

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Всероссийская астрофизическая конференция

**АСТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
СЕГОДНЯ И ЗАВТРА (НЕА-2007)**

24-26 декабря 2007 г.

проводится при финансовой поддержке

Российской Академии Наук

и

Российского Фонда Фундаментальных Исследований

Москва

2007

Тематика конференции на протяжении 6 лет неизменно связана с астрофизикой высоких энергий и космологией. В 2007 году мы планируем сконцентрироваться на обсуждении физики космологической рекомбинации и реионизации, физики газа в скоплениях галактик и межгалактической среды. Будут обсуждаться новые и ожидаемые в ближайшем будущем результаты исследований нейтронных звезд и черных дыр, магнетаров и аномальных пульсаров, ядер активных галактик и квазаров. Планируется также представить самые свежие результаты, полученные с помощью международной гамма-обсерватории ИНТЕГРАЛ.

Конференция проводится отделом Астрофизики Высоких Энергий ИКИ РАН при финансовой поддержке Российской Академии Наук и Российского Фонда Фундаментальных Исследований (проект 07-02-06156).

Программный комитет:

А.А. Вихлинин, М.Р. Гильфанов, С.А. Гребенев,
М.Н. Павлинский, М.Г. Ревнивцев, С.Ю. Сазонов,
Р.А. Сюняев, Е.М. Чуразов (председатель)

Организационный комитет:

М.Н. Павлинский (председатель), Р.А. Буренин,
П.Е. Штыковский, Р.А. Кривонос, С.С. Цыганков,
А.А. Лутовинов, В.А. Арэфьев, Е.В. Филиппова,
Д.И. Карасев, А.Ю. Ткаченко, Н.Л. Александрович,
Е.Б. Цукерман, А.Ф. Рыбакова

Секретарь: Васильева Наталья Павловна, тел. (495)333-53-00

Аннотации докладов

Алексеев Павел Сергеевич (ФТИ РАН)

Сценарии распада магнитогидродинамической турбулентности в протогалактической среде
// Алексеев П.С., Даниленко А.А.

Предложен метод вероятностного описания магнитогидродинамической турбулентности проводящей жидкости. Модель включает в себя усреднение по различным реализациям турбулентности без явного использования корреляционных функций а также симметричный анализ начальных условий. Это позволяет разделить рассмотрение турбулентности на мелких и крупных масштабах. Построенная общая теория была применена к пространственно выделенной области протогалактической среды, возникшей в результате гравитационной неустойчивости. Было показано, что наличие выделенного направления (момента количества движения) приводит к возможности существования солитонов МГД-уравнений, обладающих спиральной структурой и представляющих собой рукава спиральных галактик. Преимуществами настоящего рассмотрения по сравнению с проведёнными ранее [1-3] являются : i) получение спирального узора в рамках нелинейной модели, включающей в себя учёт магнитного поля и самогравитации, ii) построение точных аналитических решений, iii) предсказание логарифмической формы спирального узора, iv) возможность исследовать причины возникновения данного числа спиральных рукавов и данной степени размытости спирального узора. [1] Lin, C.C., & Shu, F.H. 1964,

ApJ, 140, L646 [2] Фридман, А.М. 2007, УФН, 177, №2, 121
[3] Wada, K., Meurer, G., & Norman, C.A. 2002, ApJ, 577, 197

Архаров Аркадий Александрович (ГАО РАН)

Фотометрические и спектральные наблюдения SS433 на телескопе АЗТ-24 в ближней ИК области спектра.

Представлены результаты фотометрических наблюдений квазара SS433 в полосах ЖК, полученные на телескопе АЗТ-24 в период 2005-2007гг. Построены кривые блеска и цвет-овые зависимости. Получены также предварительные данные о спектральных особенностях объекта в диапазоне 0.8-2.5 мкм

Байкова Аниса Талгатовна (ГАО РАН)

Пространственно-спектральные флуктуации реликтового излучения: стратегия и концепция эксперимента // Дубрович В.К., Байкова А.Т., Хайкин В.Б.

Спектрально-пространственные флуктуации (СПФ) реликтового излучения рассматриваются как результат взаимодействия первичных атомов и молекул с реликтовым излучением в протообъектах, движущихся с пекулярными скоростями относительно реликтового излучения. Оптимистичная оценка отношения $\delta T/T$ для СПФ, вызванных молекулами HeH^+ на красных смещениях $z = 20 - 30$ для сценария ранней реионизации, составляет $2 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-6}$. Ширина полосы линий составляет 0.1-2% и зависит от масштаба протообъектов и красных смещений. Для поиска СПФ предлагается применить разработанный нами разностный метод к картам реликтового излучения, построенным по данным, измеренным в раз-

ных частотных каналах. Моделирование эксперимента произведено на установке MSRT (Tuorla Observatory, Finland), оснащенной 7 4 лучевой криомикроболометрической решеткой с плоским чоппером и частотным мультиплексером, обеспечивающим до семи спектральных каналов в каждом луче (88-100 ГГц). Ожидаемые ограничения, полученные в результате эксперимента, составляют: 2×10^{-5} на отношение $\delta T/T$, $6-7$ на угловое разрешение и 2% на частотное разрешение. Моделирование показало, что СПФ могут быть обнаружены в угловом спектре мощности реликтового излучения даже при условии, что отношение сигнал/шум отдельного частотного канала, составляет около или даже несколько меньше единицы.

Барков Максим Владимирович (ИКИ РАН, Leeds Univ.)

Центральная машина длинных гамма всплесков

В работе проводятся численные результаты 2D моделирования аккреции вещества на вращающуюся черную дыру. Моделирование проводится в рамках идеальной МГД и ОТО. Используется метрика Керра, реалистичное уравнение состояния и нейтринные потери. Показано, что нейтринные потери оказывают сильное влияние на структуру течения, но не на эффективность аккреции. При аккреции замагниченного вещества с угловым моментом на вращающуюся черную дыру образуется плотный торус, замагниченный ветер и магнитно-доминированная струя. Основной поток энергии от черной дыры идет в виде потока поинтинга, который эффективно трансформируется в кинетическую энергию вещества и в тепловую энергию не релятивистского ветра за счет ударных волн на границе ветер-струя. В наших расчетах масса черной дыры принималась порядка 3-10 масс Солнца, а масса плотного тора до 2.5 масс Солнца. При аккреции усредненный по

времени поток энергии в струе может достигать 10^{51} эрг/сек и более, а общая энергия выделяющаяся за время аккреции может достигать 10^{52} эрг, что вполне хватает для объяснения взрыва гиперновых типа SN 1998bw и SN 2003dh. Время энерговыделения определяется угловым моментом аккрецируемого вещества, напряженностью и топологией магнитного поля и может варьироваться от секунд до десятков и сотен секунд.

Барсуков Дмитрий Петрович (ФТИ РАН)

Влияние недипольности магнитного поля на энергию первичных электронов и на период $E \times B$ дрейфа субимпульсов радиопульсара // Барсуков Д.П., Глушко С.Д., Полякова П.И.

Рассматривается влияние недипольности магнитного поля на энергию первичных электронов и на период $E \times B$ дрейфа субимпульсов радиопульсара. Также рассмотрено влияние недипольности магнитного поля на нагрев полярных шапок обратным током позитронов и на изгибное гамма-излучение полярных областей радиопульсара. Пульсар рассматривается в модели “внутреннего зазора”, учитывается влияние недипольности магнитного поля как на радиус кривизны силовых линий, так и на величину электрического поля. При рассмотрении генерации электрон-позитронных пар учитывается только рождение пар квантами изгибного излучения в магнитном поле. Показано, что наличие даже небольшой недипольности может приводить к резкому уменьшению энергии первичных электронов и увеличению периода $E \times B$ дрейфа в несколько раз. Показано, в частности, что период $E \times B$ дрейфа для пульсаров B0943+10 и B1133+16 может быть получен в модели свободного истечения зарядов с поверхности нейтронной звезды при не очень большом недипольном магнитном поле (порядка 30-40% от величины дипольного магнитного поля). Работа поддержана программой “Ведущие научные школы РФ” (грант НШ-9879.2006.2).

