

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Всероссийская астрофизическая конференция  
**АСТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ СЕГОДНЯ И ЗАВТРА**  
**(HEA-2005)**

26–28 декабря 2005 г.

проводится при финансовой поддержке  
Российской академии наук и  
Российского фонда фундаментальных исследований

Москва, 2005



# Программа

---

## 26 декабря — первый день

09:00–09:30 Регистрация 30 мин

### Космология, темная материя, скопления галактик

09:30–10:00 Старобинский 30 мин Последние достижения и проблемы в теории первичных неоднородностей во Вселенной

10:00–10:20 Широков 20 мин Численное моделирование мелкомасштабной структуры темной материи

10:20–10:40 Июдин 20 мин Возможность использования гамма-излучения для тестирования состава «темного вещества» в гало нашей Галактики

10:40–11:00 Докучаев 20 мин Аннигиляция темной материи в гало Галактики

11:00–11:20 **Кофе**

11:20–11:50 Сюняев 30 мин Перспективы наблюдений скоплений галактик в радиодиапазоне

11:50–12:10 Котов 20 мин Эволюция корреляционных соотношений скоплений галактик

12:10–12:30 Буренин 20 мин Рентгеновский обзор далеких скоплений галактик по данным наведений телескопа ROSAT

12:30–13:00 Вихлинин 30 мин Последние данные об эволюции скоплений галактик и их космологическая интерпретация

13:00–13:20 Финогенов 20 мин Поиск маломассивных скоплений в глубоких обзорах обсерватории *XMM-Newton*

13:20–13:40 Павлинский 20 мин Проект астрофизической обсерватории СПЕКТР-РГ/*eROSITA/LOBSTER*

13:40–14:40 **Обед**

14:40–15:10	Чуразов	30 мин	Потоки охлаждения и черные дыры в молодых эллиптических галактиках
15:10–15:40	Сазонов	30 мин	Исследование локальной популяции ядер активных галактик с помощью рентгеновских обзоров всего неба
15:40–16:00	Гнедин	20 мин	Магнитные поля сверхмассивных черных дыр и космологические модели
16:00–16:20	Захаров	20 мин	Измерение параметров сверхмассивных черных дыр из космоса
16:20–16:50	Черепашук	30 мин	Демография черных дыр

16:50–17:10 **Кофе**

## **Сверхновые и гамма-всплески**

17:10–17:30	Моисеенко	20 мин	Магниторотационные сверхновые. Новые результаты
17:30–18:00	Блинников	30 мин	Несимметричные взрывы звезд: от сверхновых к гамма-всплескам?
18:00–18:20	Тутуков	20 мин	Магнито-ротационный коллапс во Вселенной и гамма-всплески
18:20–18:40	Липунов	20 мин	Наблюдения гамма-всплесков и оптических транзиентов на телескопе-роботе МАСТЕР
18:40–19:00	Барков	20 мин	Взаимодействие космологического гамма-всплеска с плотным молекулярным облаком

## **27 декабря — второй день**

09:30–09:50	Соколов	20 мин	Наблюдательные ограничения для углового и спектрального распределения фотонов в источниках гамма-всплесков
09:50–10:10	Медведев	20 мин	Спектральная переменность коротких гамма-всплесков
10:10–10:30	Тихомирова	20 мин	Излучение гамма-всплесков: новые мягкие события в архивах <i>BATSE</i> и многообразии спектров

## **Популяции рентгеновских источников в галактиках**

10:30–10:50	Богомазов	20 мин	Функция рентгеновской светимости галактик по результатам расчетов на Машине сценариев
10:50–11:20	Гильфанов	30 мин	Динамическое формирование рентгеновских двойных систем в балджах спиральных галактик

### **11:20–11:40 Кофе**

11:40–12:00	Постнов	20 мин	Образование и эволюция двойных систем с нейтронными звездами в шаровых скоплениях
12:00–12:20	Штыковский	20 мин	Массивные рентгеновские двойные в Магеллановых Облаках
12:20–12:40	Лутовинов	20 мин	Популяция массивных рентгеновских двойных в Галактике: результаты обсерватории ИНТЕГРАЛ
12:40–13:10	Наякшин	30 мин	Аккреция и звездообразование в центральном парсеке нашей Галактики
13:10–13:40	Ревнивцев	30 мин	Природа рентгеновского излучения Галактического риджа. Суммарное излучение слабых рентгеновских источников в Галактике
13:40–14:00	Кривонос	20 мин	Излучение галактического риджа в жестких рентгеновских лучах — результаты обсерватории ИНТЕГРАЛ

### **14:00–15:00 Обед**

## **Нейтронные и странные звезды, магнетары**

15:00–15:30	Каминкер	30 мин	Новые сценарии остывания сверхтекучих нейтронных звезд с аккреционными и замагниченными оболочками
15:30–16:00	Яковлев	30 мин	Странные звезды
16:00–16:20	Арутюнян	20 мин	О некоторых особенностях нейтронных звезд с кварковым ядром

16:20–16:50	Грузинов	30 мин	Магнитосферы пульсаров
16:50–17:10	Бескин	20 мин	Статистика потухших радиопульсаров
17:10–17:30	Попов	20 мин	Массы нейтронных звезд: гиганты, карлики и соседи
17:30–17:50	Рафиков	20 мин	Двойной пульсар J 0737–3039: общие характеристики и природа магнитосферных затмений
17:50–18:10	Чернякова	20 мин	Изучение взаимодействия ветров в двойной системе PSR B1259–63 на основе данных обсерватории <i>XMM-Newton</i>
18:10–19:00	<b>Концерт</b>		
19:00–21:30	<b>Конференционный ужин</b>		

---

## 28 декабря — третий день

09:30–10:00	Фредерикс	30 мин	Гигантские вспышки от источников повторных мягких гамма-всплесков
10:00–10:20	Мольков	20 мин	Рентгеновское излучение источника повторных гамма-всплесков SGR 1806–20 по данным обсерватории ИНТЕГРАЛ
10:20–10:50	Любарский	30 мин	Гигантская гамма-вспышка на магнетаре SGR 1806–20
10:50–11:10	<b>Кофе</b>		

## Аккреция, рентгеновские двойные

11:10–11:40	Иногамов	30 мин	Радиационно-доминированный быстровращающийся аккреционный пояс на поверхности нейтронной звезды
11:40–12:00	Сулейманов	20 мин	Спектры излучения слоев растекания на поверхности нейтронных звезд
12:00–12:30	Поутанен	30 мин	Современное состояние исследований аккрецирующих миллисекундных пульсаров

12:30–13:00	Фабрика	30 мин	Свойства SS 433 и ультраяркие рентгеновские источники во внешних галактиках
13:00–13:20	Трушкин	20 мин	Недавние исследования радиопеременности активных ядер галактики и микроквазаров на радиотелескопах РАТАН-600 (САО) и РТЗ2 (ИПА)
13:20–13:40	Журавлев	20 мин	О вихревых возмущениях в плоских аксиально-симметричных течениях

13:40–14:40 **Обед**

14:40–15:10	Титарчук	30 мин	Корреляция спектрального индекса и частот КПО в двойных системах с черными дырами и нейтронными звездами. Наблюдательные признаки черных дыр и нейтронных звезд
15:10–15:30	Гребенев	20 мин	Быстрые рентгеновские транзиенты по наблюдениям обсерватории ИНТЕГРАЛ
15:30–15:50	Бикмаев	20 мин	Результаты оптических отождествлений рентгеновских источников обсерваторий ИНТЕГРАЛ и <i>RXTE</i> на 1,5-м телескопе РТТ-150 в 2005 г.
15:50–16:10	Сахибуллин	20 мин	Теория образования спектров облучаемых звездных атмосфер и ее приложения к наблюдениям на телескопе РТТ-150
16:10–16:30	Денисенко	20 мин	Открытие глубоких затмений в катаклизмической переменной 1RXS J020929.0+283243 на российско-турецком 1,5-метровом телескопе РТТ-150

16:30–16:50 **Кофе**

**Нетепловые процессы, космические лучи**

16:50–17:20	Кочаровский	30 мин	Генерация магнитного поля и токовые филаменты в бесстолкновительной плазме релятивистских джетов
17:20–17:40	Деришев	20 мин	Особенности спектров синхротронного излучения электронов в релятивистской ударной волне для различных режимов ускорения

17:40–18:00	Чернышов	20 мин	Природа аннигиляционного излучения из центра Галактики
18:00–18:20	Зиракашвили	20 мин	Простая модель газового течения из галактик с активным звездообразованием
18:20–18:40	Штерн	20 мин	Электромагнитный каскад в разгонном режиме как новый механизм светимости блазаров

## Стендовые доклады

- P1 Аджян Тонкая структура поверхности голой странной звезды
- P2 Алавердян Энерговыделение при превращении нейтронной звезды в гибридную звезду с ядром из кваркового вещества
- P3 Баренбаум Основной механизм ускорения космических лучей в галактиках
- P4 Барсуков Гамма-излучение радиопульсаров с недипольным магнитным полем
- P5 Белоконь «Гладкая» и «вспышечная» компоненты в оптическом излучении блазара 3C 345: периоды и наблюдательные свидетельства их различного происхождения
- P6 Бочкарев 20 лет эхокартирования АЯГ
- P7 Буренин Наблюдения оптических послесвечений космических гамма-всплесков на российско-турецком 1,5-м телескопе (РТТ-150)
- P8 Воеводкин Исследование холодного облака газа в скоплении NGC 6338
- P9 Гвоздев Нейтринное остывание плазмы гигантской вспышки SGR 1806–20
- P10 Голубятников Устойчивость равновесия и динамика оболочки, поддерживаемой звездным ветром
- P11 Горбунов Астрономия на сверхвысоких энергиях
- P12 Гусаков Температурная зависимость спектра пульсаций сверхтекучих нейтронных звезд
- P13 Ибрагимов Анализ наблюдений вспышки 2002 г. миллисекундного рентгеновского пульсара SAX J1808.4–3658
- P14 Илларионов Сверхтекучесть в нейтронных звездах
- P15 Карицкая Исследование V1357 (Лебедь X-1) на основе оптических спектров высокого разрешения 2002–2004 гг.
- P16 Кириллов О природе темной материи
- P17 Косенко Эффекты ионизации с внутренних оболочек в молодых остатках сверхновых
- P18 Краснобаев Моделирование вариаций светимости рентгеновского источника в потоке звездного ветра
- P19 Левин Базовый модуль детектирования жесткого рентгеновского излучения для телескопа с кодированной апертурой проекта *CPG/eROSITA/Lobster*

- P20 Малов Об эволюции наклона осей в радиопульсарах и диаграмме  $dP/dt-P$
- P21 Малофеев Радиоизлучение от двух молодых миллисекундных рентгеновских пульсаров в остатках сверхновых 3C 58 и Kes 79
- P22 Мартянов Аналоги токового слоя Харриса в релятивистской бесстолкновительной плазме с анизотропной функцией распределения электронов
- P23 Мартянов Динамика излучения ускоренных электронов в релятивистской ударной волне с потерями
- P24 Нагирнер Перераспределение поляризованного излучения в произвольной системе отсчета
- P25 Нохрина О возможности ускорения частиц в параболическом магнитном поле
- P26 Огнев Нейтринное нагревание ударной волны в магнито-ротационной модели взрыва сверхновой
- P27 Окнянский Программа рентгеновского мониторинга гравитационных линз
- P28 Павлинский Проект астрофизической обсерватории Спектр-РГ/*eROSITA/LOBSER*
- P29 Полищук Космологический член в струнной космологии
- P30 Птускин О распределении магнитного поля за фронтом ударной волны в молодых остатках сверхновых
- P31 Репин Возможности регистрации обратного вращения в керровских аккреционных дисках по профилю линии Fe,  $K_{\alpha}$
- P32 Свертилов Нелинейно-электродинамические эффекты в окрестности гамма-пульсаров и магнетаров и возможности их наблюдения
- P33 Сейфина Фазы активности транзиентного пульсара GS 1843+009 в наблюдениях со спутника ИНТЕГРАЛ
- P34 Старикова Перераспределение поляризованного излучения в произвольной системе отсчета
- P35 Топтыгин Нерезонансная генерация магнитных флуктуаций ускоренными частицами в частично ионизованной среде
- P36 Трушкин Быстрая рентгеновская переменность в течение события массивного струйного выброса из SS 433
- P37 Урысон Активные ядра - источники кластеров частиц ультравысоких энергий
- P38 Филиппова Наблюдения SS 433 по данным обсерватории *RXTE*

- P39 Хамитов Результаты анализа оптических кривых блеска гравитационно-линзируемого квазара SBS 1520+530 по наблюдениям на 1.5-м телескопе RTT150 в 2001–2005 гг.
- P40 Цыганков Наблюдения рентгеновского пульсара V 0332+53 по данным обсерваторий ИНТЕГРАЛ
- P41 Человеков Каталог рентгеновских всплесков, зарегистрированных телескопом *ISGRI* обсерватории ИНТЕГРАЛ в 2003–2005 гг.
- P42 Чернякова Научный центр данных обсерватории ИНТЕГРАЛ – *ISDC*
- P43 Чугунов Колебания коры нейтронной звезды
- P44 Якубовский Роль «кипения» ядерной жидкости в процессе вспышек СН типа 2
- P45 Янкова Аккреционный диск с адвекцией и магнитным полем



## Аннотации докладов

---

**Алавердян Григор Бахшиевич (ЕГУ)**

*Энерговыделение при превращении нейтронной звезды в гибридную звезду с ядром из кваркового вещества*

Исследуются изменения параметров нейтронных звезд, обусловленные появлением внутри звезды кварковой фазы. Уравнение состояния адронной фазы рассчитано в рамках теории среднего ядерного поля, а кварковой фазы — в рамках модели мешка МТИ. Рассмотрен как случай, когда фазовый переход имеет обычный Ван-дер-Ваальсовский характер, так и случай фазового перехода с образованием смешанной адронно-кварковой фазы. Проводится сравнительный анализ процесса перестройки звезды и энерговыделения в вышеуказанных двух случаях и обсуждаются возможности использования отличительных свойств как наблюдательного теста для выяснения реализующегося в природе варианта фазового перехода.

