзер Г.Т., Колесников В.И., Кузнецов Э.Д., Никольников Ю.В. Оптико-электронный комплекс для наблюдений космических объектов.....	21
Кайзер Г.Т. 20 лет наблюдений на камере SBG.....	22
Кайзер Г.Т., Клопова Е.И., Кузнецов Э.Д., Ромашин Г.С., Слаутина Т.В. Об отождествлении геостационарных спутников.....	23
Казанцев М.Б. Автомодельные МГД-струи в системах с аккрецией.....	24

<b>Калинин А.А.</b> Определение зависимости лучевой скорости в теле протуберанца от оптической глубины по профилю излучаемой им спектральной линии.....	25
<b>Каретников В.Г.</b> Перенос вещества в затменных двойных звездах на стадии первого обмена массами.....	26
<b>Кишканов А.Ю.</b> Не-ЛТР расчет линий k, h MgII в атмосферах Солнца и холодных звезд.....	27
<b>Ковалев Ю.Ю.</b> Статистический анализ полной выборки компактных внегалактических радиисточников.....	28
<b>Кожевников В.П.</b> Телескоп системы Кассегрена с диаметром главного зеркала 70 см Астрономической обсерватории Уральского университета.....	29
<b>Комаров Н.С.</b> Эволюция химсостава от Большого Взрыва до настоящего времени.....	30
<b>Лаптева Л.В.</b> Контактные двойные звезды V1182 Орла и AD Феникса.....	31
<b>Левитская Т.И.</b> Феномен кометы Шумейкер-Леви 9.....	32
<b>Магуськин Б.Ф.</b> О допустимых значениях главного интервала при применении уточненного МНК.....	33
<b>Мазейна Е.Н.</b> Спектры турбулентности межзвездных молекулярных облаков.....	34
<b>Машонкина Л.И., Шиманский В.В., Шиманская Н.Н., Сахибуллин Н.А.</b> НеЛТР анализ спектральных линий атомов щелочных и щелочноземельных элементов в атмосферах F, G, K звезд.....	35
<b>Микиша А.М.</b> Малоразмерные тела в околоземном космическом пространстве: опасность столкновения с Землей и возможность предотвращения катастрофы.....	37
<b>Мирошниченко А.С.</b> Ранние стадии эволюции звезд: теория и наблюдения.....	38
<b>Митин Л.И.</b> Космос и море.....	39
<b>Михайлова Е.А., Орлова Т.А.</b> Нелинейное взаимодействие спиральной волны со звездами вблизи радиуса коротации в дисках галактик... ..	40
<b>Мурашов А.М.</b> Регистрация солнечных частиц 31 октября 1991 года в окрестности Земли.....	41
<b>Никифорова Т.П.</b> Особенности структуры эмиссионных линий эруптивного протуберанца.....	42
<b>Орлов В.В., Петрова А.В.</b> Устойчивость иерархических тройных звезд.....	43
<b>Петрова А.В., Орлов В.В.</b> Влияние строения и эволюции компонентов на динамику тройных звезд.....	43
<b>Перевозкина Е.Л.</b> Новый каталог контактных ранних двойных звезд.....	44
<b>Рукавичников Е.Л.</b> Автоматизация лабораторной работы по курсу теоретической астрофизики "Анализ моделей атмосфер".....	45
<b>Рыхлова Л.В.</b> Проблемы вращения Земли.....	46
<b>Рыхлова Л.В.</b> Проблемы околоземного космоса. Космический мусор ..	47
<b>Ходарович А.М.</b> Анализ жесткого гамма-излучения солнечных вспышек по данным эксперимента "Гамма-1".....	47

<b>Селезнев А.Ф.</b> Структура звездного скопления NGC 2070 в Большом Магеллановом Облаке .....	48
<b>Ситников В.П.</b> Компьютерный учебник CGSS и его методические возможности при обучении астрономии .....	49
<b>Ситников В.П.</b> Некоторые возможности использования компьютера в преподавании астрономии .....	50
<b>Соболев А.М.</b> Метанольные мазеры в областях звездообразования ....	51
<b>Соловьева Е.А.</b> О симметрии бессилового магнитного поля .....	52
<b>Сурдин В.Г.</b> Сверхоболочки и динамика молодых звезд .....	53
<b>Храпов С.С., Хоперсков А.В.</b> Динамика малых возмущений в плоскости аккреционного диска .....	54
<b>Шатохин В.В.</b> Программа расчета параметров движения ИСЗ на основе аналитической теории .....	55
<b>Шацова Р.Б., Овчарова И.Н.</b> О роли параллактического движения в отборе членов скопления звезд .....	56
<b>Шукстова З.Н., Кузьминых Т.Ю.</b> Двойные и кратные звезды в окрестности молодого РЗС NGC 6823 .....	58
<b>Шустов Б.М.</b> Космические УФ-обсерватории. Проект "Спектр-УФ" ..	59
<b>Юрасов В.С., Амелина Т.А.</b> Анализ измерительной информации по геостационарным КО, полученной в Коуровской обсерватории .....	60
<b>Bochkarev N.G.</b> Local interstellar matter and interstellar bubbles .....	61

Физика Космоса:  
Тезисы докладов и сообщений  
студенческой научной конференции  
30 января — 3 февраля 1995 г.

ЛР № 020257 от 10.10.91

---

Подписано в печать 25.01.95. Формат 60 × 82 1/16. Бумага для множительных аппаратов. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 3.5 Усл. печ. л. 3.5  
Тираж 120 экз. Заказ

Уральский государственный университет.  
Екатеринбург, пр. Ленина, 51.

---

Предприятие "Таймер". Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 145.