Бикмаев Ильфан Фяритович (КГУ)

Оптическая идентификация новых источников из обзора ИНТЕГРАЛа

На 1.5-м телескопе РТТ150 с 2005 года выполняется программа наблюдений по оптической идентификации источников из обзора ИНТЕГРАЛа. Многие из еще неотожествленных источников попадают в область Млечного Пути и являются сильно поглощенными. В докладе будут представлены результаты новых отождествлений, выполненных в 2007 году.

Бобылев Вадим Вадимович (ГАО РАН)

Место рождения нейтронной звезды PSR J1932+1059

В настоящее время для ряда близких нейтронных звезд имеются достаточно надежные оценки таких параметров как расстояние и компоненты собственного движения, однако информация о лучевых скоростях пока отсутствует. В задаче об определении возможного места рождения нейтронной звезды лучевая скорость является свободным параметром. В настоящей работе рассматривается возможность того, что местом рождения близкого пульсара PSR J1932+1059 могло быть рассеянное скопление IC 4665, а не в ассоциации Sco-Cen (Hoogerwerf et al., 2001).

Буренин Родион Анатольевич (ИКИ РАН)

Наблюдение оптического послесвечения гамма-всплеска 060526 на телескопе РТТ-150.

Возможность перехода к нерелятивистскому движению. // Р.А. Буренин (ИКИ), И.М. Хамитов (TUG), И.Ф. Бикмаев, Н.А. Сахибуллин (КГУ), М.Н. Павлинский, Р.А. Сюняев (ИКИ), З. Аслан (TUG)

Представлены результаты многоцветных фотометрических наблюдений оптического послесвечения гамма-всплеска 060526 на Российско-Турецком 1.5-м телескопе РТТ-150 (гора Бакырлытепе, Турция). Получены подробные измерения кривой блеска послесвечения, начиная с времени около 5 часов после гамма-всплеска и на протяжении пяти последующих ночей. В послесвечении, начиная с времени около 0.6 сут. после всплеска, наблюдается переменность с масштабами до $\delta t/t \approx 0.0055$ при $\Delta F_\nu/F_\nu \approx 0.3$, что нарушает ограничения на переменность наблюдаемого излучения ультрарелятивистской струи, полученные в работе Йока и др. (2005). Предлагается объяснять эту переменность тем, что в это время движение оболочки уже не является ультрарелятивистским. Переход к нерелятивистскому движению может происходить на временном масштабе порядка суток в случае более высокой плотности окружающего вещества $\sim 10^2\text{--}10^4 \text{ см}^{-3}$ или звездного ветра $\dot{M} \sim 10^{-5}\text{--}10^{-4} M_\odot/\text{год}$. Такие плотности вполне можно ожидать в областях звездообразования и вокруг массивных звезд Вольфа-Райе.

Цупко Олег Юрьевич (ИКИ РАН)

Сильное гравитационное линзирование на Шварцшильдовской черной дыре // Бисноватый-Коган Г.С., Цупко О.Ю.

Исследованы свойства релятивистских колец, возникающих в изображении источника, при наличии черной дыры между источником и наблюдателем. Рассчитаны прицельные параметры, а также расстояния ми-

нимального сближения лучей, образующих релятивистские кольца, их угловые размеры и коэффициенты “усиления”, которые оказываются много меньше единицы.

Цыганков Сергей Сергеевич (ИКИ РАН)

Циклотронные линии поглощения и физика аккреции на замагниченные нейтронные звезды
// Цыганков С.С., Лутовинов А.А.

Представлены результаты временного и спектрального анализа излучения рентгеновских пульсаров в широком диапазоне энергий (3-100 кэВ) по данным космических обсерваторий ИНТЕГРАЛ и RXTE. Основное внимание уделено исследованию зависимости формы профиля импульса и доли пульсирующего излучения от собственной светимости источников и энергетического диапазона, а также вариациям циклотронной энергии со светимостью. В частности, показано, что для пульсара V0332+53 зависимость циклотронной энергии от светимости может быть описана линейным законом, тогда как в случае 4U0115+63 эта зависимость является гораздо более сложной. Впервые показано, что зависимость доли пульсирующего излучения от энергетического диапазона обладает особенностью в районе циклотронной частоты. Кроме того, обнаружено, что в среднем доля пульсирующего излучения рентгеновских пульсаров растет с увеличением энергии. Обсуждаются возможные механизмы, ответственные за наблюдаемые эффекты.

Даниленко Андрей Андреевич (ФТИ РАН)

Наблюдения туманности “Гитара” с интерферометром Фабри-Перо

Протяженная Н-альфа-туманность “Гитара” вокруг высокоскоростного пульсара PSR B2224+65 является примером пульсарной туманности, образованной на фронте головной ударной волны при сверхзвуковом движении пульсара в межзвездной среде. Физика этих туманностей определяется процессами взаимодействия релятивистского пульсарного ветра с окружающей средой. Мы представляем результаты наблюдений туманности “Гитара”, полученные с помощью сканирующего интерферометра Фабри-Перо на 6-м телескопе САО РАН (пространственное разрешение около 2λ спектральное разрешение - 2.5 ангстрем). Из полученного куба данных (две пространственные координаты и длина волны) выделен и проанализирован профиль линии Н-альфа излучения от наиболее яркой пространственной области, включающей лобовую точку ударной волны. Показано, что профиль плохо описывается одной компонентой, но хорошо описывается суммой двух, “широкой” и “узкой”, гауссовых компонент, как это имеет место в случае так называемых “бальмеровских” ударных волн, наблюдаемых в остатках сверхновых (Chevalier & Raymond, 1978; Chevalier et al., 1980). Это указывает на схожесть механизмов генерации Н-альфа излучения в головных ударных волнах вокруг пульсаров и в “бальмеровских” ударных волнах в остатках сверхновых. Из значений параметров двух гауссовых компонент получены оценки для величин скорости, угла наклона вектора скорости к картинной плоскости и расстояния до пульсара.

Доценко Дмитрийс (МРА, Germany)

Радиолиния сверхтонкой структуры N VII и “теплая” межгалактическая плазма // Доценко Д., Сюняев Р.А.

В докладе обсуждаются возможные астрофизические применения линии сверхтонкой структуры водородоподобного иона азота 14-N VII , имеющей длину волны 5.6 мм. Эта

линия позволяет исследовать “теплую” межгалактическую среду, старые остатки вспышек сверхновых и горячую межзвездную среду. При наблюдении линии от объектов с красным смещением больше 0.15 она выходит из крыла полосы атмосферного поглощения. Наблюдения Галактических и других источников с меньшим красным смещением возможны с помощью современных высокогорных телескопов, расположенных на высотах порядка 5 км. В этом случае атмосферное поглощение уменьшает интенсивность линии только в два-три раза.

Догель Владимир Александрович (ФИАН)

Природа излучающих электронов в скоплениях галактик

Показано, что характеристики аннигиляционного излучения из скоплений галактик, а также анализ величины и знака циркулярной поляризации радиоизлучения позволяют однозначно определить, являются ли релятивистские электроны в скоплениях первичными или рождаются в результате протон-протонных столкновений.