**Г. Б. Алавердян (ЕГУ), Арутюнян Анаит Роландовна (ЕГУ), Ю. Л. Вартанян (ЕГУ)**

*О некоторых особенностях нейтронных звезд с кварковым ядром*

Рассчитаны серии моделей слоистых нейтронных звезд со странным кварковым ядром. Проведен подробный сравнительный анализ интегральных и структурных параметров некоторых характерных конфигураций построенных серий. В ряде рассмотренных моделей уравнения состояния с параметром перехода  $\lambda > 3/2$  ( $\lambda$  — релятивистский параметр скачка плотности) на кривой зависимости массы звезды от центрального давления формируется новый дополнительный локальный максимум ( $M_{max} \approx 0,08M_{\odot}$  для одних моделей и  $M_{max} \approx 0,8M_{\odot}$  — для других). Сверхплотные звезды с малым кварковым ядром ( $M_{core} \approx 0,002 \div 0,03M_{\odot}$ ), расположенные на этой дополнительной устойчивой ветви, обладают интересными отличительными особенностями. В частности, слоистые нейтронные звезды характеризуются необычно большими значениями радиуса (от  $R \approx 700$  до  $R \approx 2700$  км для различных уравнений состояния). Наличие в отмеченных моделях дополнительной области устойчивости в случае аккреции вещества на маломассивную нейтронную звезду делает возможным осуществление двух последовательных переходов в слоистую конфигурацию с кварковым ядром в результате структурной перестройки звезды.

**Барков Максим Владимирович (ИКИ РАН)**

*Взаимодействие космологического гамма-всплеска с плотным молекулярным облаком*

Рассчитаны болометрические кривые блеска послесвечения после прохождения гамма-всплеска через молекулярное облако. Выявлена сильная зависимость формы и продолжительности кривой блеска послесвечения от распределения вещества в облаке, степени коллимации гамма-импульса и условий наблюдения. Достижение пикового значения может происходить как через 7 дней (гамма-всплеск находится на некотором отдалении от центра молекулярного облака с мелкомасштабными уплотнениями), так и через 1–3 года (гамма-всплеск в центре однородного молекулярного облака). Болометрическая светимость переизлученного сигнала может достигать величин  $6,5 \cdot 10^{42}$  эрг/с.

В рамках модели переизлучения энергии мощного гамма-импульса пылью плотного молекулярного облака, дана интерпретация мощного инфракрасного послесвечения от яркого гамма-всплеска GRB 041219a. При данном механизме переизлучения не ожидается приход оптического и ультрафиолетового послесвечения. По наблюдаемым свойствам инфракрасного излучения дается оценка угла раствора гамма-импульса и выводится ограничение на красное смещение (расстояние) источника гамма-всплеска.

Проведены расчеты, моделирующие движение неоднородной межзвездной среды, прогретой гамма-всплеском. В случае изотропного гамма-всплеска в однородном облаке скорость течения за фронтом ударной волны достигает 2200 км/с при энергии гамма-всплеска  $1,6 \cdot 10^{53}$  эрг и 5200 км/с при энергии гамма-всплеска  $1,6 \cdot 10^{54}$  эрг, соответственно. Гамма-всплеск может происходить в конической полости, что может быть вызвано асимметричным звездным ветром. В этом случае образуется узкий направленный выброс. Скорость истечения вещества может достигать 18000 км/с для анизотропного гамма-всплеска с энергией  $1,6 \cdot 10^{53}$  эрг. Скорость выброса равна 13000 км/с для анизотропного гамма-всплеска с энергией  $1,6 \cdot 10^{53}$  эрг и углом раскрытия конуса 24 градуса. В случае узкого гамма-импульса выброс приобретает кольцеобразную форму. Во всех расчетах максимальная скорость достигалась только вблизи источника гамма-всплеска. Характерный радиус равен 0,1 пк.

**Е. М. Кантор (ФТИ РАН), Барсуков Дмитрий Петрович (ФТИ РАН)**

*Гамма-излучение радиопульсаров с недипольным магнитным полем*

Рассмотрено влияние недипольности магнитного поля на гамма-излучение полярных областей радиопульсаров. Пульсар рассматривается в модели Голдрайха-Джулиана со свободным истечением зарядов с поверхности нейтронной звезды. Недипольность магнитного поля моделируется помещением под полярной шапкой, на глубине 0,1 радиуса звезды, второго диполя, направленного перпендикулярно к основному диполю [1]. Рассмотрены два случая ориентации второго диполя:

- в плоскости оси вращения и основного диполя, диполь направлен к оси вращения;
- перпендикулярно плоскости оси вращения и основного диполя.

При нахождении интенсивности гамма-излучения пульсарной трубки учитывается как изгибное гамма-излучение первичных электронов, так и излучение, связанное с нерезонансным обратным комптоновским рассеянием тепловых фотонов с полярной шапки на первичных электронах.

При нахождении высоты верхней обкладки пульсарного диода были учтены только позитроны, порожденные изгибным излучением первичных электронов [2]. При вычислениях предполагалось, что полярная шапка нагревается обратным током позитронов. Величина обратного тока позитронов оценивалась с помощью формулы (3) из [1].

Учтено влияние на гамма-излучение как изменения кривизны силовых линий магнитного поля, так и изменения электрического поля, вызванные недипольностью магнитного поля [3].

Показано, что наличие даже слабой недипольности магнитного поля приводит к резкому падению интенсивности гамма-излучения пульсарной трубки в области  $1 \div 100$  МэВ, при этом интенсивность обратного комптоновского излучения (в диапазоне энергии  $1 \div 100$  ГэВ) в большинстве случаев меняется относительно слабо.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (код проекта 04-02-17590), а также программой «Ведущие научные школы РФ» (грант НШ-1115.2003.2)

#### *Литература*

[1] В.Д.Пальшин, А.И.Цыган, Рентгеновское излучение полярных областей радиопульсаров. Недипольное поле. Препринт Физ.-тех. ин-та им. А.Ф.Иоффе №, 1718 (С.-Петербург, 1998)

[2] Д.П.Барсуков, Е.М.Кантор, А.И.Цыган, Астрон. журн., т.83, с.1 (2006)

[3] Е.М.Кантор, А.И.Цыган, Астрон. журн., т.80, с.665 (2003)

**Белоконь Елена Тарасовна** (НИАИ СПбГУ), **Бабаджаниянц М. К.** (НИАИ СПбГУ), Чернышев М. В. (НИАИ СПбГУ), Поллок Ж. Т. (*Appalachian State Univ.*), Шрамм К.-Ж. (*Hamburger Sternwarte*)

*«Гладкая» и «вспышечная» компоненты в оптическом излучении блазара 3С 345: периоды и наблюдательные свидетельства их различного происхождения*

Представлена наиболее полная 40-летняя (1965–2004 г.) оптическая (полоса *B*) кривая блеска 3С 345 — одного из наиболее интенсивно изучаемых блазаров. Основу кривой блеска составляет 26-летний ряд собственных мониторинговых наблюдений 3С 345; включены также все опубликованные к 2005 г. и представленные в ресурсах

Интернет наблюдения других авторов в полосах  $B(mpg)$  и частично в полосах  $RV$  (все-го данные из 58 источников). Внесены поправки для сведения всех основных рядов к единой системе. Для анализа кривой блеска ЗС 345 (1965–2004 гг.) использованы несколько методов: фурье-анализ для неравномерных временных рядов,  $SF$ ,  $DCF$ , метод Юркевича. Выявлен общий тренд блеска со скоростью  $0,015^m$  в год, а также (квази-) периоды: 9.4 года для «сглаженных» изменений основного уровня блеска и около 700 дней для вспышек длительностью около года.

Найденный период «сглаженных» изменений оптического блеска (9,4 года) совпадает с периодом (9,5 года) в изменениях позиционного угла (наблюдения 1979–1999 гг.), под которым последовательно отделялись от ядра различные сверхсветовые компоненты миллисекундного радиоджета ЗС 345 (*Klare et al., 2003; Lobanov & Roland, 2005*). Тот же период ( $\sim 9,0$  лет) найден и для изменений максимальных плотностей потока, наблюдавшихся для различных компонент джета (*Klare et al., 2003*). При сопоставлении наблюдаемого оптического блеска и указанных параметров миллисекундного радиоджета на интервале 1979–1999 гг. (где есть те и другие данные) определяется высокая степень корреляции. Таким образом, впервые получены прямые наблюдательные свидетельства того, что долговременные «сглаженные» изменения оптического блеска ЗС 345 являются следствием изменения угла наклона релятивистского джета к лучу зрения. Оптические вспышки длительностью  $\sim 1$  год с пикообразными максимумами, для которых был найден (квази)период  $\sim 700$  дней, ассоциируются с 0-эпохами отделения от «ядра» сверхсветовых компонент парсекового радиоджета.

**Бескин Василий Семенович (ФИАН), Елисеева С.А. (МФТИ)**

### *Статистика потухших радиопульсаров*

Исследован вопрос о статистическом распределении потухших радиопульсаров, находящихся на стадии эжектора. Важным элементом, отличающим наше исследование от других работ, является последовательный учет эволюции угла наклона магнитной оси к оси вращения. Найдено распределение потухших радиопульсаров в зависимости от периода вращения для двух моделей: модели с затрудненным выходом частиц с поверхности нейтронной звезды и модели со свободным выходом. Показано, что полное число потухших радиопульсаров оказывается значительно меньше по сравнению с моделью, в которой эволюцией угла наклона осей пренебрегается. Это связано с тем, что при учете эволюции угла наклона осей переход на стадию пропеллера происходит при существенно меньших периодах вращения нейтронной звезды ( $P \sim 5-10$  с), чем это предполагалось ранее. Получены распределения пульсаров, находящихся на стадии пропеллера. Показано, что, независимо от механизма торможения, большинство наблюдаемых пропеллеров также должны иметь периоды  $P \sim 5-10$  с, а скорости замедления вращения — на три-четыре порядка больше, чем у обычных радиопульсаров.

### *Литература*

[1] В.С.Бескин, С.А.Елисеева, Статистика потухших радиопульсаров, Письма в Астроном. Журн., 31, 290-298 (2005)

[2] В.С.Бескин, С.А.Елисеева, Статистика нейтронных звезд, находящихся на стадии сверхзвукового пропеллера, Письма в Астроном. Журн., 31, 648-655 (2005)

**Бикмаев Ильфан Фяритович** (КГУ), Р. А. Сюняев (ИКИ РАН), М. Г. Ревнивцев (ИКИ РАН), Р. А. Буренин (ИКИ РАН)

*Результаты оптических отождествлений рентгеновских источников обсерваторий ИНТЕГРАЛ и RXTE на 1,5-м телескопе РТТ-150 в 2005 г.*

Представлены результаты спектроскопических и фотометрических наблюдений на телескопе РТТ150 по отождествлению источников Обсерваторий ИНТЕГРАЛ и RXTE. Восемь источников отождествлены с активными ядрами галактик, 6 из которых обнаружены впервые. Кроме того, обнаружены 2 новые рентгеновские двойные системы и одиночная звезда спектрального класса *G* с хромосферной активностью. Приведены основные наблюдаемые характеристики оптически отождествленных источников.

**Блинников Сергей Иванович** (ИТЭФ/ГАИШ МГУ)

*Несимметричные взрывы звезд: от сверхновых к гамма-всплескам?*

Обсуждаются данные наблюдений, которые указывают на заметную асимметрию выброса вещества при взрывах сверхновых. В сверхновых с коллапсирующим ядром (типов *II*, *Ib* и *Ic*) заметен рост асимметрии с падением массы водородной и гелиевой оболочки, что указывает на сильную анизотропию выделения энергии при коллапсе. Некоторые сверхновые *Ib/c* («гиперновые») коррелируют с гамма-всплесками, однако можно утверждать, что далеко не все гиперновые сопровождаются гамма-всплесками. Моделируется уникальная сверхновая SN 2005bf с сильным проявлением асимметрии. Затрагиваются «темные» вопросы связи сверхновых и гамма-всплесков, как по физике взрыва (что первично: гамма-всплеск или сверхновая), так и по астрономическим данным (распределение этих объектов по галактикам, разная морфология материнских галактик).

**Бочкарев Николай Геннадьевич** (ГАИШ МГУ)

*Двадцать лет эхокартирования АЯГ*

Метод реверберационного картирования (эхокартирования) активных ядер галактик АЯГ предложен в 1982 г. независимо несколькими группами исследователей, включая автора доклада. Уже около 20 лет он является одним из основных методов

изучения строения центральных частей АЯГ. Это единственный метод, который позволяет непосредственно измерять размеры, структуру, кинематику области излучения широких эмиссионных линий, вариации этих параметров на шкале времени годы – десятки лет, и основной метод определения масс центральных черных дыр.

В докладе кратко описаны история, программы исследований, современное состояние метода, сформулированы важнейшие результаты, главные проблемы и перспективы использования метода, место эхокартирования среди других методов изучения АЯГ. Обсуждено эхокартирование в рентгеновском диапазоне. Охарактеризованы естественные источники «помех», ограничивающих применение метода. Показано, что альтернатив данному методу не будет по меньшей мере еще 10–20 лет.

**Буренин Родион Анатольевич** (ИКИ РАН), Вихлинин А. А. (ИКИ РАН), Хорнструп А. (DSRI), Ебелинг Х. (Univ. of Hawaii), Квинтана Х. (Pontificia Univ. Catolica de Chile)

#### *Рентгеновский обзор далеких скоплений галактик по данным наведений телескопа ROSAT*

В докладе представлен обзор скоплений галактик, выполненный по данным наведений телескопа ROSAT с позиционно-чувствительным пропорциональным счетчиком (PSPC) в качестве фокального прибора, нацеленный на поиск далеких массивных скоплений, с температурами  $T > 3$  кэВ. Эта работа является расширением обзора, площадью 160 кв. градусов (*160d*, Вихлинин и др., 1998; Муллис и др., 2003). Для поиска скоплений используется такой же алгоритм, как и в *160d*, таким образом, сохраняется высокое качество полученной выборки скоплений.

В обзоре использовано 1610 изображений, полученных за 8 лет работы спутника ROSAT, — практически все данные пригодные для поиска далеких скоплений. Скопления были выделены среди других рентгеновских источников в первую очередь по признаку угловой протяженности, поэтому в обзоре использованы только центральные  $17,5'$  изображений, где зеркала ROSATа дают достаточно высокое угловое разрешение. Угловая площадь обзора составила 400 кв. градусов, что примерно в 2,5 раза превышает площадь *160d*. Объем обзора для скоплений на  $z < 0,6$  примерно равен объему местной части Вселенной на  $z < 0,1$ .

Поскольку обзор нацелен на поиск массивных скоплений, он ограничен скоплениями с рентгеновскими потоками выше  $1,4 \cdot 10^{-13}$  эрг  $\text{с}^{-1}$   $\text{см}^{-2}$  в диапазоне 0,5–2 кэВ. Выше этого потока было обнаружено 287 протяженных рентгеновских источника. Прямые изображения скоплений, необходимые для оптических отождествлений, были получены в основном на российско-турецком 1,5-м телескопе (РТТ-150, Турция) в северной части неба и на Датском 1,54-м телескопе (Чили) — в южном полушарии. Красные смещения неизвестных ранее скоплений были измерены на Датском 1.54-м телескопе, телескопах *FLWO 1.5-m*, *NOT*, *ESO 3.6-m*, *NTT*, *Magellan* и *Keck II*. Оптические наблюдения показали, что 266 источников (93%) отождествляются со скоплениями или группами галактик. Среди этих объектов было обнаружено  $\approx 70$  рентгеновски ярких бога-

тых скоплений на  $z > 0,3$ . Также, в каталог вошло большое число бедных скоплений и групп на низких красных смещениях.

Процедура поиска скоплений тщательно откалибрована при помощи моделирования методом Монте-Карло. Это позволяет с высокой степенью надежности вычислить функцию отбора скоплений в зависимости от их рентгеновских потоков и радиусов, что дает возможность надежно восстановить кривую подсчетов и рентгеновскую функцию светимости скоплений. Эти данные послужат материалом для исследования космологической эволюции скоплений и измерения космологических параметров.

**Буренин Родион Анатольевич (ИКИ РАН), А. Ю. Ткаченко, М. Н. Павлинский, Р. А. Сюняев (ИКИ РАН), И. Ф. Бикмаев, Н. А. Сахибуллин (КГУ), И. Хамитов, З. Аслан (TUG), У. Кизилоглу (METU), Е. Гогуш (Sabanci Uni.)**

*Наблюдения оптических послесвечений космических гамма-всплесков на  
Российско-турецком 1,5-м телескопе (РТТ-150)*

Наблюдения оптических послесвечений космических гамма-всплесков проводятся на телескопе с конца 2002 г. За это время удалось пронаблюдать несколько десятков гамма-всплесков. Наиболее подробные данные были получены для исключительно яркого оптического послесвечения гамма-всплеска 030329 (Буренин и др., 2003).

После того как в ноябре 2004 г. на орбиту был запущен спутник *SWIFT*, интенсивность этих наблюдений резко возросла. Только за прошедший год на телескопе РТТ-150 были проведены наблюдения около 20 гамма-всплесков, по результатам этих наблюдений выпущено более двадцати циркуляров *GCN*. В докладе описываются результаты этих наблюдений.

**Вихлинин Алексей Александрович (ИКИ РАН)**

*Последние данные об эволюции скоплений галактик и их космологическая  
интерпретация*

Большое количество далеких скоплений галактик было открыто в обзоре, использующем наблюдения спутника РОСАТ, покрывающие более 400 кв. градусов. Самые массивные из далеких скоплений (43 с  $z > 0,35$ ) затем наблюдались спутником *Chandra*. Эти наблюдения дают самое точное на сегодняшний день измерение эволюции пространственной плотности скоплений между  $z = 0$  и  $z = 0,8$ . Будут представлены измерения космологических параметров по этим новым данным.

**Воеводкин Алексей Александрович (ИКИ РАН)**

*Исследование холодного облака газа в скоплении NGC 6338*

В близком скоплении галактик NGC 6338 обнаружено облако холодного газа, падающее на центральную *sD*-галактику. Предварительные оценки показывают, что скорость падения дозвуковая  $\approx 0,3M$ , обогащение межгалактической среды тяжелыми элементами происходило посредством «обдирания» вещества галактик давлением межгалактического газа. Одним из интересных явлений в этом скоплении является то, что комбинация оптического и рентгеновского изображений показывает, что в обнаруженном облаке звезды обогнали газовую компоненту. Так как звезды, как и темная материя, бесстолкновительны, то можно считать, что они отражают положение темной материи, поэтому подобная геометрия системы может быть использована для получения ограничений на сечение взаимодействия темной материи.

**Гвоздев Александр Александрович (ЯГУ)**

*Нейтринное остывание плазмы гигантской вспышки SGR 1806–20*

На примере SGR 1806–20 обсуждается остывание плазмы Гигантской Вспышки. Показано, что в присутствии сильного магнитного поля нейтринное остывание такой плазмы малоэффективно. Также обсуждается природа дополнительного пика излучения SGR 1806–20 на масштабе 1000 с, обнаруженного станцией ИНТЕГРАЛ. Показано, что такая активность может быть связана с разломом коры нейтронной звезды и последующим распадом нейтронов, выделенных при разломе.

**Гнедин Юрий Николаевич (ГАО РАН), М. Ю. Пиотрович (ГАО РАН)**

*Магнитные поля сверхмассивных черных дыр и космологические модели*

В докладе представлен обзор различных методов определения магнитных полей в ближайшей окрестности мощных энергетических машин — активных галактических ядер.

В ГАО РАН развит оригинальный метод определения магнитных полей, основанный на использовании классического эффекта поворота плоскости поляризации на длине свободного пробега фотона по отношению к рассеянию на электронах плазмы. В результате спектр поляризованного излучения становится сильно зависящим от длины волны излучения в отличие от классического томсоновского рассеяния. Анализ такой зависимости позволяет определить величину всех компонент магнитного поля в области генерации оптического и более жесткого электромагнитного излучения. Результаты теоретических расчетов сравниваются с данными спектрополяриметрических наблюдений активных галактических ядер и квазаров. Экстраполяция определенных величин магнитных полей в область непосредственной окрестности супермассив-

ных черных дыр позволила определять величины магнитных полей самих супермассивных черных дыр. Второй метод, представленный в докладе, основан на использовании спектра синхротронного излучения с учетом синхротронного самопоглощения. Так как в этом случае определяемая величина магнитного поля существенно зависит от углового размера внегалактического радио-источника и, в конечном счете, от фотометрического расстояния, то определенная таким образом величина магнитного поля данного внегалактического радио-источника оказывается существенно зависящей от конкретной космологической модели. Таким образом, появляется новый независимый метод проверки разнообразных космологических моделей, включая параметры темной материи и темной энергии.

**Голубятников Александр Николаевич** (*МехМат МГУ*), Т. А. Дорошенко (*МехМат МГУ*)

*Устойчивость равновесия и динамика оболочки, поддерживаемой звездным ветром*

Полученные в последнее время с помощью телескопов с высоким разрешением снимки планетарных туманностей (НАСА, 2005) выявили существование разнообразных слоистых структур, состоящих из окружающих молодые звезды газо-пылевых оболочек. Известны теоретические исследования такого рода объектов, эволюция которых может даже сопровождаться кумулятивными эффектами (К.В. Краснобаев, 2004).

Ниже предлагается простая решаемая модель динамики оболочки без внутренних напряжений, поддерживаемой гиперзвуковым звездным ветром. Предполагается полное поглощение оболочкой радиального потока количества движения звездного ветра при практически неизменной ее массе, что приводит к действию на элемент оболочки только центральных сил, включая тяжесть. Благодаря этому сохраняется со временем удельный момент количества движения каждой частицы оболочки, в результате чего угловые движения могут быть полностью выражены через радиальное с помощью всего одной временной квадратуры. Ситуация аналогична решению задачи об особом вихре (Л.В. Овсянников, 1995). Кумуляция возникает в зависимости от распределения начальных данных для угловых движений. Рассмотрен случай осевой симметрии.

До конца исследуется случай отсутствия угловых движений, но при наличии произвольно зависящего от углов радиального движения и поверхностной плотности оболочки. Это уже позволяет получить самые разнообразные формы оболочек. В частности, изучено поведение решения уравнений движения вблизи положения равновесия, которое неустойчиво. Аналогичное исследование проводится и в рамках релятивистской механики в гравитационном поле Шварцшильда.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 05-01-00375, 05-01-00839) и Программы поддержки ведущих научных школ (проект НШ-1481.2003.1).

**Горбунов Дмитрий Сергеевич (ИЯИ РАН)**

*Астрономия на сверхвысоких энергиях*

Небольшая статистика и плохое (по астрономическим меркам) угловое разрешение установок, регистрирующих космические лучи сверхвысоких энергий ( $E > 10^{19}$  эВ), не позволяют использовать стандартные методы для определения астрофизических источников. В качестве альтернативы был предложен простой статистический метод, основанный на изучении позиционных корреляций между направлениями прихода космических лучей и положениями на небесной сфере астрофизических объектов — потенциальных источников. Справедливость метода была подтверждена успешной идентификацией источников наиболее энергичных фотонов, зарегистрированных установкой *EGRET*. В последние несколько лет с помощью этого метода удалось выделить класс объектов — лацертиды — наиболее вероятных кандидатов в источники (по крайней мере части) космических лучей сверхвысоких энергий. На основе имеющихся экспериментальных данных была произведена оценка светимости этих объектов в космических лучах и было предсказано, сколько пар событие–источник должно быть обнаружено на работающих и строящихся установках по регистрации космических лучей сверхвысоких энергий. Имеющаяся статистика совпадений уже сейчас позволяет задавать вопрос об отличительных особенностях коррелирующих лацертид и формулировать гипотезы для проверки на будущих установках. Если данные гипотезы будут подтверждены, это позволит определить параметры спектра настоящих источников, что даст дополнительную информацию о действующем механизме ускорения частиц сверхвысоких энергий.

**Гребенев Сергей Андреевич (ИКИ РАН)**

*Быстрые рентгеновские транзиенты по наблюдениям обсерватории ИНТЕГРАЛ*

За 3 года работы на орбите обсерватория ИНТЕГРАЛ открыла свыше 100 новых жестких рентгеновских источников, что значительно (на 40–50%) увеличивает число источников, зарегистрированных в предыдущих экспериментах. Естественно, что среди новых источников присутствуют объекты разного типа, но две популяции определенно выделяются: сильно поглощенные источники (с очень слабым потоком излучения в стандартном рентгеновском диапазоне, что делает их ненаблюдаемыми в рентгеновских обзорах неба) и короткоживущие транзиенты, появляющиеся на небе всего на несколько часов (из-за чего их регистрация тоже сильно затруднена).

Вспышки последних источников происходят быстрее аккреционного (вязкого) времени, характеризующего протекание вещества через стандартный аккреционный диск в системе с оптической звездой, заполняющей полость Роша. Оптические спутники некоторых из этих транзиентов удалось отождествить с ОВ-звездами, что позволяет предположить, что вспышки инициированы нестационарной аккрецией из звездного ветра. Ниже проиллюстрированы основные наблюдательные свойства таких короткоживущих транзиентов на примере четырех источников, открытых или зарегистриро-

ванных в момент вспышек обсерваторией ИНТЕГРАЛ во время сверхдолгого (2 Мс) наблюдения этой области в августе-сентябре 2003 г. Обсуждаются условия формирования аккреционного диска в таких системах в свете ограничений, следующих из наблюдений.

**Грузинов Андрей Викторович** (*New York Univ.*)

*Pulsar Magnetosphere*

We argue that young pulsars possess force-free magnetospheres. We review Force Free Electrodynamics (FFE), and then study FFE pulsar magnetospheres. In particular: (i) we calculate some exact numbers characterizing axisymmetric pulsar, (ii) calculate power of axisymmetric pulsar, and estimate power of an inclined pulsar, (iii) give a variational principle for inclined pulsar magnetosphere, (iv) describe the basic structure and singularities of inclined pulsar magnetosphere, (v) prove local stability of singular current layers in FFE, etc.

While it is very likely that these recent theoretical advances do describe real pulsars, the case is far from closed. We discuss two main problems: anomalous values of braking indices, and the lack of connection of the magnetosphere theory with pulsar phenomenology.

**Гусаков Михаил Евгеньевич** (*ФТИ РАН*)

*Температурная зависимость спектра пульсаций сверхтекучих нейтронных звезд*

В работе рассмотрено влияние отличных от нуля температур в ядрах сверхтекучих нейтронных звезд на спектр пульсаций. Для этого использовалась релятивистская гидродинамика сверхтекучей однокомпонентной жидкости, предложенная Соном (2001) и обобщенная в данной работе на случай смесей. Показано, что в бета-равновесном ядре стационарной нейтронной звезды градиент температуры (взятой с учетом красного смещения) не может существовать в той области ядра, в которой нейтроны сверхтекучи. При этом сверхтекучесть протонов не накладывает никаких ограничений на градиент температуры.

Получены пульсационные уравнения, описывающие поведение сверхтекучей радиально колеблющейся нейтронной звезды. На основе этих уравнений исследована температурная зависимость трех возможных типов звуковых волн в сверхтекучем веществе. Звук первых двух типов распространяется в веществе с «замороженным» ядерным составом, а звук третьего типа может существовать лишь в бета-равновесном веществе.