Дородницын Антон Владимирович (ИКИ РАН, GSFC)

Гидродинамическое моделирование ветра из газо-пылевого тора в активных ядрах галактик
// Kallman T., Proga D.

We report on time-dependent axisymmetric simulations of an X-ray excited flow from a parsec-scale, rotating, cold torus around an active galactic nucleus. Our simulations account for radiative heating and cooling and radiation pressure force. The simulations follow the development of a broad bi-conical outflow induced mainly by X-ray heating. We computed synthetic spectra

predicted by our simulations. The wind characteristics and the spectra support the hypothesis that a rotationally supported torus can serve as the source of a wind which is responsible for the warm absorber gas observed in X-ray spectra of many Seyfert galaxies.

Дубрович Виктор Константинович (СПбФ СО РАН)

Наблюдательные проявления первичных молекул в эпоху Dark Ages

В докладе перечисляются возможные первичные молекулы в дозвездную эпоху. Приводится описание основных механизмов взаимодействия этих молекул с СМВ. Оцениваются возможные амплитуды и характер получающихся искажений СМВ и их связь с фундаментальными параметрами Вселенной и деталями первичного химсостава. Рассмотрены эффекты обусловленные процессами вторичной ионизации и рождением первого поколения звезд. Обсуждаются методические приемы поиска таких искажений.

Ефимова Наталья Владимировна (ГАО РАН)

Фотометрические и спектральные наблюдения SS433 на телескопе АЗТ-24 в ближней ИК области спектра

Представлены результаты фотометрических наблюдений квазара SS433 в полосах ЖНК, полученные на телескопе АЗТ-24 в период 2005-2007гг. Построены кривые блеска и цветные зависимости. Получены также предварительные данные о спектральных особенностях объекта в диапазоне 0.8-2.5 мкм

Фабрика Сергей Николаевич (САО РАН)

Ультра-яркие галактические источники. Теория и практика сверхкритической аккреции

Будет представлен обзор наблюдательных данных нового класса рентгеновских объектов, обнаруженных в галактиках - ультраярких рентгеновских источников (ULXs). Рентгеновские светимости ULXs в десятки и сотни раз превышают светимости ярчайших черных дыр нашей Галактики. Весьма вероятно, что ULXs есть черные дыры звездных масс в режиме сверхкритической аккреции.

Фиделис Виктор Владимирович (КрАО)

*Временные и спектральные свойства
рентгеновского излучения от блазара 1ES 1426+428*
// Фиделис В.В., Якубовский Д.А., Войткова Ю.В.

Представлены результаты многолетних наблюдений тераэлектронвольтового блазара 1ES 1426+428 рентгеновскими обсерваториями XMM-Newton, SWIFT и RXTE. Используя архивные данные наблюдений 1ES 1426+428 монитором всего неба ASM/RXTE, получена кривая блеска в диапазоне энергий 1,5 - 12 кэВ в исследуемом периоде от 1996 до 2006 гг., осредненная за 14-дневные бинный показывающая долговременные тренды повышения и уменьшения яркости рентгеновского излучения источника. Средневзвешенное значение рентгеновского излучения за 11-летний период оказалось на уровне 2,6 мКраб, соизмеримом с потоками от двух других ближайших ТэВ-ных блазаров - Mrk 421 и Mrk 501; отдельные всплески многократно превышали это значение на суточной шкале. Оценка разными статистическими методами показала наличие положительной корреляции между параметрами переменности излучения источника и интенсивности регистрации событий в диапазоне энергий 1,5 - 12 кэВ. Всплески излучения сопровождались

повышением его жесткости. Наблюдения 1ES 1426+428 рентгеновским спектрометром изображения SWIFT/XRT и орбитальной обсерваторией XMM-Newton также обнаружили несколько вспышек промежуточной интенсивности в диапазоне энергий 1,5 - 12 кэВ с вариациями потоков, достигающих двукратной величины, а анализ кривых блеска показал наличие корреляции между мягкой и жесткой компонентами рентгеновского излучения от объекта. Исследуется также излучение от объекта по данным регистрации его обсерваторией INTEGRAL.

Филиппова Екатерина Владимировна (ИКИ РАН)

*Природа рентгеновской вспышки системы С1
Жирафа и ее использование как инструмент для
проверки моделей ударных волн во вспышках
классических новых // Филиппова Е.В., Ревнивцев М.Г.,
Лутовинов А.А.*

В работе показано, что рентгеновская вспышка системы С1 Sam 31 марта 1998 года является результатом взрыва классической Новой в этой системе. Большой объем наблюдательных данных, покрывающий практически всю эволюцию рентгеновской вспышки, позволяет проверить модель генерации рентгеновского излучения в веществе звездного ветра, нагретого ударной волной, которая образуется в результате сверхзвукового разлета оболочки с поверхности белого карлика. В результате расчетов предложенной модели вспышки удалось удовлетворительно описать поведение рентгеновского излучения в течении всей вспышки. В частности показано, что разлет оболочки белого карлика происходит с практически постоянной скоростью в течении 1-1.5 дней, после чего разлет замедляется и ударная волна переходит в фазу Седова. Получены ограничения на массу разлетающейся оболочки. Также в работе показано, что при движении ударной волны по области звездного ветра с профилем плотности $\rho \sim 1/r^2$, средняя темпера-

тура излучающего вещества отлична от температуры плазмы непосредственно за ударной волной, что является существенным для сравнения теоретических расчетов с наблюдениями.

Финогенов Алексей Витальевич (МРЕ/UMBC)

Результаты использования эффекта гравитационного искажения формы галактик для измерений массы скоплений

В докладе представлен обзор текущих данные проектов LoCuSS и COSMOS. Получена зависимость рентгеновской светимости от полной массы скоплений. Произведен анализ расброса измерений масс.

Фредерикс Дмитрий Дмитриевич (ФТИ РАН)

Наблюдения SGR в нашей и соседних галактиках.

В докладе обобщаются результаты наблюдений четырех известных мягких гамма-репитеров, полученные в 1979-2007 гг. в экспериментах по изучению гамма-всплесков, проводимых ФТИ. Рассматриваются характеристики мощнейших коротких гамма-всплесков GRB051103 и GRB070201 и локализация их источников - первых вероятных кандидатов во внегалактические SRG.

Гарасёв Михаил Алексеевич (ИПФ РАН)

Влияние релятивистских эффектов в плазме с сильным магнитным полем на дисперсионные свойства нормальных волн // Гарасёв М.А., Деришев Е.В., Кочаровский Вл.В.

Получены выражения для компонент тензора диэлектрической проницаемости плазмы в сильном однородном постоянном магнитном поле, с учётом релятивистских поправок к условию циклотронного резонанса, эффекта отдачи при рассеянии фотонов и намагничивания вакуума. Решено дисперсионное уравнение для системы намагниченный вакуум + магнитоактивная плазма (с учетом указанных поправок), найдены показатели преломления и поглощения нормальных волн. Рассмотрены отличия, возникающие при учете релятивистских эффектов, от нерелятивистского случая. В частности, учет релятивистских поправок приводит к сильному изменению дисперсии среды и формы резонансной кривой при углах распространения (по отношению к магнитному полю) близких к поперечным.

Гильфанов Марат Равильевич (ИКИ РАН)

Горячий газ в балдже галактики M31

Гнедин Юрий Николаевич (ГАО РАН)

Межгалактическое магнитное поле: основные принципы и результаты наблюдений.