Численное решение пульсационных уравнений показывает, что собственные частоты сверхтекучей звезды сильно зависят от температуры  $T$  в интервале  $T \sim (0, 1 - 1)T_{\text{cn}}$ , где  $T_{\text{cn}}$  — критическая температура перехода нейтронов в сверхтекучее состояние. Анализ пульсаций остывающей нейтронной звезды указывает на существенное изменение

частот пульсаций за первые 20 лет с момента возникновения нейтронной сверхтекучести (с момента когда  $T = T_{\text{сн}}$ ). Этот результат зависит от выбранной модели сверхтекучести нейтронов и связан с особой эффективностью процесса излучения нейтрино при куперовском спаривании нейтронов при  $T \sim T_{\text{сн}}$ .

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 03-07-90200 и 05-02-16245), программы Ведущие научные школы России (грант 1115.2003.2), INTAS YSF (грант 03-55-2397) и Фонда поддержки отечественной науки.

**Денисенко Денис Владимирович (ИКИ РАН)**

*Открытие глубоких затмений в катаклизмической переменной  
1RXSJ020929.0+283243 на российско-турецком 1,5-метровом телескопе РТТ-150*

В ходе наблюдений на 1.5-метровом Российско-Турецком Телескопе (РТТ150) в октябре 2005 г. по программе отождествления рентгеновских источников из каталога *ROSAT* нами обнаружены глубокие затмения катаклизмической переменной 1RXSJ020929.0+283243 в созвездии Треугольника. Определен орбитальный период двойной системы (96.26 мин) и диапазон изменений блеска ( $V = 17,0 - 21,5^m$ ). В силу благоприятной геометрии (наклонение орбиты близко к  $90^\circ$ ) в кривой блеска наблюдаются затмения белого карлика вторичным компонентом, а также затмения горячего пятна на самом белом карлике.

**Деришев Евгений Владимирович (ИПФ РАН)**

*Особенности спектров синхротронного излучения электронов в релятивистской ударной волне для различных режимов ускорения*

Рассмотрено ускорение и излучение электронов в релятивистской ударной волне при возможно более общих предположениях о структуре магнитного поля за фронтом, причем включены предельные случаи как турбулентного магнитного поля с малой длиной корреляции, так и квазиоднородного поля. Для всех рассмотренных случаев вычислены максимальная энергия электронов, достижимая при диффузионном ускорении на ударной волне, и частота обрезания синхротронного излучения ускоренных электронов. Кроме того, указаны ситуации, когда спектр излучения квазисферической релятивистской оболочки сильно модифицируется за счет вклада от частей ударной волны, движущихся под большим (превышающим обратный Лоренц-фактор) углом к лучу зрения. Рассмотрено применение полученных результатов к гамма-всплескам и их послесвечению, а также к джетам в активных ядрах галактик.

**Докучаев Вячеслав Иванович (ИЯИ РАН)**

*Аннигиляция темной материи в гало Галактики*

Вычислено локальное усиление сигнала от аннигиляции нейтралитно в Галактике за счет мелкомасштабных сгустков темной материи. Мелкомасштабные сгустки темной материи описываются в рамках стандартного космологического сценария с инфляционным спектром возмущений, а также с учетом приливного разрушения сгустков звездами в Галактике и при их иерархическом сгущивании. Показано, что основной вклад в разрушение сгустков в Галактике дают не отдельные звезды, а приливные удары при пролете сгустков через галактический диск. Несмотря на приливное разрушение большей части сгустков, аннигиляция нейтралитно в выживших сгустках доминирует над аннигиляцией диффузной части темной материи в Галактике.

**Журавлев Вячеслав Вячеславович (ФизФак МГУ), Шакура Николай Иванович (ГАИШ МГУ)**

*О вихревых возмущениях в плоских аксиально-симметричных течениях*

В приближении идеальной несжимаемой жидкости исследованы бесконечно малые возмущения в аксиально-симметричных течениях. Обнаружены экспоненциально растущие моды возмущений с несохранением углового момента количества движения, как в задаче с жесткими, так и в задаче со свободными границами. Устойчивость аксиально-симметричных течений со свободными границами имеет большое значение в исследовании дисковой аккреции. Показано, что в этом случае имеет место экспоненциальный рост возмущений даже тогда, когда удельный угловой момент возрастает с радиусом, т.е. по критерию Рэлея поток устойчив. В частности, в задачах со степенным профилем угловой скорости неустойчивость существует, если показатель степени всего лишь на десятые доли процента превышает кеплерово значение. Кроме того, результаты численного расчета совпали с аналитическим решением для случая изомоментного вращения жидкости со свободными границами.

**Захаров Александр Федорович (ИТЭФ)**

*Измерение параметров сверхмассивных черных дыр из космоса*

Хорошо известно, классические тесты общей теории относительности (ОТО) подтверждают справедливость ОТО в пределе слабого гравитационного поля. Черные дыры являются уникальной лабораторией исследования следствий ОТО в пределе сильного гравитационного поля. Исследование профилей рентгеновской линии железа позволяет сделать выводы о справедливости ОТО в пределе сильного гравитационного поля, а также оценить параметры черной дыры. Другой привлекательной возможностью оценить параметры черной дыры является анализ формы и размеров миражей в

окрестности черных дыр с помощью РСДБ-интерферометров, таких как Радиоастрон, в частности, в см- мм- и диапазонах с более короткими длинами волн. В этом случае открываются также большие возможности для использования рентгеновских интерферометров, таких как МАХИМ.

**Зиракашвили Владимир Николаевич (ИЗМИРАН), А. Воелк**

*Простая модель газового течения из галактик с активным звездообразованием*

Представлена аналитическая модель газового течения из диска галактики с активным звездообразованием. Эта модель используется для моделирования распространения космических лучей и распределения радиоизлучения центральной части галактики NGC 253. Найдено, что около 15 процентов механической энергии сверхновых преобразуется в энергию космических лучей. Определены асимптотическая скорость и поток вещества галактического ветра из центральной области NGC 253: 900 км/с и 2–4 солнечных массы соответственно.

**Ибрагимов Аскар Абдуллович (КГУ/Univ. Oulu), Ю. И. Поутанен (Univ. Oulu)**

*Анализ наблюдений вспышки 2002 г. миллисекундного рентгеновского пульсара SAXJ1808.4–3658*

Проведен анализ наблюдений миллисекундного рентгеновского пульсара SAXJ1808.4–3658, сделанных во время вспышки источника в 2002 г. Архивные данные спутника *RXTE* содержат 700 тыс. секунд наблюдений, описывающих весь ход вспышки. В данной работе мы проанализировали изменение характеристик источника со временем. Выявлено несколько «фаз» вспышки, каждая из которых обладает особыми характеристиками. Мы демонстрируем характерную форму профиля пульса для каждой из фаз, изменение формы спектра и параметров аппроксимации спектра теоретическими моделями.

**Июдин Анатолий Федорович (НИИЯФ МГУ), Дж. Грейнер (МРЕ), Дж. Ди Кокко (IASF/IANFJ), С. Ларсон (Stockholm Univ.)**

*Возможность использования гамма-излучение для тестирования состава Темного вещества в гало нашей Галактики*

В данной работе анализируется возможность использования резонансных процессов взаимодействия фотонов гамма-диапазона для измерения толщи поглотителей в массивных галактиках на различных красных смещениях, находящихся на луче зрения от точечного источника гамма-излучения до наблюдателя. В качестве точечных источников излучения используются блазары, зарегистрированные гамма-телескопом

*EGRET*, летавшим в 1991–2000 годах на борту гамма-обсерватории *CGRO*, а также и другие, еще не опознанные точечные источники гамма-излучения зарегистрированные прибором *EGRET*. Приводятся предварительные результаты измерения профиля галактического гало темного вещества, а также перспективы использования предложенного метода для более точных измерений профиля с помощью значительно более чувствительного гамма-телескопа *GLAST*. Обсуждаются перспективы использования метода резонансного поглощения фотонов гамма диапазона для изучения эволюции функций светимости и массы сверхмассивных черных дыр в квазарах, начиная с времен меньше  $10^9$  лет после Большого Взрыва и до настоящего времени. Сопоставляются преимущества и недостатки применения нового метода измерения толщи поглотителей в квазарах в сравнении с традиционно используемыми методиками в рентгеновской, оптической и инфракрасной астрономии.

**Иногамов Наиль Алимович (ИТФ РАН), Р. А. Сюняев (ИКИ РАН)**

*Радиационно-доминированный быстровращающийся аккреционный пояс на поверхности нейтронной звезды*

Рассматривается дисковая аккреция на нейтронную звезду (НЗ) в диапазоне светимостей  $0,01 < L/L_{Edd} < 1$ , характерных для *Z*- и *atoll*-источников,  $L_{Edd}$  – эддингтоновская светимость. Магнитное поле звезды считается слабым, не препятствующим образованию приэкваториального пояса  $L$  вследствие контакта диска с поверхностью звезды. Плазма в этом поясе быстро вращается (скорость вращения  $v_\varphi$  порядка кеплеровской  $v_K$ , частота вращения  $\sim 1$  кГц) и медленно (по сравнению с  $v_K$ ) растекается по меридианам. Уменьшение толщины пояса с ростом широты  $\theta$ , отсчитываемой от экватора, является причиной растекания по меридианам. Градиент давления по широте  $\theta$  в радиационно-доминированной плазме превышает меридиональную компоненту центробежной силы, препятствующей растеканию. В поясе  $L$  плазма поднимается на большую высоту  $H$  над поверхностью НЗ для растекания по меридиану. Протяженность пояса  $L$  по меридиану и его толщина  $H$  возрастают с увеличением темпа аккреции  $\dot{M}$ .

Торможение вращения обусловлено трением о плотные подстилающие слои. Кинетическая энергия вращения, перешедшая в тепло в результате диссипации, высвечивается через поверхность пояса  $L$ . В приближении мелкой воды выведены и проинтегрированы уравнения, описывающие замедление вращения и растекание вещества по поверхности НЗ. Считается, что диск в зоне контакта с НЗ тонкий, то есть его угловая ширина  $\theta_D$  меньше угловой ширины  $\theta_*$  слоя растекания. Пояс  $L$  является критическим в том смысле, что давление в нем определяется радиационным давлением. При этом радиационный поток близок к эддингтоновскому пределу, который находится локально с учетом местного значения центробежной силы.

Многие известные на сегодня нейтронные звезды быстро вращаются (частота вращения до 0,6 кГц, сравнима с кеплеровской частотой). В модели вращения НЗ учтено в осесимметричном приближении, справедливом при соосном вращении НЗ и диска.

Вращение НЗ в кеплеровском направлении уменьшает светимость слоя растекания по сравнению со случаем невращающейся звезды.

**Каминкер Александр Давидович** (ФТИ РАН), М. Е. Гусаков (ФТИ РАН),  
А. Ю. Потехин (ФТИ РАН), Д. Г. Яковлев (ФТИ РАН), О. Ю. Гнедин (*Ohio State Univ.*)

*Новые сценарии остывания сверхтекучих нейтронных звезд с аккреционными и  
замагниченными оболочками*

Рассмотрены новые сценарии остывания одиночных нейтронных звезд, расширяющие т.н. «минимальную» модель остывания [1,2]. В этой модели ускоренное остывание звезды обеспечивается нейтринным излучением при куперовском спаривании нуклонов в сверхтекучем ядре звезды. При этом прямой урка-процесс (как и другие процессы ускоренного остывания в несверхтекучем веществе) может быть запрещен. Используются феноменологические модели синглетной сверхтекучести протонов и триплетной сверхтекучести нейтронов в ядре звезды, а также синглетной сверхтекучести нейтронов в коре звезды. Показано, что наблюдения теплового излучения наиболее холодных изолированных нейтронных звезд (PSR J0205+6449, пульсар в созвездии Парусов, RX J0007.0+7302) можно объяснить интенсивным нейтринным излучением при куперовском спаривании нейтронов в ядрах звезд (с запрещенным прямым урка-процессом). Рассмотрено влияние на остывание звезд аккреционных оболочек, состоящих из легких элементов, и сильного магнитного поля. Показано, что эти эффекты расширяют класс моделей сверхтекучести нуклонов, согласующихся с наблюдениями. Особое внимание уделено очень медленному остыванию маломассивных нейтронных звезд. Показано, что на остывание таких звезд могут сильно влиять комбинированные эффекты аккреционных оболочек и магнитного поля, которые позволяют объяснить наблюдения изолированных нейтронных звезд, наиболее горячих для своего возраста (RX J0822–4300, 1E 1207.4–5209, PSR B1055–52, RX J0720.4–3125).

Работа частично поддержана РФФИ (гранты 05-02-22003, 05-02-16245) и программой «Ведущие научные школы России» (грант 1115.2003.2).

*Литература*

[1] Gusakov M.E., Kaminker A.D., Yakovlev D.G., Gnedin O.Y. 2004, *Astronomy & Astrophysics* 423, 1063

[2] Page D., Lattimer J.M., Prakash M., Steiner A.W. 2004, *Astrophys. J. Suppl. S.* 155, 623

**Карицкая Евгения Алексеевна (ИНАСАН),** Н. Г. Бочкарев, М. И. Агафонов, А. В. Бондарь, Г. А. Галазутдинов, Б.-К. Ли, Ф. А. Мусаев, А. А. Сапар, О. И. Шарова, В. В. Шиманский

*Исследование V1357 (Лебедь X-1) на основе оптических спектров высокого разрешения 2002–2004 гг.*

В течение 33 наблюдательных ночей получено 70 эшелле-спектров на пике Терскол (спектральное разрешение  $R = 45000$  и  $13000$ ) и 5 — в ВАО (Южная Корея,  $R = 30000$ ,  $44000$ ), как во время «мягкого», так и «жесткого» состояний рентгеновского спектра Лебедь X-1.

Обсуждается влияние рентгеновского излучения (данные *RXTE/ASM*) на профили спектральных линий. Рентгеновская вспышка 13.06.2003 привела к резкому изменению эмиссионных профилей  $H\alpha$  и  $HeII\lambda 4686\text{\AA}$  в течение ночи. Мы связываем это с изменением ионизации газа в системе.