Происхождение магнитных полей во Вселенной – одна из центральных задач современной астрономии. Магнитное поле играет решающую роль в процессах образования и эволюции галактик и их скоплений, а также в процессе образования первых звезд. Существующие оценки величины межгалактического магнитного поля, носящие по существу теоретический характер, имеют огромный разброс от величины $\sim 10^{-19}$ G до $\sim 10^{-9}$ G. В докладе представлен обзор существующих теоретических методов оценки межгалактического

магнитного поля. Реальная величина межгалактического магнитного поля определяется на основе нового (по существу, хорошо забытого старого) метода измерения магнитных полей, разработанного Чандрасекаром и Ферми еще в 1953 г. В результате определяется зависимость величины межгалактического магнитного поля от космологического красного смещения. Определена ведущая роль межгалактического магнитного поля в происхождении эффекта космологической ориентации электрических векторов поляризации излучения квазаров, обнаруженного недавно астрономами Южной Европейской Обсерватории. Оценивается роль процесса магнитной конверсии фотонов в псевдоскалярные частицы для обнаруженного эффекта космологической ориентации векторов собственной поляризации квазаров. В заключении кратко обсуждается проблема измерения магнитных полей в скоплениях галактик.

Голубятников Александр Николаевич (МГУ)

Несимметричные формы оболочек звезд

// Голубятников А.Н., Дорошенко Т.А., Леонтьев Н.Е.

На основании предложенной ранее модели динамики замкнутой магнитной идеально проводящей оболочки без внутренних напряжений, поддерживаемой радиальным гиперзвуковым звездным ветром в заданных центральном гравитационном и дипольном магнитном полях, рассматривается задача о динамическом равновесии осесимметричной вращающейся оболочки при постоянных поверхностной плотности и угловой скорости. Задача сводится к аналитическому и численному интегрированию одного обыкновенного дифференциального уравнения. Найдены несимметричные относительно плоскости экватора точные решения, которые не имеют типичных для большинства симметричных оболочек экваториальных ребер. Численно исследованы уходящие в бесконечность несимметричные бутылкообразные формы оболочек.

чек. Полученные модели оболочек могут быть отождествлены с наблюдаемыми формами звездных газопылевых оболочек. Работа поддержана грантами РФФИ (проекты 05-01-00375, 05-01-00839, 08-01-00401, 08-01-00026) и грантами Президента РФ (проекты НШ-4474.2006.1, МК-9352.2006.1).

Гусаков Михаил Евгеньевич (ФТИ РАН)

Объемная вязкость в сверхтекучем гиперонном веществе нейтронных звезд. // Гусаков М.Е., Кантор Е.М.

Как известно, вращающиеся нейтронные звезды могут быть неустойчивы по отношению к излучению гравитационных волн. Объемная вязкость, обусловленная неравновесными процессами взаимных превращений частиц, является одним из эффективных механизмов, подавляющих такие неустойчивости. В данной работе проанализирована объемная вязкость сверхтекучего вещества нейтронных звезд, состоящего из электронов, мюонов, нуклонов и гиперонов. Рассчитаны все 4 коэффициента объемной вязкости, возникающие в гидродинамике сверхтекучих смесей. На примере r -мод рассмотрен вопрос о том, как полученные результаты могут влиять на эффективность подавления неустойчивостей в колеблющихся нейтронных звездах.

Гусев Анатолий Александрович (ИКИ РАН)

Antiprotons Stored in the Planetary Magnetospheres as a Fuel for Future Space Missions

We show that the Earth and other planets having the magnetospheres possess the antiproton radiation belts created due to the galactic cosmic ray nuclear interactions with the residual atmosphere. The Earth magnetosphere contains even

two antiproton radiation belts: inner and outer, the last one is originated by albedo antineutron decay. We estimated the total antiparticle mass contained within the Earth magnetospheres and find magnetically confined and accumulated fluxes significantly exceed the fluxes observable in interplanetary space by up to two orders of magnitude at some energies. Based on preliminary calculations, antiproton planetary content is Earth $\sim 0.1n$ g (inner belt) $+0.15n$ g (outer belt) Jupiter $\sim 1\mu$ g Saturn $\sim 400\mu$ g Uranus $\sim 18n$ g Neptune $\sim 13n$ g It is anticipated that stored antiparticle energy can be adapted for use as a fuel for propelling spacecraft to high velocities for remote solar system missions. Our estimations show that for practical space exploration it is necessary 10 mgrams antimatter for 100 ton 1 year round trip mission to Jupiter; 30 nanograms for 45 day flight to Mars. Draper Laboratory and its collaborators (J.Bickford, W. Spjeldvik et al) proposed to use a magnetic scoop to extract large quantities of these trapped antiparticles. Preliminary thruster experiments already underway in Draper Laboratory.

Гвоздев Александр Александрович (ЯрГУ)

*Феноменологическая модель гигантских вспышек
мягких рентгеновских повторителей*

Обсуждается феноменологическая модель гигантских вспышек SGR, основанная на механизме ядерного распада экзотических ядер, которые могут содержаться в коре нейтронной звезды. В рамках модели исследуется нейтринное остывание образующейся при взрыве плазмы. Дается нижнее ограничение на величину магнитного поля нейтронной звезды.

Холупенко Евгений Евгеньевич (ФТИ РАН)

Космологическая рекомбинация гелия HeII - HeI

В рамках стандартной космологической модели рассмотрена рекомбинация первичной гелиевой плазмы HeII - HeI ($z = 1500 - 3000$). Этот процесс оказывает влияние на формирование анизотропии и искажения спектра микроволнового фонового излучения. Исследовано влияние нейтрального водорода на кинетику рекомбинации HeII - HeI. Показано, что небольшое количество нейтрального водорода ($10^{-5} - 10^{-2}$ от общего количества ионов и атомов водорода) эффективно поглощает резонансные кванты HeI, что приводит к существенному ускорению рекомбинации гелиевой плазмы.

Ибрагимов Аскар Абдуллович (Oulu Univ., КГУ)

Вспышка 2002 г. аккрецирующего миллисекундного рентгеновского пульсара SAX J1808.4-3658 и теоретическое моделирование профилей пульсов

В работе (совместно с проф. Ю. Поутаненом) мы описываем наблюдательные свойства пульсара SAX J1808.4-3658 на примере вспышки 2002 и представляем результаты теоретического моделирования профилей пульсов. Модельные профили сильно зависят от базовых параметров системы (параметров нейтронной звезды, положение аккреционного диска, размера излучающей области, специфики процессов излучения) и применение их к набору наблюдаемых данных открывает возможности для определения реальных параметров системы.

Ихсанов Назар Робертович (ГАО РАН)

Происхождение долгопериодических рентгеновских пульсаров

В докладе рассматривается происхождение рентгеновских пульсаров, период которых лежит в интервале 700-10000

секунд. Эти объекты отождествлены с массивными тесными двойными системами, в состав которых входит нейтронная звезда с периодом вращения, равным периоду наблюдаемых пульсаций. Рентгеновское излучение имеет аккреционную природу, и его источник расположен в областях магнитных полюсов на поверхности нейтронной звезды. Показано, что современное состояние долгопериодических пульсаров может быть интерпретировано в рамках модели сферической аккреции. Происхождение этих объектов описывается эволюционным треком, включающим в себя три фазы замедления вращения нейтронной звезды: эжектор, сверхзвуковой и дозвуковой пропеллер. Предположение о том, что долгопериодические пульсары являются потомками магнитаров в рамках такого подхода не является необходимым.