В результате сравнения наблюдаемых и теоретических профилей линий, рассчитанных с учетом не-ЛТР эффектов для  $HI$ ,  $HeI$  и  $MgII$ , получены основные характеристики оптического компонента  $T_{eff} = 30400 \pm 500$  К,  $\log g = 3,31 \pm 0,07$  и избытки содержания  $He$  и  $Mg$ :  $[He/H] = 0,43 \pm 0,06 dex$ ,  $[Mg/H] = 0,60 \pm 0,15 dex$ . При расчетах учитывалось приливное искажение формы звезды и облучение ее рентгеновским потоком от релятивистского компонента.

Прослежены изменения профилей линий с орбитальной фазой. С помощью усовершенствованного метода были построены доплеровские томограммы Лебедь X-1 по 9 профилям линии  $HeII\lambda 4686\text{\AA}$  во время «мягкого» состояния рентгеновского спектра июня 2003 г. и по 6 профилям той же линии во время «жесткого» состояния июня 2004 г. Это позволило дать ограничение на отношение масс черной дыры и сверхгиганта  $1/4 \leq M_X/M_O \leq 1/3$ .

**Косенко Дарья Ивановна (ГАИШ МГУ)**

*Эффекты ионизации с внутренних оболочек в молодых остатках сверхновых*

В работе проведено численное моделирование эволюции остатка сверхновой 1572 (остаток SN Тихо). В отличие от предыдущих исследований, посвященных аналогичному моделированию остатков, в этой работе в расчеты рентгеновского излучения были включены линии  $K\alpha$ , образующиеся в результате ударной ионизации с внутренних оболочек ионов. В гидродинамических расчетах использовалась классическая модель взрыва сверхновой типа  $Ia - w7$ . С учетом линий  $K\alpha$  эта модель хорошо описывает наблюдаемый спектр и профили яркости остатка в эмиссионных линиях кремния и железа. В результате сравнения рассчитанных спектров с наблюдаемым рентгеновским спектром остатка сверхновой 1572 были оценены некоторые параметры среды в остатке и плотность межзвездного газа в окрестности остатка сверхновой.

**Котов Олег Васильевич (ИКИ РАН)**

*Эволюция корреляционных соотношений галактик*

Корреляционные соотношения между параметрами скоплений галактик, таких как полная масса, температура и рентгеновская светимость, могут быть использованы для изучения скоплений галактик и в космологических тестах. В ряде современных работ были представлены результаты измерений корреляционных соотношений для скоплений на низких  $z$  с большой точностью. В то время как изучение корреляционных соотношений для близких скоплений позволяет исследовать много интересных вопросов, знание эволюции соотношений необходимо для решения задач космологии. В прошлом измерения эволюции были невозможны без ряда допущений из-за ограниченного количества данных. На данном этапе высококачественные данные обсерваторий *XMM-Newton* и *Chandra* позволяют проделать измерения эволюции, отбросив ряд таких допущений.

**Е. В. Деришев (ИПФ РАН), Кочаровский Владимир Владиленович (ИПФ РАН),**  
**Вл. В. Кочаровский (ИПФ РАН), В. Ю. Мартьянов (ИПФ РАН)**

*Генерация магнитного поля и токовые филаменты в бесстолкновительной плазме релятивистских джетов*

Дан обзор исследований линейной и нелинейной стадий вейбелевской неустойчивости в релятивистской бесстолкновительной плазме. Эта неустойчивость реализуется для анизотропных функций распределения частиц и ответственна за генерацию магнитного поля. Сформулированы критерии существования, указаны общие свойства и изучены условия насыщения данной неустойчивости. Проведено сравнение с имеющимися наблюдательными данными и численными экспериментами.

Аналитически найден широкий класс стационарных плоскостойких и цилиндрически симметричных структур самосогласованного тока и магнитного поля в бесстолкновительной многокомпонентной плазме - релятивистской и нерелятивистской. Разработанный подход основан на использовании инвариантов двумерного движения частиц при наличии самосогласованного магнитного поля.

Показано, в частности, что для полиномиальной зависимости функции распределения от одной из проекций обобщенного импульса частиц (в том числе для случая отрицательных степеней полинома) можно в конечной форме записать источники в уравнении для векторного потенциала и явно выразить их через этот потенциал. Получающееся в результате нелинейное обыкновенное дифференциальное уравнение второго порядка аналогично уравнению осциллятора с произвольным профилем потенциальной энергии, задаваемым определенными моментами функции распределения, и в общем виде решается в квадратурах, а во многих случаях - до конца.

Самосогласованная функция распределения частиц может быть сильно анизотропной и неравновесной (в отличие от слоя Харриса), что при определенных условиях

ведет к эволюции и различного рода неустойчивостям в тех или иных подклассах рассмотренных токовых конфигураций. С учетом этого обстоятельства полученные результаты открывают широкие возможности анализа филаментации и динамики бесстолкновительных токовых конфигураций в плазме.

Найденные структуры — токовые слои и филаменты — могут возникать на нелинейной стадии развития вейбелевской неустойчивости и иметь сравнимые плотности энергии магнитного поля и частиц. Полученные решения предоставляют основу единого описания различных токовых конфигураций в космической плазме, в частности, в релятивистских джетах и ударных волнах, свойственных ядрам активных галактик, микроквасарам и источникам гамма-всплесков.

**Левин Василий Владимирович (ИКИ РАН), В. В. Акимов (ИКИ РАН),  
И. В. Чулков (ИКИ РАН), М. В. Шмелева (ИКИ РАН), О. А. Смирнов (ИКИ РАН),  
М. Н. Павлинский (ИКИ РАН)**

*Базовый модуль детектирования жесткого рентгеновского излучения для телескопа с кодированной апертурой проекта *SPG/eROSITA/Lobster**

Разработан и прошел предварительные испытания базовый модуль детектирования рентгеновского излучения, предназначенный для построения детектирующей плоскости телескопа с кодированной апертурой проекта *SPG/eROSITA/Lobster*. Модуль содержит 32 CdZnTe-детектора размером  $4 \times 4 \times 2$  мм, расположенных в виде матрицы  $4 \times 8$  элементов. Модуль представляет собой гибридную интегральную схему на основе специализированной БИС *VA32TA (Ideas ASA, Норвегия)*. Используемые в модуле детекторы изготовлены ФГУП ГИРЕДМЕТ. В работе приводятся полученные в процессе предварительных испытаний энергетические спектры рентгеновского излучения стандартных радиоактивных источников.

**Малов Игорь Федорович (ПРАО АКЦ ФИАН)**

*Об эволюции наклона осей в радиопульсарах и диаграмме  $dP/dt - P$*

Положение радиопульсаров на диаграмме  $dP/dt - P$  позволяет сделать выбор модели торможения вращения центральной нейтронной звезды. Проведенный ранее анализ этой диаграммы показал, что невозможно описать всю совокупность объектов в рамках одного механизма магнито-дипольного торможения. Однако при этом предполагалось, что угол наклона вектора магнитного момента к оси вращения радиопульсара с возрастом не изменяется. Здесь сообщается о модельных расчетах, учитывающих эволюцию угла. Показано, что даже с учетом изменения указанного угла невозможно объяснить распределение объектов на диаграмме  $dP/dt - P$  моделью магнито-дипольного торможения.

**Мартьянов Владимир Юрьевич (ИПФ РАН), Вл. В. Кочаровский (ИПФ РАН)**

*Аналоги токового слоя Харриса в релятивистской бесстолкновительной плазме с анизотропной функцией распределения электронов*

Для описания самосогласованных конфигураций магнитного поля и тока в бесстолкновительной нерелятивистской плазме широко используются известный нейтральный токовый слой Харриса и его простейшие обобщения, в которых эксплуатируется максвелловская функция распределения электронов, сдвинутая относительно функции распределения ионов. Вместе с тем для бесстолкновительной плазмы в одномерном случае давно известен целый класс нелинейных стационарных продольных БГК-волн, в которых по-существу произвольный профиль электростатического потенциала согласован с сильно анизотропным распределением частиц. К сожалению, применение БГК-волн фактически ограничено академическим случаем одномерной плазменной турбулентности. Тем не менее использованный для их нахождения подход, основанный на инвариантах движения частиц, является весьма общим.

Путем его обобщения на случай двумерного движения частиц в бесстолкновительной многокомпонентной плазме с магнитным полем нам удалось аналитически найти функционально широкий класс стационарных токовых слоев, в том числе релятивистских. Выбором конкретной зависимости функции распределения частиц от соответствующих инвариантов движения частиц можно получить самые разнообразные профили магнитного поля и самосогласованного тока внутри слоя, включая немонотонные. Плотность энергии магнитного поля в них может быть сравнима с плотностью энергии частиц, а соотношение толщины слоя и минимального гирорадиуса частиц плазмы может быть произвольным.

В докладе рассмотрены свойства вновь найденных токовых слоев, их отличия от свойств токовых слоев типа Харриса и возможные применения для анализа самосогласованных токовых и магнитных конфигураций, возникающих в условиях, характерных для астрофизических джетов и ударных волн, прежде всего, релятивистских. Проведено также сравнение с результатами наблюдений и недавних численных экспериментов.

**Мартьянов Кирилл Алексеевич (ИПФ РАН), Е. В. Деришев (ИПФ РАН)**

*Динамика излучения ускоренных электронов в релятивистской ударной волне с потерями*

Рассмотрена динамика торможения сферической релятивистской ударной волны с потерями в предположении, что единственным каналом выхода энергии является синхротронное излучение ускоренных электронов в магнитном поле, сгенерированном на фронте ударной волны. На основе полученного автомодельного решения рассчитана болометрическая кривая блеска, а также временные зависимости спектра и частоты в его максимуме. Расчет проведен для степенного распределения электронов по энергии с показателем около  $-2$  для двух предельных режимов излучения: 1) электроны

теряют энергию на излучение за время, много меньшее динамического времени ударной волны; 2) потери на адиабатическое расширение много больше потерь на излучение. Полученные результаты сопоставлены с современными представлениями теории гамма-всплесков, где до настоящего времени не учитывалось влияние излучательных потерь на динамику ударной волны. Исследована возможность определения профиля плотности окружающей гамма-всплеск среды на основе наблюдений кривой блеска и спектров.

**Моисеенко Сергей Григорьевич (ИКИ РАН), Г. С. Бисноватый-Коган (ИКИ РАН), Н. В. Арделян (ВМиК МГУ)**

*Магниторотационные сверхновые. Новые результаты.*

Представлены новые результаты моделирования магниторотационного механизма взрыва сверхновой с коллапсирующим ядром. Данный механизм в настоящее время является практически единственным механизмом, позволяющим получить в многомерных численных расчетах взрыв коллапсирующей сверхновой. Расчеты показывают, что при различных начальных конфигурациях магнитного поля возникает взрыв сверхновой, энергия взрыва составляет  $0,5-0,6 \cdot 10^{51}$  эрг. Использование в качестве начального, магнитного поля дипольного типа симметрии, позволяет, в результате взрыва, получить слабоколлимированный направленный струйный выброс (джет). Показано также, что при эволюции магнитного поля возникает магниторотационная неустойчивость, которая существенно уменьшает время эволюции магнитного поля. Проведены оценки для характерного времени пересоединения магнитного поля. Показано, что магнитное пересоединение может возникнуть существенно после формирования ударной волны, приводящей к взрыву сверхновой.

**Нагирнер Дмитрий Исидорович (НИАИ СПбГУ), С. В. Старикова (НИАИ СПбГУ)**

*Перераспределение поляризованного излучения в произвольной системе отсчета*

Для релятивистского кинетического уравнения, описывающего комптоновское рассеяние поляризованного излучения, получено точное представление матрицы рассеяния в произвольной системе отсчета. Изучаются методы вычисления функций перераспределения излучения по частотам и направлениям. Точные выражения могут использоваться при расчете эффекта Зельдовича-Сюняева без разложений по малым величинам.

**Огнев Игорь Сергеевич (ЯГУ)**

*Нейтринное нагревание ударной волны в магниторотационной модели взрыва сверхновой*

В рамках магниторотационной модели взрыва сверхновой с коллапсом центральной части исследуются значимые процессы нейтринного нагревания ударной волны. Показано, что даже в присутствии сильного магнитного поля в области формирования ударной волны скорость нейтринного нагревания с хорошей точностью определяется прямыми и обратными *URCA*-процессами, причем влиянием на них магнитного поля можно пренебречь. Таким образом, в случае докеплеровских скоростей вращения остатка сверхновой нейтринное нагревание плазмы малоэффективно.

**Окнянский Виктор Львович (ГАИШ МГУ), Коптелова Екатерина Александровна (ГАИШ МГУ)**

*Программа рентгеновского мониторинга гравитационных линз*

К настоящему времени, на основе оптических и радио наблюдений, определены времена запаздывания по крайней мере для 11 гравитационных линз. Кроме этого, были сделаны попытки определения времен запаздывания для нескольких гравитационных линз в рентгеновском диапазоне. Определение времени запаздывания между переменностью компонентов гравитационно-линзовой системы является по-прежнему актуальной задачей, позволяющей независимо измерить постоянную Хаббла и массы линзирующих галактик. Как известно, у переменных квазаров амплитуда переменности в мягком рентгене значительно больше, а характерное время переменности часы-дни, что сравнимо с порядком времен запаздывания в тесных гравитационно-линзовых системах. В оптическом диапазоне характерное время переменности квазара порядка переменности, связанной с микролинзированием. В рентгеновской области характерные времена переменности значительно меньше. Это дает больше шансов решить задачу с большей надежностью и точностью. В связи с этим представляется актуальным вопрос о планировании наблюдательных программ в рентгеновской области.

Одними из наиболее интенсивно изучаемых в течение многих лет объектами являются QSO 2237+0305 и QSO 957+561. Ожидаемые времена запаздывания для компонентов QSO 2237+0305 — несколько часов. Определение столь малых времен запаздывания в оптике — весьма сложная задача. Анализ данных, полученных в оптическом диапазоне, показал, что при достигнутых фотометрических точностях и плотности наблюдений, осложненных микролинзированием на компонентах галактики, измерение времени запаздывания между компонентами системы QSO 2237+0305 представляется невозможным. Наблюдения в рентгеновском диапазоне уже позволили сделать предварительную оценку времени запаздывания между компонентами А и В системы, около 2,7 часа. Однако данный результат требует проверки. Измерение времени запаздывания между остальными компонентами позволит построить более детальную модель линзирующей галактики. Время запаздывания QSO 957+561, несмотря на множество

работ, до сих пор известно недостаточно точно и варьируется в диапазоне 410–430 дней. В связи с этим представляет интерес уточнение времени запаздывания между компонентами QSO 957+561. В данной работе мы предлагаем программу рентгеновского мониторинга для компонентов этих двух гравитационных линз.