Илларионов Алексей Юриевич (ОИЯИ, SISSA)

Quantum Monte Carlo studies of superfluid Fermi gases
// A.Yu.Illarionov (International School for Advanced Studies, Italy) S.Fantoni (International School for Advanced Studies, Italy) K.E.Schmidt (Arizona State University, USA)

We report results of quantum Monte Carlo calculations of a superfluid Fermi gas with realistic short-range two-body interactions.

Истомин Яков Николаевич (ФИАН)

Acceleration of particles in the vicinity of a massive black hole

We propose a two-step mechanism for charged particle acceleration in the magnetosphere of a massive black hole surrounded by an accretion disk. Particles first gain energy

by stochastic process during the accretion phase. It is shown that effective proton acceleration up to energies $10^{17} - 10^{19}$ eV is possible in the turbulent magnetized accretion disk. The distribution function of energetic protons over energies is a power law function with typical index $\simeq -1$. Here electrons are not very efficiently accelerated because of their drastic losses by synchrotron radiation. In a second time, part of the fast particles escape from the disk and are then entrained by the magnetic structure above the disk, in the rotating black hole magnetosphere. They thus gain additional energy by direct centrifugal mechanism, up to about 10^{20} eV for the protons and to 10-100 TeV for the electrons when they cross the light cylinder surface. Such energetic particles can further radiate in the TeV spectral range observed by Cherenkov experiments as HESS and MAGIC. Energetic protons can produce γ -radiation in the energy band $1\text{GeV} - 100\text{TeV}$ and above mainly by nuclei collisions with the disk matter, clouds, or ambient low energy photons.

Иванчик Александр Владимирович (ФТИ РАН)

Современный наблюдательный статус проблемы космологической вариации фундаментальных физических констант. // Иванчик А., Варшалович Д., Петижан П.

Современные теории фундаментальных взаимодействий предсказывают возможность вариации фундаментальных физических констант в процессе космологической эволюции. В обзоре представлены различные методы и последние наблюдательные данные оценки возможного изменения постоянной тонкой структуры и отношения масс протона и электрона.

Иващенко Анна Юрьевна (КНУ)

Зависимость параметров кластеризации квазаров от их светимости

Для исследования зависимости кластеризации квазаров от их светимости двумя различными методами было использовано 51757 объектов из SDSS DR5, которые были классифицированы как квазары и имеют спектрометрические красные смещения. Полученные результаты свидетельствуют о том, что более яркие квазары более кластеризованы, но эта зависимость достаточно слабая, что согласуется с теоретическими предсказаниями Lidz et al., 2006.

Карасев Дмитрий Иванович (ИКИ РАН)

Широкополосные исследования быстрых рентгеновских транзиентных источников¹ по данным космических и наземных обсерваторий

// Карасев Д.И., Лутовинов А.А., Цыганков С.С., Буренин Р.А., Гребенев С.А., Денисенко Д.В.

В работе представлены результаты исследования источников AXJ1749.1-2733, IGR J17473-2721 (ХТЕJ1747-274), AX J1845.0-0433 и ХТЕ J1901+014 по данным обсерваторий ИНТЕГРАЛ, RXTE, ASCA, Swift, XMM-Newton, Chandra, а также Российско-Турецкого телескопа РТТ-150. Для источника AXJ1749.1-2733 нами были открыты пульсации рентгеновского потока с периодом 132 с., а также обнаружен его оптический компаньон, который в соответствии со спектральными рентгеновскими данными, а также с данными телескопа РТТ-150, скорее всего является массивной В-звездой. На основании эмпирического соотношения между периодом рентгеновских пульсаций и предполагаемым орбитальным периодом двойной системы (185 дней) показано, что компаньоном,

¹AXJ1749.1-2733, IGR J17473-2721, AX J1845.0-0433 и ХТЕ J1901+014

возможно, является Ве-звезда. Для источников IGR J17473-2721 (ХТЕJ1747-274) и AX J1845.0-0433 были получены кривые блеска и рентгеновские спектры в широком диапазоне энергий (2-60 кэВ) с помощью разных инструментов (для IGR J17473-2721 это было сделано впервые). Наблюдения обсерватории XMM-Newton позволили локализовать известный транзиентный источник ХТЕ J1901+014 с точностью 1". Последующее наблюдение этой области неба телескопом РТТ-150 в R (SDSS) фильтре не позволило обнаружить оптический компаньон в системе; удалось получить только верхний предел на поток от источника в данном фильтре, $R_{mag} < 23$.

Карицкая Евгения Алексеевна (ИНАСАН РАН)

Магнитное поле в рентгеновской системе Лебедь X-1 // Карицкая Е.А., Бочкарев Н.Г., Хубриг С., Гнедин Ю.Н., Погодин М.А., Юдин Р.В., Агафонов М.И., Шарова О.И.

Наши спектрополяриметрические наблюдения с помощью FORS1 на 8.2-м телескопе VLT (г.Паранал, Чили) позволили обнаружить магнитное поле в рентгеновской двойной системе Лебедь X-1. Это первый положительный результат определения магнитного поля в двойных системах с черной дырой. Среднее по диску оптической звезды (O9.7Iab – сверхгиганта) значение продольного (вдоль луча зрения) компонента магнитного поля регулярно меняется с фазой орбитального периода от 0 до +190 Гс (сигма = 30 Гс). Эти измерения проведены по эффекту Зеемана на совокупности абсорбционных спектральных линий фотосферы сверхгиганта. Подобные измерения, выполненные по эмиссионной линии HeII4686A, дали на уровне 2 сигма значение 600 Гс. Доплеровская томограмма системы, построенная по полученным нами на VLT профилям этой линии, показывает, что эмиссионный компонент

HeII4686A возникает во внешних частях аккреционной структуры. Согласно стандартной модели дисковой аккреции такие значения соответствуют величине магнитного поля $\sim 10^8$ Гс вблизи черной дыры и могут объяснить наблюдаемый миллисекундный фликеринг рентгеновского излучения Лебеда X-1.

Каршенбойм Савелий Григорьевич (ВНИИМ)

Двухфотонные переходы в атоме водорода

Двухфотонные нерезонансные переходы в атоме водорода играют важную роль во взаимодействии света и вещества на определенном этапе эволюции Вселенной. Рассматривается современная теория двухфотонных переходов в атоме водорода и состояние дел в (лабораторном) эксперименте.

Кийков Сергей Ортабаевич (ЮУрГУ)

Исследование темпов дисковой аккреции на активные галактические ядра

Рассматривается дисковая аккреция на активные ядра галактик. Предложена модель для изучения темпов аккреции в радиальном и вертикальном направлениях по отношению к аккреционному диску. В рамках этой модели рассчитаны значения радиального и вертикального критических темпов аккреции. Проведен анализ полученных результатов и выполнено их сравнение с классическим эддингтоновским темпом аккреции.

Конторович Виктор Моисеевич (РИАН НАНУ)

Связь спектров гамма и радиоизлучения,

возникающих в вакуумном зазоре пульсара
// Конторович В.М., Фланчик А.Б.

Согласно данным EGRET [1] у ряда пульсаров наблюдается импульсное гамма излучение. В докладе рассматривается модель излучения пульсара, в которой мощное когерентное радиоизлучение возникает в вакуумном зазоре над полярной шапкой нейтронной звезды, рассматриваемом как резонатор [2], возбуждаемый разрядами в продольном электрическом поле. Обратное комптоновское рассеяние мощного низкочастотного излучения на электронах в зазоре, с одной стороны, приводит к рентгеновскому и гамма-излучению пульсара через волновод вблизи магнитной оси, а с другой – ограничивает достижимые энергии ускоренных частиц в зазоре [3]. В силу этого в данной модели мощности и спектры гамма-излучения и радиоизлучения оказываются связанными между собой. Предсказаны некоторые наблюдательные следствия этой связи. Показано, что с учетом влияния сильного магнитного поля на комптоновское рассеяние разность спектральных индексов мощности излучения в радиодиапазоне и в гамма-лучах, возникающих во внутреннем зазоре, должна быть равна 2. Отношение мощности гамма-излучения к мощности радиоизлучения (с учетом вклада запертых мод резонатора) и указанная связь спектральных индексов не противоречат данным наблюдений для ряда пульсаров (Crab, Vela, Geminga). [1] P.L. Nolan et al., *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* 120, 61 (1996). [2] В.М. Конторович, *Радиофизика и радиоастрономия*, 11, 308 (2006). [3] В.М. Конторович, А.Б. Фланчик, *Письма в ЖЭТФ*, 85, 323 (2007).

Копылов Александр Иванович (САО РАН)

Пространственное распределение рентгеновских скоплений галактик // Копылов А.И., Тихонов А.В., Лебедев В.С.

Проведено исследование пространственного распределения скоплений галактик из сводного каталога рентгеновских скоплений в объеме $z < 0.1$. Выделены структуры разного масштаба. Исследовано изменение средних характеристик сгущения (поведение Гамма-функции) в зависимости от рентгеновской светимости. Проведено сравнение свойств скоплений, входящих в системы, и скоплений, расположенных изолированно.

Копылова Флера Гатыповна (САО РАН)

Свойства скоплений галактик в ближнем ИК диапазоне // Копылова Ф.Г., Копылов А.И.

Соотношение между динамически проявляющейся и доминирующей по массе темной материей и барионной материей в виде звезд и газа является ключевой проблемой современной астрофизики. Светимость в ближней инфракрасной области наилучшим образом отслеживает массу звездного населения галактик. В данной работе определены параметры вирialized областей скоплений галактик в К-полосе (2MASS): полной светимости, отношения массы к светимости, числа галактик и др. - и их зависимость от вириальной массы, светимости в рентгеновском диапазоне и местонахождения скопления в крупномасштабной структуре. В выборку включены скопления в области обзора SDSS.

Королев Виталий Владимирович (ВолГУ)

Квазисферическая аккреция турбулентного течения газа с малым угловым моментом на черную дыру: трехмерное моделирование. // Королев В.В., Коваленко И.Г., Еремин М.А.

Представлены результаты трехмерного численного моделирования квазисферической аккреции вещества на черную дыру. Мы получили хорошее согласие с проведенными ранее двумерными расчетами [1]. В окрестности гравитирующего объекта амплитуда мелкомасштабных нерадиальных возмущений возрастает, как это предсказывалось в линейном анализе [2]. Развитие турбулентности создает эффективную “турбулентную” центробежную силу, препятствующую росту радиальной скорости течения газа. В результате возникает сложное трансзвуковое течение с плотными филаментными структурами и радиально-вытянутыми ударными волнами. Работа выполнена в рамках проекта РФФИ-Поволжье 07-02-96611. [1] Eremin M.A., Kolov A.N., Kovalenko I.G. Low angular momentum accretion of turbulized gas onto a black hole // *Astrophysics and Cosmology after Gamov - theory and observations*. Труды международной научной конференции, Одесса, 8-14 августа 2004, Одесса, Астропринт, с.71. [2] Kovalenko I.G., Eremin M.A., 1998, MNRAS, 298, 861.

Коваленко Илья Геннадьевич (ВолГУ)

Квазисферическая аккреция турбулентного течения газа с малым угловым моментом на черную дыру: аналитическая модель // Коллов А.Н., Занкович А.М., Коваленко И.Г.

Показано, что турбулентность существенным образом изменяет характер квазисферического аккреционного течения на черную дыру. Причиной служит появление вследствие возбуждения ненулевого удельного углового момента в турбулентном потоке эффективной “турбулентной” центробежной силы, тормозящей падение вещества. В отличие от ламинарной сферической аккреции Бонди разгон сверхзвукового турбулентного потока возможен только до некоторого конечного

максимального числа Маха, после чего на малых радиусах поток замедляется до дозвукового. На расстояниях значительно меньших аккреционного радиуса картина аккреции меняется качественно и становятся возможными течения со стационарными ударными волнами. Вывод подтверждается как расчетами в рамках развиваемой аналитической модели турбулентности, основывающейся на выводе уравнений газодинамики турбулентной среды из первых принципов при минимуме упрощающих гипотез, так и двумерными численными расчетами, демонстрирующими установление сильно анизотропной околосвуковой турбулентности с пульсирующими мелко-масштабными слабыми ударными волнами. Адекватность аналитической модели в свою очередь подтверждается расчетами по методу теории возмущений в слабонелинейном приближении. Работа поддержана грантом РФФИ-Поволжье 07-02-96611.

Краснобаев Константин Васильевич (МГУ, ИКИ РАН)

Ускоренное движение ионизационно-ударного фронта в межзвездной среде // Котова Г.Ю., Краснобаев К.В.

Моделируется ускоренное движение плотной оболочки, возникающее при выходе ионизационно-ударного фронта на поверхность облака, окружающего горячую звезду. Принимаются во внимание процессы фотоионизации и радиационного нагрева газа, спектральный состав излучения центральной звезды. Определены параметры оболочки, изменение со временем её массы и ускорения. Полученные результаты используются для анализа роста двумерных возмущений. Непосредственными расчетами подтверждены эффекты кумуляции массы и импульса в оболочке, образование протяженных конденсаций, вещество которых может источником глобулоподобных уплотнений.

Кривонос Роман Александрович (ИКИ РАН)

Обзор всего неба обсерватории ИНТЕГРАЛ и крупномасштабная структура ближней Вселенной

all-sky hard X-ray survey obtained recently with the INTEGRAL observatory provides a unique tool for studying the Large Scale Structure of the local Universe. Obtained sample of hard X-ray emitting AGNs provides the unbiased (free from influence of intrinsic photoabsorption) census of the nearby accreting supermassive black holes. We detect spatial anisotropy of distribution of INTEGRAL AGNs and show that it well correlates with known nearby anisotropies of the matter density distribution. Using AGN sample from INTEGRAL all sky survey we for the first time directly show that the density fluctuations of the matter in the local Universe linearly translates into the density fluctuations of accreting supermassive black holes and measure their zero redshift bias factor.

Кривошеев Юрий Михайлович (ИКИ РАН)

Моделирование спектра источника SS433 методом Монте-Карло

Производится моделирование источника SS433 в модели аккреционного диска с горячей короной над ним и джетом. Методом Монте-Карло получен спектр, а также его зависимость от угла зрения наблюдателя. Анализируются полученные результаты, обсуждается вклад короны и джета в результирующий спектр, производится сопоставление с данными обсерватории ИНТЕГРАЛ.

Куранов Александр Геннадиевич (ГАИШ МГУ)

Влияние асимметричной вспышки сверхновой на

темпа слияния двойных нейтронных звезд

Изучается эффект зависимости темпа слияния двойных нейтронных звезд от геометрии и величины дополнительной скорости, приобретаемой нейтронной звездой при вспышке сверхновой. Предполагается, что вектор дополнительной скорости находится внутри конуса, который сосен угловому моменту вращения предсверхновой. Угол раствора конуса является одним из параметров модели ($\theta < \pi/2$). Рассчитано также распределение углов наклона углового момента вращения нейтронных звезд к орбитальному угловому моменту двойной системы перед слиянием в зависимости от угла θ .

Ларченкова Татьяна Ивановна (АКЦ ФИАН)

О возможности наблюдения эффекта Шапиро для пульсаров в шаровых скоплениях // Ларченкова Т.И., Лутовинов А.А.