**Павлинский Михаил Николаевич (ИКИ РАН)**

*Проект астрофизической обсерватории «Спектр-РГ»/eROSITA/Lobster*

Рассматривается по сути новый проект астрофизической рентгеновской обсерватории «Спектр-РГ», в котором изменилось все, кроме названия: космодром, ракета, платформа, орбита, состав научной аппаратуры и научные задачи. СРГ планируется запустить с Куру в 2009–2010 г., ракетой «Союз», на околоземную орбиту с наклоном 4 градуса и высотой 600 км. В состав полезной нагрузки вошли: *eROSITA* (MPE, Германия) — 7 рентгеновских зеркальных телескопов, *Lobster* (Лейстерский Университет, Великобритания) — широкоугольный рентгеновский монитор, *ART* (ИКИ, Россия) — комплекс рентгеновских телескопов с кодированной апертурой и детектор гамма-всплесков (ИКИ, Россия). Миссия предназначена для проведения первого обзора всего неба зеркальным телескопом в диапазоне энергий 2–12 кэВ, в ходе которого будет открыта популяция из нескольких сот тысяч скрытых сверхмассивных черных дыр и до 100 тысяч новых скоплений галактик, позволяющих исследовать природу Темной Материи и Темной Энергии. Помимо этого будет исследоваться долговременная переменность рентгеновского неба с чувствительностью 0,15 мКраб в сутки. Новый проект «Спектр-РГ» будет важным научным и технологическим шагом на переходном этапе от обсерваторий-гигантов *XMM/Chandra* к новому поколению обсерваторий *XEUS/Con-X* в 2015–2025 гг.

**Попов Сергей Борисович (ГАИШ МГУ)**

*Массы нейтронных звезд: гиганты, карлики и соседи*

Обсуждаются массы нейтронных звезд. Рассматривается возможность образования очень легких ( $\sim 0,5 M_{\odot}$ ) объектов за счет фрагментации быстровращающейся прото-нейтронной звезды (astro-ph/0403710). Затем обсуждаются тяжелые нейтронные звезды, масса которых была набрана за счет эволюции в тесных двойных системах (A&A 434, 649, 2005). Наконец, рассматривается спектр масс близких молодых нейтронных звезд (astro-ph/0411618). Показано, что используемый нами в моделировании спектр с достаточно резким обрывом на  $\sim 1,4-1,5 M_{\odot}$  соответствует имеющимся наблюдательным данным по двойным пульсарам. Существенный момент состоит в том, что наблюдаемые близкие молодые остывающие нейтронные звезды должны быть объяснены кривыми охлаждения, соответствующими  $M \lesssim 1,5 M_{\odot}$ . Это накладывает дополнительное ограничение на модели тепловой эволюции нейтронных звезд.

Работа поддержана грантом РФФИ 04-02-16720 и фондом «Династия».

**Поутанен Юрий Иормович** (*Univ. Oulu*)

*Современное состояние исследований аккрецирующих миллисекундных пульсаров*

В докладе дается обзор рентгеновских наблюдений аккрецирующих миллисекундных пульсаров и современного состояния теории образования их спектров и профилей импульсов. Исследованы профили импульсов семи аккрецирующих рентгеновских миллисекундных пульсаров в разных энергетических диапазонах. Две главные составляющие излучения, которые хорошо выделяются в усредненных по времени спектрах — спектр излучения черного тела и комтонизационный «хвост», — демонстрируют различные типы переменности и профили импульсов. Наблюдаемые задержки переменности в мягком диапазоне могут быть хорошо объяснены совместным действием эффекта Доплера и различием в диаграммах направленности двух составляющих излучения пульсара. Построена подробная модель рождения рентгеновского излучения, с учетом доплеровского усиления, релятивистской абберации и распространения света в Шварцшильдовском пространстве-времени. Также получены точные аналитические формулы для расчета кривых блеска быстровращающейся нейтронной звезды. Наша модель хорошо воспроизводит профили импульсов на разных энергиях, соответствующие фазовые сдвиги, а также усредненные по времени энергетические спектры. Обсуждается, каким образом наблюдаемые профили импульсов могут быть использованы, чтобы получить ограничения на радиус нейтронной звезды, а также угол наклона системы.

**Зиракашвили Владимир Николаевич** (*ИЗМИРАН*), **Птускин Владимир Соломонович** (*ИЗМИРАН*)

*О распределении магнитного поля за фронтом ударной волны в молодых остатках сверхновых*

Рассчитывается пространственное распределение случайного магнитного поля, возникающего за счет потоковой неустойчивости космических лучей в молодых остатках сверхновых. Генерируемая в предвестнике ударной волны альфвеновская турбулентность усиливается на фронте и сносится во внутреннюю область, где турбулентность быстро приближается к уровню, определяемому условиями потоковой неустойчивости за фронтом ударной волны. Полученные результаты важны для интерпретации наблюдений нетеплового рентгеновского излучения от остатков сверхновых.

## **Рафиков Роман Равильевич (СИТА)**

### *Двойной пульсар J 0737–3039: общие характеристики и природа магнитосферных затмений*

Пульсар J 0737–3039 — единственная на сегодняшний день двойная система нейтронных звезд, в которой мы можем наблюдать оба компонента в радиодиапазоне. Ряд свойств — компактная орбита (период 2,4 часа), ориентация системы — дают беспрецедентные возможности для проверки эффектов общей теории относительности и изучения физики пульсарных магнитосфер. Затмение миллисекундного пульсара магнитосферой нормального компаньона является одним из наиболее интересных эффектов, найденных в этой системе. В докладе будет описана самосогласованная модель затмения, основанная на синхротронном поглощении радиоизлучения миллисекундного пульсара релятивистской плазмой, находящейся в закрытой магнитосфере нормального пульсара. Нагрев плазмы и эволюция ее плотности вызываются поглощением радиоизлучения миллисекундного пульсара. Предсказания модели отлично согласуются с существующими наблюдениями затмения в 0737–3039.

## **Ревнивцев Михаил Геннадьевич (ИКИ РАН/МРА)**

### *Природа рентгеновского излучения Галактического риджа. Суммарное излучение слабых рентгеновских источников в Галактике.*

Природа рентгеновского излучения Галактического риджа (узкая полоса в районе Галактической плоскости, полная светимость более  $10^{38}$  эрг/с, порядка 5% полной светимости Галактики в этом энергетическом диапазоне) представляло собой загадку в течение более 20 лет. Основными были гипотезы о происхождении излучения риджа в результате взаимодействия космических лучей с межзвездным веществом в Галактике и в результате суперпозиции излучения большого количества слабых Галактических рентгеновских источников. Исследование спектра риджа, а также увеличение чувствительности рентгеновских телескопов с целью детектирования все более слабых рентгеновских Галактических источников до последнего времени не дали однозначного ответа. Мы изучили морфологическую структуру излучения риджа. Были использованы данные сканирующих наблюдений обсерватории *RXTE* и показано, что Галактический ридж морфологически состоит из дископодобной части (диск) и сфероидоподобной части (балдж/бар). Параметры этих частей полностью согласуются с соответствующими параметрами распределения звезд в Галактике. Таким образом было доказано, что распределение объемной светимости риджа строго следует распределению объемной плотности звезд в Галактике. Получено значение рентгеновской светимости риджа в пересчете на единичную звездную массу. Показано, что это значение совместимо со средней светимостью единичной звездной массы в нашей части Галактики (в окрестностях Солнца). Сделан вывод, что рентгеновское излучение Галактического риджа является результатом суперпозиции излучения большого количества аккрецирующих белых карликов и коронально активных звезд.

**Сахибуллин Наиль Абдуллович (КазГУ/АНТ)**

*Теория образования спектров облучаемых звездных атмосфер и ее приложения к наблюдениям на телескопе РТТ150*

В течение многих лет анализ звездных спектров производился на основе двух концептуальных предположений о физических условиях звездных атмосфер: локальное термодинамическое равновесие (ЛТР) и отсутствие падающего на звезду излучения. В данном докладе описан новый метод анализа тесных двойных звезд и учетом внешнего излучения от соседней компоненты двойной системы. Основная идея метода заключается в определении избыточной функции источника  $S$  (уравнение (5)), которая описывает главные эффекты падающего излучения. Это излучение повышает температуру внешних слоев звезды и, как следствие, производит специфическое поведение интенсивностей спектральных линий, причем с учетом не-ЛТР эффектов. Использование этого метода было проиллюстрировано на примере трех звезд: MS Peg, V664 Vul, Ux CVn. Сравнение теоретически предсказанных спектров с наблюдаемыми позволило определить фундаментальные параметры этих звезд и их эволюционный статус.

**Сейфина Елена Викторовна (ГАИШ МГУ)**

*Фазы активности транзитного рентгеновского пульсара GS 1843+009 в наблюдениях со спутника ИНТЕГРАЛ*

В наблюдениях 17 октября – 2 ноября 2004 г. зарегистрирована новая вспышка транзитного рентгеновского пульсара GS 1843+009 в диапазоне 25–50 кэВ с помощью телескопа *IBIS/ISGRI* с борта спутника ИНТЕГРАЛ. В этот период объект детектировался на уровне значимости  $5\sigma$ , поток достигал 7 мКраб в вышеуказанном диапазоне. С 2003 по 2005 г. GS 1843+009 неоднократно попадал в поле зрения детекторов спутника ИНТЕГРАЛ. В течение этих наблюдений было зарегистрировано по крайней мере две вспышки: первая – 1–11 мая 2003 г. (Черепашук и др., *ATel* #159, 2003), вторая – 17 октября – 2 ноября 2004 г. В период после вспышки 2003 г., а также перед вспышкой 2004 г. и после нее источник находился в «выключенном» состоянии, детектировался на пределе (иногда ниже предела) детектирования  $3\sigma$ , при этом поток в среднем составлял 3 мКраб. Последние две вспышки рентгеновского излучения (2003, 2004 гг.) были намного слабее двух известных предыдущих (1988, 1997 гг.). В частности, всплеск излучения, зарегистрированный со спутника ИНТЕГРАЛ в 2004 г. оказался в 5 раз слабее, чем измеренный с помощью телескопа *BATSE* со спутника *CGRO* во время вспышки GS 1843+009 в 1997 г. (*Wilson et al.* 1997, *IAU Circ.*, 6586). В настоящей работе сделан вывод о сокращении периода и амплитуды активности этого объекта.

В. И. Денисов (НИИЯФ МГУ), Свертилов Сергей Игоревич (НИИЯФ МГУ)

*Нелинейно-электродинамические эффекты в окрестности гамма-пульсаров и магнетаров и возможности их наблюдения*

Недавние эксперименты по неупругому рассеянию лазерных фотонов на гамма-квантах, проведенные на Стэнфордском линейном ускорителе, подтвердили, что электродинамика в вакууме действительно является нелинейной теорией. Однако магнитные поля, доступные в земных лабораториях ( $B \sim 10^6$  Гс), не дают возможности проверить различные нелинейно-электродинамические модели и их предсказания, поскольку характерное значение магнитного поля, при котором нелинейно-электродинамические эффекты становятся существенными, равно  $B_q = m^2 c^3 / e = 4,41 \cdot 10^{13}$  Гс. Подобными величинами характеризуются магнитные поля некоторых гамма-пульсаров, для таких же объектов как магнетары они могут достигать еще больших значений ( $B \sim 10^{15}$  Гс). Поэтому, наблюдая проявления нелинейно-электродинамических эффектов в жестком излучении пульсаров и магнетаров, можно не только получить важную информацию о природе этих объектов, но и сделать выбор между различными обобщениями линейной электродинамики Максвелла.

Электромагнитное излучение, распространяясь вблизи гамма-пульсара или магнетара, подвергается нелинейно-электродинамическому воздействию со стороны магнитного поля, в результате чего электромагнитные лучи искривляются, потоки излучения рассеиваются, энергетические спектры и состояния поляризации изменяются. Оценки этих эффектов были сделаны для случая распространения слабых плоских электромагнитных волн в постоянном дипольном магнитном поле нейтронной звезды в рамках нелинейно-электродинамических моделей Гейзенберга-Эйлера и Борна-Инфельда.

Для случая, когда источник жесткого излучения находится в непосредственной близости от нейтронной звезды, были определены значения угла, характеризующего нелинейно-электродинамическое искривление электромагнитных волн. Нелинейно-электродинамическое искривление рентгеновских и гамма-лучей в окрестности нейтронной звезды приводит к их рассеянию и, следовательно, к уменьшению детектируемого потока в заданной точке пространства по сравнению с тем, если бы лучи распространялись, не подвергаясь искривлению. Другим проявлением нелинейно-электродинамического искривления лучей является запаздывание друг относительно друга электромагнитных сигналов, линейно-поляризованных во взаимно перпендикулярных плоскостях, — так называемое двулучепреломление в вакууме. Этот эффект, как следует из дисперсионного уравнения, имеет место только в случае справедливости модели Гейзенберга-Эйлера. Наряду с искривлением лучей нелинейная электродинамика вакуума также предсказывает эффект умножения частоты электромагнитных сигналов, распространяющихся в сильном магнитном поле.

Среди отмеченных эффектов наиболее реально по данным наблюдений пульсаров и магнетаров в рентгеновском и гамма-диапазонах может быть обнаружена зависимость скорости распространения электромагнитного излучения во внешних магнитных полях от состояния поляризации.

**Соколов Владимир Владимирович (САО РАН), Бисноватый-Коган Г. С. (ИКИ РАН), Курт В. Г. (АКЦ ФИАН), Гнедин Ю. Н. (ГАУ РАН), Барышев Ю. В.**

*Наблюдательные ограничения для углового и спектрального распределения фотонов в источниках гамма-всплесков*

Обсуждаются типичные спектры гамма-всплесков и, в связи с этим, то, как возникла проблема компактности источника гамма-всплеска и то, как она была решена в популярной модели фаербола. В частности, обсуждены наблюдательные (модельно независимые) ограничения на величину коллимации  $\gamma$ -лучей и зависимость угла коллимации фотонов от их энергий. Если учесть, что порог рождения  $e^-e^+$  пар зависит от угла между импульсами фотонов в источнике  $\gamma$ -всплеска, то тогда возможно и другое решение той же проблемы компактности. С учетом угловой зависимости порога рождения пар для фотонов предложен новый подход к объяснению  $\gamma$ -всплеска и приведен список основных предположений сценария, описывающего источник  $\gamma$ -всплеска с полным (фотонным) энерговыделением  $\lesssim 10^{49}$  эрг. Т. о., речь идет об альтернативе ультрарелятивистскому фаерболу, если действительно окажется (как это следует из наблюдений), что все «длинные»  $\gamma$ -всплески физически связаны с *нормальными* (непеккулярными) массивными (*core-collapse*) сверхновыми. В рамках предположений своей модели мы рассматриваем вопрос об эффектах давления излучением и возникновении джетов вследствие даже небольшой анизотропии мощного поля излучения в самом (компактном) источнике  $\gamma$ -всплеска. Обсуждаются возможные механизмы энерговыделения в областях размером  $\lesssim 10^8$  см, — компактная модель  $\gamma$ -всплеска. Рассматриваются новые наблюдательные следствия такого (компактного) энерговыделения источника всплеска.

**Старобинский Алексей Александрович (ИТФ РАН)**

*Последние достижения и проблемы в теории первичных неоднородностей во Вселенной*

Первичные скалярные (адиабатические) возмущения и гравитационные волны (тензорные возмущения) — это главные наблюдаемые величины, которые сохранились к настоящему времени от очень ранних стадий эволюции Вселенной. Точность наблюдательных данных о первичных неоднородностях, ожидаемая в планируемых экспериментах, требует выхода за рамки приближения медленного скатывания инфлатонного поля на де-Ситтеровской (инфляционной) стадии в ранней Вселенной. В докладе представлены последние теоретические достижения в теории генерации первичных неоднородностей, включая два точных решения для потенциалов инфлатонного поля, приводящих к точно плоскому спектру адиабатических возмущений или к постоянно отношению амплитуд скалярных и тензорных возмущений. Обсуждаются тонкие вопросы и проблемы в прямой и обратной задачах расчета спектра возмущений, в частности, зависимость спектра от начального значения однородной части инфлатонного поля, роль выхода из инфляции и т.д. Показано, что стохастические неоднородности со сверхбольшой длиной волны не могут имитировать современную темную энергию.

**Сулейманов Валерий Фиалович** (КГУ/Университет г. Тюбинген, Германия),  
Ю. Поутанен (Университет г. Оулу, Финляндия)

*Спектры излучения слоев растекания на поверхности нейтронных звезд*

Рассчитаны спектры слоев растекания на поверхности нейтронных звезд на основе модели Иногамова-Сюняева. Учтены поправки общей теории относительности на величину ускорения свободного падения на поверхности нейтронных звезд и рассмотрены слои растекания с солнечным химическим составом. Локальные (на данной широте) спектры похожи на спектры барстеров и близки по форме к дилутированным спектрам черного тела. Интегральные спектры слоев растекания рассчитаны с учетом искривления лучей света в гравитационном поле нейтронной звезды, гравитационного красного смещения и релятивистского эффекта Доплера. Интегральные спектры слабо зависят от светимости и угла наклона слоя растекания к лучу зрения. Они также близки по форме к дилутированному спектру черного тела с цветовой температурой, зависящей главным образом от отношения масса-радиус нейтронной звезды.

Ограничения на отношение масса-радиус нейтронных звезд получены путем сравнения теоретических спектров слоев растекания с наблюдаемыми спектрами пограничных слоев в маломассивных рентгеновских двойных высокой светимости, имеющих цветовую температуру  $2,4 \pm 0,1$  кэВ (Гильфанов и др., 2003). Мы получили радиус нейтронных звезд в этих системах  $15 \pm 2$  км при массе  $1,4 M_{\odot}$ , что соответствует жесткому уравнению состояния ядер нейтронных звезд.

Быков А. М. (ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН), **Топтыгин Игорь Николаевич** (СПбГПУ)

*Нерезонансная генерация магнитных флуктуаций ускоренными частицами в частично ионизированной среде*

Исследован механизм генерации длинноволновых возмущений альвеновского типа в частично ионизированной среде с примесью релятивистских частиц, находящейся во внешнем квазиоднородном магнитном поле. Неустойчивость системы и раскачка колебаний вызваны током ускоренных частиц, текущим перпендикулярно внешнему полю. Примесь нейтральных атомов необходима для увеличения магнитной вязкости среды, которая препятствует экранировке стороннего тока ускоренных частиц свободными зарядами фоновой плазмы. В этих условиях при сильной замагниченности фоновых ионов и электронов закон Ома в частично ионизированной среде сильно модифицируется, а магнитная вязкость среды перенормируется и может существенно (на многие порядки) возрасти.

В линейном приближении вычислены скорости генерации и диссипации неустойчивых волн. Раскачиваются колебания с длиной волны больше некоторой критической, которая определяется концентрацией ускоренных частиц и анизотропией их функции распределения. Инкремент нарастания неустойчивых волн пропорционален их волновому числу.

Рассмотрено применение исследованного механизма неустойчивости к раскачке колебаний анизотропным распределением релятивистских частиц в частично ионизированных областях Галактики, а также перед фронтами ударных волн, генерирующих релятивистские и нерелятивистские ускоренные частицы. Показано, что для остатков сверхновых время генерации мод меньше возраста остатка. Длинноволновые возмущения магнитного поля определяют предельные энергии частиц, ускоряемых на ударной волне механизмом Ферми.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 03-02-17433, 04-02-16595).

**Трушкин Сергей Анатольевич (САО РАН),** Котани Т., Валиуллин Р., Кинугаса К., Сафи-хаб С., Каваи Н., Намики М.:

*Быстрая рентгеновская переменность в течение события массивного струйного выброса из SS 433*

Микроквазары время от времени показывают интенсивные струйные выбросы вещества, которые ясно отличимы от непрерывных или квазинепрерывных слабых выбросов. Так как эти события «извержений» довольно редки и не продолжительны по времени, их было непросто наблюдать в рентгеновском диапазоне. Здесь мы обсуждаем первые наблюдения мощного выброса вещества из микроквара SS 433 с помощью обсерватории *RXTE* в октябре-ноябре 2001 г. Источник SS 433 в таком состоянии интенсивного выброса вещества показывает в мягком рентгене множество новых явлений, включая КПО-подобную деталь в спектре мощности вблизи частоты 0,1 ГГц и сильную переменность на коротких временах, напоминающую серию «выстрелов». Такая форма кривых блеска на коротких временах может быть вызвана образованием малых сгустков или ядер плазмы. Сама массивно бьющая струя может состоять из тысяч таких ядер плазмы, инжектированных из двойной системы. Размер и кинетическая энергия плазменных ядер и самой струи в таком состоянии оценивается как  $\sim 10^{10}$  см и  $\sim 10^{38}$  эрг.

Детектирование событий массивных извержений было осуществлено на радиотелескопе РАТАН-600 в программе ежедневных наблюдений микроквараз: SS 443, GRS 1915+105, V4641 Sgr, Cyg X-1, Cyg X-3, LSI 303+61d и др. Патрулирование вспышечной переменности радиоизлучающих рентгеновских источников на РАТАНе проводится более или менее регулярно с середины 90-х гг., а SS 433 — даже с 80-х гг. прошлого века. Уже проведено более 1000 наблюдений SS 433 на шести частотах от 1 до 22 ГГц. Данные измерений и построение спектров SS 433 доступны на сайте базы данных *CATS*: <http://cats.sao.ru/>.

Мы также приводим результаты совсем недавних (сентябрь-ноябрь 2005 г.) многочастотных измерений кривых радиоблеска другого микроквара GRS 1915+105, который показал необычно мощную и коррелированную вспышечную активность в рентгеновском (*RXTE ASM*, 2–12 кэВ) и радиодиапазоне (РАТАН, 1–11 ГГц).

Подробная статья в *ApJ* выходит в начале 2006 г. (astro-ph/0509411).

Работа поддержана грантами РФФИ 02-05-17556 и 02-05-19710.

**Трушкин Сергей Анатольевич** (САО РАН), Бурсов Н. Н., Валтаойя Е.,  
Нижельский Н. А., Торникоски М., Михайлов А., Харинов М. (САО РАН, ИПА РАН,  
Университет Турку, обсерватория Метсахови)

*Недавние исследования радиопеременности активных ядер галактики и микроквazarов  
на радиотелескопах РАТАН-600 (САО) и РТЗ2 (ИПА)*

1. В совместной российско-финской программе исследований спектральной переменности фоновых источников с ноября 2003 г. по сентябрь 2005 г. на радиотелескопе РАТАН-600 и 14-м радиотелескопе в обсерватории Метсахови были проведены восемь циклов наблюдений выборки из 150 внегалактических радиоисточников, активных ядер галактик, источников с максимальным потоком на частотах от 5 до 30 ГГц и блазаров с плоскими спектрами. Измерения потоков выполнены в диапазоне от 1 до 37 ГГц почти одновременно, что дает возможность выявить, какие источники всегда яркие на высоких частотах, а какие — только в моменты вспышек. В базе данных *CATS* (<http://cats.sao.ru/>) собрано тысячи длительных и многочастотных измерений потоков ярких источников, что позволяет выделить среди них яркие на таких высоких частотах, где данных или мало, или нет вообще. Была принята условная граница: больше 400 мЯнских на частотах выше 22 ГГц, исходя из того, что это минимальный поток для 204 источников каталога высокочастотного обзора всего неба эксперимента *WMAP*. По такому критерию мы выделили свыше 1200 источников вне плоскости Галактики.

Около 100 из них (с числом измерений потоков меньше 25) были просмотрены в отдельной программе на РАТАН-600. Как показали эти пилотные наблюдения объектов с наименее надежными экстраполированными спектрами, оправдываемость предсказания спектра оказалось очень высокой:  $y \approx 80\%$  таких источников измеренные потоки на 22 ГГц действительно были выше 400 мЯн. Мы предполагаем, что в более надежной по числу изменений потоков выборке спектры большинства источников лежат выше 0,4 Ян в области высоких частот. Таким образом, мы сделали вывод, что каталог внегалактических источников эксперимента *WMAP* реализации первого года содержит как минимум в 5 раз меньше ярких источников, чем реально есть на небе. Этот вывод исключительно важен для оценки реального вклада фоновых источников в экспериментах *WMAP* и *PLANK* по измерению флуктуаций спектра микроволнового излучения.

2. На протяжении последних двух лет на РТЗ2 были проведены около двадцати циклов наблюдений ярких микроквazarов: SS 433, Cyg X-3 и LSI 303+61d на частоте 8.45 ГГц. Обычно в течение 1–3 дней эти источники наблюдались в режиме многократного сканирования антенной или по углу места или азимуту, так что за три-пять наблюдений в сутки по 30–60 минут накапливались до 100 отдельных сканов, по которым можно было исследовать быструю внутрисуточную переменность радиоизлучения микроквazarов. Реализованная чувствительность по потоку достигала уровня  $\sim 10$  мЯн. С ноября 2004 г. по октябрь 2005 г. в течение 12 двухдневных циклов наблюдений на РТЗ2 была исследована выборка 40 ярких внегалактических источников, частично

из каталогов *3C* и *WMAP*, частично из списка источников, исследуемых в совместной российско-финской программе. С марта 2005 г. наблюдения на РТ32 выполняются одновременно в двух круговых поляризациях на частоте 8,45 ГГц и на частоте 2,3 ГГц в одной поляризации. Сравнение результатов квази-одновременных наблюдений АЯГ и микроквazarов на РАТАНе и РТ32 показало очень хорошее согласие измерений плотностей потоков и радиоспектров источников. Мы обсуждаем первый положительный опыт научных наблюдений на телескопе РТ32 и приводим результаты спектральных и временных исследований микроквazarов и АЯГ.

Работа поддержана грантом РФФИ 02-05-17556.

### **Урысон Анна Владимировна (ФИАН)**

#### *Активные ядра — источники кластеров частиц ультравысоких энергий*

На установке *AGASA* в течение 10 лет были зарегистрированы частицы космических лучей (КЛ) ультравысоких энергий (УВЭ), направления приходов которых совпадали в области однократной ошибки — всего пять дублетов и один триплет из 63 частиц УВЭ [1]. В область частиц триплета попадает также частица, зарегистрированная на Якутской установке [2]. Частота регистрации частиц в кластерах составляет  $\sim 1 \div 1,5 \text{ лет}^{-1}$ , в одном из дублетов частицы были зарегистрированы с интервалом почти 10 лет. Вероятностные оценки [1] исключают случайное совпадение координат частиц в кластерах.

Предполагая, что источниками КЛ УВЭ являются активные ядра галактик, мы объяснили происхождение кластеров частиц, зарегистрированных на установке *AGASA*. Кластеры частиц приходят из участков неба с повышенной плотностью этих объектов (размеры таких участков неба в экваториальных координатах —  $\Delta\alpha < 9^\circ$ ,  $\Delta\delta < 9^\circ$ ), но возможны и от отдельных источников.

Мы оценили частоту регистрации КЛ УВЭ на наземных установках с площадью  $S \approx 10 \text{ км}^2$  (примерно такая площадь установок в Якутске, Хавера Парк, Акено и Волкано Ренч) и  $S \approx 100, 3000 \text{ км}^2$  (площади установок *AGASA* и *Pierre Auger*). Модель объясняет частоту регистрации кластеров на установке *AGASA*. На установках с площадью  $S \approx 10 \text{ км}^2$  регистрация кластеров невозможна. (Данные о кластерах на установке *Pierre Auger* не публиковались.)