Для пульсаров, расположенных в шаровых звездных скоплениях, предлагается использовать наблюдения релятивистской временной задержки их излучения в гравитационном поле массивного тела (эффект Шапиро), расположенного близко к лучу зрения, для обнаружения невидимых компактных объектов и их идентификации, а также для изучения распределения как видимого так и невидимого вещества в шаровых скоплениях и разных компонентах Галактики. Получены зависимости вероятности событий от галактической широты и долготы источников для двух моделей распределения вещества в Галактике: “классической” модели Баккала и Сонееры и более современной модели Денена и Бинни. На примере трех шаровых скоплений (M15, 47 Tuc, Terzan 5) показано, что отношения вероятности событий, обусловленных близкими к лучу зрения пролетами массивных объектов Галактики, к параметру f^2 для пульсаров в шаровых скоплениях 47 Tuc и M15 сравнимы

со значениями данной величины при близких пролетах массивных объектов самих скоплений, и значительно выше в случае скопления Terzan 5. Получены оценки частоты таких событий. Определено число объектов вблизи луча зрения в направлении на пульсар, которые могут вызывать характерную для рассматриваемого эффекта модуляцию его МПИ, при этом впервые была учтена популяция коричневых карликов в диске Галактики, концентрация которых сравнима с концентрацией звезд диска.

Лебедев Виктор Сергеевич (САО РАН)

Пространственное распределение рентгеновских скоплений галактик // Копылов А.И., Тихонов А.В., Лебедев В.С.

Проведено исследование пространственного распределения скоплений галактик из сводного каталога рентгеновских скоплений в объеме $z < 0.1$. Выделены структуры разного масштаба. Исследовано изменение средних характеристик скучивания (поведение Гамма-функции) в зависимости от рентгеновской светимости. Проведено сравнение свойств скоплений, входящих в системы, и скоплений, расположенных изолированно.

Левенфиш Ксения Петровна (ФТИ РАН)

Нагретые нейтронные звезды в спокойных рентгеновских транзитах: ограничения на свойства сверхплотной материи

Тепловое состояние нагретой нейтронной звезды (НЗ), как изолированной, так и в спокойном рентгеновском транзiente, зависит от состояния сверхплотного вещества в ее недрах. В докладе приведены современные (на конец

2007-ого года) ограничения на свойства сверхплотной материи (состав, сверхтекучесть, тепловыделение в аккреционных оболочках), которые накладывает совокупность данных по тепловому излучению спокойных рентгеновских транзиентов (SAX 1808.4-3658, 1H 1905+000 и др.) и изолированных НЗ.

Лутовинов Александр Анатольевич (ИКИ РАН)

*Наблюдение скопления галактик в созвездии Волосы Вероники в широком диапазоне энергий
обсерваториями ИНТЕГРАЛ, RXTE и ROSAT*

// Лутовинов А.А., Вихлинин А.А., Чуразов Е.М.,
Ревнивцев М.Г., Сюняев Р.А.

Представлены результаты исследования скопления Галактик в созвездии Волосы Вероники (Coma cluster) в широком диапазоне энергий по данным обсерваторий ИНТЕГРАЛ, RXTE и ROSAT. Спектр скопления в диапазоне энергий 0.5-107 кэВ хорошо описывается моделью MEKAL с температурой 8.2 кэВ и светимостью $L = 9.4 \times 10^{44}$ эрг с^{-1} . Поток излучения от возможной степенной нетепловой спектральной компоненты в диапазоне энергий 20-80 кэВ составляет $(6.6 \pm 8.8) \times 10^{-11}$ эрг с^{-1} , что согласуется с предыдущими результатами обсерваторий ВерроSAX и RXTE. Мы также построили температурную карту центральной части скопления (размером 30-40') и показали, что температура в этой области меняется от 7.5 до 10.5 кэВ, а наиболее горячая часть (11.5 кэВ) находится в юго-западной части скопления. Полученные оценки величины магнитного поля в скоплении ($0.2 \mu\text{Гс}$) свидетельствуют о том, что обратное комптоновское рассеяние при таких полях не может обеспечить регистрируемый обсерваторией поток в жестких лучах.

Малофеев Валерий Михайлович (ПРАО АКЦ ФИАН)

Обнаружение радиоизлучения от аномального рентгеновского пульсара AXR 4U +61

Представлены результаты наблюдений импульсного периодического радиоизлучения от третьего AXR 4U 0142+61. Наблюдения проведены на двух высокочувствительных радиотелескопах метрового диапазона волн в Пушино. Приведены средние профили и дана оценка плотности потока на двух частотах - 111 и 40 МГц. Измерен период и его производная, получена оценка расстояния и интегральной радиосветимости. Работа поддержана грантом РФФИ 06-02-16888.

Малов Игорь Фёдорович (ПРАО АКЦ ФИАН)

Модели “аномальных” пульсаров

Обсуждаются модели двух групп “аномальных” пульсаров: AXR/SGR и транзиентов (RRAT). Для объяснения наблюдаемых особенностей первой группы предлагались модели магнетара, аккреции из окружающей среды, прецессии нейтронной звезды, белые карлики с большими магнитными полями, странные звёзды. Описание транзиентов проводилось в рамках представлений о прецессии пульсара с длительными нуллингами, о нахождении его чуть ниже “линии смерти” и эпизодическом выходе из-под неё, об обратном излучении, о белом карлике со сложным магнитным полем, о диске вокруг нейтронной звезды. Мы предлагаем модель дрейфовых волн, вызывающих модуляцию излучения с периодами, характерными для AXR/SGR и для RRAT. Эта модель может работать при малом угле β между осью вращения и вектором магнитного момента. Поляризационные измерения AXR J 1810-197 свидетельствуют о том, что в этом источнике угол β действительно мал, подтверждая правомочность использования дрейфовой модели. С другой стороны, данные наблюдений транзиента

J1931+34 приводят к выводу о том, что этот пульсар представляет собой ортогональный ротатор, и его переменность может быть связана с наличием диска в экваториальной плоскости. Вполне возможно, что существует бимодальность в моделях аномальных пульсаров: для объяснения особенностей излучения АХР, SGR и некоторых транзиентов необходимо привлекать дрейфовую модель (когда β мало и периодичность связана с дрейфовыми волнами), для ряда транзиентов дисковую модель (если β близко к 90 градусам), в этом случае включения и выключения вызываются периодическими или нерегулярными явлениями, связанными с реликтовым диском вокруг них.

Маркевич Максим Леонидович (ИКИ РАН, SfA)

Детальное изучение процесса разрушения холодных ядер скоплений во время их столкновения

В процессе столкновений и слияния скоплений их плотные холодные газовые ядра могут быть частично или полностью разрушены лобовым давлением набегающего газа и газодинамическими неустойчивостями. Рентгеновская обсерватория Чандра пронаблюдала два классических случая таких ядер на разных стадиях разрушения, A520 и 1E0657-56. В докладе будут представлены детальные карты температур этих скоплений и сделаны предварительные выводы о процессах, ответственных за подавление газодинамических неустойчивостей в межгалактическом газе.

Медведев Алексей Сергеевич (МГУ)

Исследование струй SS433 по данным рентгеновской обсерватории XMM-Newton

В работе исследованы спектры SS 433 в рентгеновском диапазоне, полученные космической обсерваторией XMM-Newton. Обнаружено, что помимо релятивистских струй в диапазоне 5-15 кЭв значительный вклад в спектр вносит дополнительный компонент неизвестной природы. Авторы предполагают, что дополнительным источником может служить излучение, отражённое от внешних частей гидродинамического канала, в котором формируются струи.