На излучение КЛ и образование кластеров могут влиять следующие причины. Во-первых, КЛ ускоряются в источнике квазипериодически с периодом (4 – 25) лет со сравнительно короткой продолжительностью активного состояния, что возможно по результатам работы [3]. Во-вторых, на излучение частиц УВЭ влияет возможно меняющаяся (от  $\sim 0,01$  до 0,1) доля протонов (ядер) в составе плазмы в джете, или области, где происходит ускорение частиц. (Такое изменение доли протонов не противоречит результатам [4].)

Переменная активность источников, так же как уменьшение и увеличение доли протонов в джете, выглядит как «выключение» и «включение» источника. Это может

быть причиной того, что за 10 лет работы на установке AGASA были зарегистрированы только дублеты и один триплет и не были зарегистрированы кластеры с большим числом частиц.

Оценки частоты регистрации КЛ, на основе которых сделаны эти выводы, получены без учета реального времени, в течение которого установка регистрирует излучение от источников. Кроме того, не учитывался отбор ливней по полярному углу прихода. Вследствие этого, возможно, регистрируется не более половины излучения источника. Поэтому для дальнейшего исследования кластеров необходимо учитывать реальное время регистрации КЛ и отбор ливней. Показано, что сопоставление данных по КЛ с теоретическими оценками может служить тестом для моделей активных ядер — источников КЛ УВЭ.

#### *Литература*

[1] N. Hayashida et al., astro-ph/0008102 (2000).

[2] B.N. Afanasiev et al., in Proc.Int.Symp.Extremely High Energy Cosmic Rays: Astrophysics and Future Observatories, ed.M.Nagano (Tokyo:Inst. Cosmic-Ray Research). 1996. P. 32.

[3] Т.В. Рюатунина et al., astro-ph/0502173 (2005).

[4] Железняков В.В., Корягин С.А., ПАЖ 28, 809 (2002).

**Филиппова Екатерина Владимировна (ИКИ РАН), Ревнивцев М. (ИКИ РАН),  
Фабрика С. (САО РАН), Постнов К. (ГАИШ МГУ)**

#### *Наблюдения SS 433 по данным обсерватории RXTE*

В работе представлен анализ наблюдений SS 433 обсерваторией RXTE за время 1996–2005 гг. Впервые показано наличие рентгеновских затмений в прецессионных фазах  $\psi = 0,33, 0,66$ , соответствующих моменту, когда джеты находятся в картинной плоскости, что дает возможность поставить ограничение снизу на размер звезды  $R/a \gtrsim 0,5$  или верхний предел на отношение масс компаньонов  $q \lesssim 0,3 - 0,35$ . Показано, что вблизи затмений джетов оптической звездой наблюдается сильное фотопоглощение рентгеновского излучения, что указывает на присутствие плотного ветра вблизи звезды. Из этого следует, что размер области, которая приводит к наблюдаемым орбитальным затмениям, больше размера полости Роша оптической звезды. Из наблюдений рентгеновских затмений, проведенных обсерваторией RXTE в 2005 году, получена оценка размера затмевающего объекта  $R/a \sim 0,53$ . Прецессионные вариации максимальной наблюдаемой температуры джетов описаны в рамках модели остывающего джета.

**Хамитов Ирек Мунавирович** (*Национальная Обсерватория ТЮБИТАК, Анталия, Турция*), Бикмаев И. Ф. (*КГУ/АНТ*), Аслан З. (*Национальная Обсерватория ТЮБИТАК, Анталия, Турция*), Сахибуллин Н. А. (*КГУ/АНТ*), Власюк В. (*САО РАН*), Железняк А. П. (*Институт Астрономии Харьковского Национального Университета, Харьков, Украина*)

*Результаты анализа оптических кривых блеска гравитационно-линзируемого квазара SBS 1520+530 по наблюдениям на 1,5-м телескопе РТТ-150 в 2001–2005 гг.*

Представлены кривые блеска компонентов А и В гравитационно-линзированной системы SBS 1520+530 в фильтре  $R_c$ , полученные в течение 2001–2005 гг. на 1,5-м российско-турецком телескопе РТТ-150 в Национальной обсерватории ТЮБИТАК (Турция). На основе анализа данных за 2001–2002 гг. определено значение времени задержки флуктуаций блеска между компонентами квазара А и В в 128 дней. Оно согласуется с опубликованными ранее значениями за периоды 1999–2001 гг. и 2003–2004 гг. Используя все опубликованные данные о блеске компонентов А и В SBS 1520+530 за 6-ти летний период, обнаружены, по крайней мере, два события микролинзирования. Одно имеет характер долговременного линейного изменения, второе — продолжительностью несколько сот дней.

**Цыганков Сергей Сергеевич** (*ИКИ РАН*)

*Наблюдения рентгеновского пульсара V0332+53 по данным обсерваторий ИНТЕГРАЛ*

Представлены результаты анализа наблюдений транзитного рентгеновского пульсара V0332+53, выполненного по данным одновременных наблюдений орбитальными обсерваториями ИНТЕГРАЛ и *RXTE* в широком рентгеновском диапазоне энергий (3–110 кэВ) во время мощного всплеска излучения, произошедшего в конце 2004 – начале 2005 гг. В спектре источника зарегистрирована резонансная циклотронная линия поглощения на энергии 26 кэВ вместе с двумя ее высшими гармониками на энергиях 50 и 73 кэВ, соответственно. Показано, что основная частота не является постоянной, а увеличивается с уменьшением светимости пульсара. Обнаружены значительные изменения профиля импульса пульсара с энергией, особенно в районе основной гармоники циклотронной линии.

**Человеков Иван Васильевич** (*ИКИ РАН*)

*Каталог рентгеновских всплесков, зарегистрированных телескопом ISGRI обсерватории ИНТЕГРАЛ в 2003–2005 гг.*

В работе представлены результаты анализа всех общедоступных данных, полученных детектором ISGRI/IBIS на борту орбитальной обсерватории ИНТЕГРАЛ в 2003–2004 гг., на предмет наличия в зарегистрированном излучении рентгеновских вспле-

сков длительностью до 500 с в диапазоне энергий 15–25 кэВ. Обнаружено более 1800 рентгеновских всплесков, причем все 111 из них, источник которых удалось локализовать, связаны с известными постоянными или транзиентными источниками рентгеновского излучения. В частности, 64 всплеска было зарегистрировано от барстера GX 354–0, что позволило исследовать распределение всплесков источника по длительности всплеска, уровню максимального потока во время всплеска и периоду рекуррентности всплесков.

**Черепашук Анатолий Михайлович (ГАИШ МГУ)**

*Демография черных дыр*

К настоящему времени открыты несколько сотен кандидатов в черные дыры, что дает возможность проводить статистические исследования релятивистских объектов разных типов. Распределение по массам нейтронных звезд и черных дыр звездных масс имеет бимодальный характер, в отличие от распределения по массам  $CO$ -ядер массивных звезд – родоначальников релятивистских объектов. Обнаружена корреляция масс сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик со светимостью галактического балджа, а также с дисперсией скоростей в балдже. Корреляция между вращательной скоростью галактики и массой ее центральной сверхмассивной черной дыры изучается путем прямого сравнения полученных из наблюдений скоростей вращения галактик с массами центральных сверхмассивных черных дыр, определенных динамическим методом.

**Чернышов Дмитрий Олегович (МФТИ), К. С. Ченг, В. А. Догель**

*Природа аннигиляционного излучения из центра Галактики*

Мы предполагаем, что черная дыра в центре Галактики является источником релятивистских протонов. В результате их столкновений с протонами и ядрами межзвездного газа рождаются вторичные фотоны и электроны, что и приводит к генерации высокоэнергичного гамма-излучения и потока в аннигиляционной линии 511 кэВ. Для оценки интенсивности аннигиляционной линии решались кинетические уравнения, описывающие термализацию релятивистских позитронов в межзвездной среде. Анализ показал, что рассматриваемая ситуация является существенно нестационарной, когда пики излучения в гамма-диапазоне и в позитронной линии достигаются в различные моменты после взрыва.

**Чернякова Мария Александровна (АКЦ ФИАН/ISDC), А. Неронов (ISDC)**

*Изучение взаимодействия ветров в двойной системе PSR B1259–63 на основе данных обсерватории XMM-Newton.*

Пульсар PSR B1259–63 — единственная система с радиопульсаром, от которой было зарегистрировано непульсирующее радио-, рентгеновское и высокоэнергичное (ТэВ) излучение. В этой системе пульсар вращается по сильно вытянутой орбите ( $e = 0,85$ ) вокруг  $Be$ -звезды, дважды пересекая ее диск, до и после прохождения периастра. Детальная кривая блеска, построенная нами на основе не публиковавшихся ранее данных обсерватории XMM-Newton, позволила определить геометрию диска. Сравнение кривых блеска и спектральной эволюции системы в разных энергетических диапазонах показывает необходимость учета потерь на синхротронное, обратное комптоновское и тормозное излучение и позволяет исследовать структуру пульсарного и звездного ветров.

**Чугунов Андрей Игоревич (ФТИ РАН)**

*Колебания коры нейтронной звезды*

В приближении плоско-параллельного слоя исследованы собственные моды акустических колебаний высокой мультипольности ( $l \sim 100 - 1000$ ), локализованные в коре нейтронной звезды. Продемонстрировано, что частоты колебаний, нормированные на частоту основной моды (без узлов по радиусу) той же мультипольности, описываются функцией единственного параметра  $\alpha$ , зависящего от массы и радиуса звезды, а также мультипольности колебания. При этом профиль потенциала скорости может быть представлен в виде функции давления с единственным дополнительным параметром  $\alpha$ .

При  $l \gtrsim 300$  моды могут быть подразделены на внешние и внутренние. Внешние моды локализованы во внешних слоях звезды. Внутренние моды локализованы внутри коры, вблизи точки нейтронизации и связаны со смягчением уравнения состояния после нейтронизации. При  $l \sim 100$  различие между модами обоих типов пропадает, и все моды локализованы во всей коре. Проведено сравнение мод колебаний для нейтронных звезд с корой, состоящей из аккрецированного вещества и вещества, находящегося в основном состоянии. Основные особенности оказываются схожими, но присутствуют количественные различия в частотах и областях локализации мод колебаний. Для коры с веществом, находящимся в основном состоянии, использованы две модели с точным описанием фазовых переходов (связанных с изменением нуклидов, составляющих вещество), а также модель со сглаженными фазовыми переходами. Продемонстрировано, что частоты колебаний оказываются практически одинаковыми для всех этих моделей.

Работа поддержана грантом Фонда Дмитрия Зимина «Династия» и Международного центра фундаментальной физики в Москве, грантом РФФИ № 05-02-16245 и

**Широков Александр Викторович (СИТА)**

*Численное моделирование мелкомасштабной структуры темной материи*

We present an optimal parallel implementation of the particle-particle/particle-mesh (P<sup>3</sup>M) algorithm for N-body simulations of dark matter on distributed memory clusters. The code uses a hybrid method for both computation and domain decomposition. Long-range forces are computed using a Fourier transform gravity solver on a regular mesh; the mesh is distributed across parallel processes using a static one-dimensional slab domain decomposition. Short-range forces are computed by direct summation of close pairs; particles are distributed using a dynamic domain decomposition based on a space-filling Hilbert curve. A nearly-optimal method was devised to dynamically repartition the particle distribution so as to maintain load balance even for extremely inhomogeneous mass distributions. Tests using 800<sup>3</sup> simulations on a 40-processor Beowulf cluster showed good load balance and scalability up to 80 processes. We apply our code to simulate small scale structure of the universe at redshift  $z > 50$ .

We observe and analyze the formation of caustics in the structure and compare it with the predictions of semi-analytic models of structure formation. The current limits on neutralino detection experiments assume a Maxwell-Boltzmann velocity distribution and smooth spatial distribution of dark matter. It is shown in this presentation that inhomogeneous distribution of dark matter on small scales significantly changes the predicted event rates in direct detection dark matter experiments. The effect of spatial inhomogeneity weakens the upper limits on neutralino cross section produced in the Cryogenic Dark Matter Search Experiment.

**Штыковский Павел Евгеньевич (ИКИ РАН), Гильфанов Марат Равильевич (ИКИ РАН/МРА)**

*Массивные рентгеновские двойные в Магеллановых Облаках*

Мы изучаем свойства популяций массивных рентгеновских двойных в Магеллановых Облаках по данным рентгеновской обсерватории *XMM-Newton*. Магеллановы Облака благодаря своей близости и активному звездообразованию являются идеальными лабораториями для изучения популяций массивных рентгеновских двойных. Мы показываем, какие аспекты формирования и эволюции этих систем можно изучать используя доступные рентгеновские и оптические наблюдения Магеллановых Облаков. В частности, используя пространственное распределение кандидатов в массивные рентгеновские двойные задетектированных обсерваторией *XMM-Newton* по Магеллановым Облакам и историю звездообразования в этих галактиках, мы накладываем ограничения на зависимость числа массивных рентгеновских двойных от времени

прошедшего с момента звездообразования. Мы также показываем, какие очевидные наблюдательные проявления имеет данная зависимость.

**Яковлев Дмитрий Георгиевич (ФТИ РАН)**

*Странные звезды*

Кратко описаны основные свойства странной кварковой материи (включая уравнение состояния), основные параметры гипотетических странных звезд, возможные наблюдательные проявления этих звезд и наблюдательные тесты, которые позволили бы подтвердить или опровергнуть гипотезу о существовании странных звезд.

Работа поддержана грантами РФФИ (05-02-16245, 05-02-2203, 03-07-90200) и ВН-ШР (1115.2003.2).

055/02/2

Ротап rint ИКИ РАН  
Москва, 997810, Профсоюзная, 84/32

---

Подписано к печати 22.12.05

---

Заказ 2022

Формат 70×108/32

Тираж 150

2,0 уч.-изд.л.