Михайлова Марина Сергеевна (ХНУ¹)

Физическая интерпретация и геометрические следствия рентгеновского излучения в узлах джета 3C273 // Михайлова М.С., Банникова Е.Ю., Конторович В.М.

К квазар 3C273 является одним из ближайших, который активно изучался, начиная с его открытия в 1963г. 3C273 имеет джет, который наблюдается в различных диапазонах длин волн: от радио- до рентгеновского. Наблюдения с высоким угловым разрешением в радиодиапазоне (VLA), в оптическом (HST) и в рентгеновском (Chandra) диапазонах указывают на присутствие вдоль джета ярких областей излучения (узлов). Наблюдения в рентгеновской области спектра указывают на существенное отличие распределения интенсивности рентгеновского излучения узлов по сравнению с распределением как в радио, так и в оптическом диапазонах. Для двух ближайших узлов джета интенсивность рентгеновского излучения спадает с удалением от квазара, для более удалённых выходит на плато [1]. В работе предполагается, что наблюдаемое рентгеновское излучение двух ближайших к ядру узлов возникает за счёт обратного комптоновского рассеяния релятивистских электронов на излучении центрального источника. Для более удалённых узлов, определяющую роль играет механизм обратного Комpton-эффекта на квантах микроволнового фона.

По относительной величине рентгеновского излучения ближних и дальних узлов, получаем независимую оценку светимости квазара [2]. По относительной интенсивности трёх ближних узлов (учитывая также данные радио- и оптического диапазонов) получаем возможность определить расстояния от них до центрального источника и, соответственно, угол наклона джета к картинной плоскости. [1] Marshall H.L., Harris D.E., Grimes J.P. et al. ApJ, 549, 167 (2001). [2] Банникова Е.Ю., Конторович В.М. Космическая наука и технология, 9, №5/6, 153 (2003).

Мирошниченко Алла Павловна (РИАН НАНУ)

Радиоисточники с укрупнением спектра

Рассматриваются радиоисточники с крутыми спектральными индексами в декаметровом диапазоне и на высоких частотах. В рамках синхротронного механизма радиоизлучения определяются основные физические параметры этих источников, в том числе, светимости на низких и высоких частотах, относительный вклад джетового компонента в радиоизлучение, напряженность магнитного поля, характерный возраст. Также оцениваются линейные размеры объектов. Проводится анализ свойств галактик и квазаров, имеющих крутые радиоспектры.

Нагирнер Дмитрий Исидорович (НИАИ СПбГУ)

Эволюция излучения источников в эпоху рекомбинации // Нагирнер Д.И., Кирушева С.Л.

Рассчитывается эволюция интенсивности и поляризации точечного источника в период перед и во время эпохи рекомбинации в рамках стандартной космологической модели. Принимается во внимание томсоновское рассеяние свободными электронами и космологическое

расширение. Расчет ведется в одномерном приближении.

Наякшин Сергей Викторович (Leicester Univ.)

Физика аккреции и звездообразования в активных ядрах галактик

Наблюдения молодых звезд в центральном парсеке нашей Галактики будут использованы для обсуждения вопросов связанных с аккрецией газа на супермассивные чёрные дыры. Компьютерные симуляции и аналитические аргументы дополнят рассмотрение этих вопросов.

Огнев Игорь Сергеевич (ЯрГУ)

Нейтринные эффекты в оболочке сверхновой с сильным магнитным полем

В условиях оболочки сверхновой рассчитываются основные нейтринные процессы с учетом произвольного по напряженности магнитного поля. Получены простые приближенные аналитические формулы для передаваемых в таких реакция энергии и импульса, которые могут быть использованы при численном моделировании взрыва сверхновой.

Петрукович Анатолий Алексеевич (ИКИ РАН)

Ударные волны: прямые измерения в околоземном космосе

В связи с обнаружением ударных волн в плазме скоплений галактик дается краткий обзор представлений об околоземной ударной волне по данным прямых спутниковых измерений, в частности о нагреве плазмы. Режим большого бета

(отношение теплового давления к магнитному), по-видимому типичный для плазмы скоплений нехарактерен для околоземной ударной волны, что затрудняет прямое сравнение. Обсуждаются некоторые проблемы, связанные с интерпретацией околоземных измерений, при переходе от пространственных масштабов магнитосферы к масштабам скоплений галактик.

Пиотрович Михаил Юрьевич (ГАО РАН)

Магнитные поля компактных и сверхновых звезд: новые методы и результаты наблюдений.

// Пиотрович М.Ю., Нацвлишвили Т.М., Гнедин Ю.Н.

В докладе представлен обзор различных методов определения магнитных полей компактных (нейтронные звезды, белые карлики) и сверхновых звезд. Представлены результаты спектрополяриметрических наблюдений ряда магнитных белых карликов (в том числе из обзора SDSS), выполненных на БТА-6м САО РАН, а также результаты фотометрических наблюдений этих белых карликов в ближнем инфракрасном диапазоне, выполненных на российско-итальянском телескопе АЗТ-24, установленном в Кампо-Императоре, Италия. Анализируются два возможных механизма, которые могут объяснить результаты ИК фотометрических и спектрополяриметрических наблюдений магнитных белых карликов: поляризация вакуума в сильном магнитном поле и существование ридберговских атомных состояний, обладающих большим дипольным моментом и возникающих в результате столкновений в сильном магнитном поле белых карликов. Во второй части доклада кратко обсуждаются результаты спектрополяриметрических наблюдений сверхновых звезд. Показано, что электронное рассеяние излучения сверхновых звезд при наличии магнитного поля приводит к специфической зависимости степени поляризации от длины волны. Таким образом, сформулирован новый

прямой метод определения магнитных полей сверхновых звезд.

Попов Сергей Борисович (ГАИШ МГУ)

*Волны Ткаченко в нейтронных звездах и прецессия
RX J0720.4-3125*

Предлагается и рассматривается гипотеза, согласно которой периодическая модуляция характеристик одиночной нейтронной звезды RX J0720.4-3125 объясняется волнами Ткаченко.

Постнов Константин Александрович (ГАИШ МГУ)

*Проявление магнитосферной неустойчивости в
рентгеновских вспышках A0535+26*

Наблюдаемые особенности в начале рентгеновских вспышек транзиентного рентгеновского пульсара A0535+26, обнаруженные по данным RXTE, INTEGRAL и Swift/BAT (вспышки на коротких временах, положение циклотронной линии, профили рентгеновских импульсов) объясняются в рамках магнитосферной неустойчивости в начале дисковой аккреции на замагниченную нейтронную звезду при ее прохождении вблизи периастра.

Поутанен Юрий Иормович (Oulu Univ.)

Radiative mechanisms in accreting black holes

Accreting black holes are known to show two spectral states. In the hard state, the photon index is about $\Gamma=1.7$ and most of the energy is emitted at about 100 keV by

thermal Comptonization. In the soft state, the optically thick disk dominates at about 1-10 keV and there is a long power-law tail extending up to 10 MeV. This tail can be a result of Compton scattering by non-thermal electrons. Why the electron distributions are so much different in the two states is a mystery. Why the spectral index seems to saturate at 1.7 in the hard state is also unknown. We will discuss the physical processes that control the spectral shape. By solving for the first time the relativistic kinetic equations for electrons and photons simultaneously accounting for Compton scattering, synchrotron emission, absorption and particle thermalization, we show how the resulting spectrum in the two spectral states can be reproduced.

Позаненко Алексей Степанович (ИКИ РАН)

Является ли класс коротких гамма-всплесков однородным? // А. Позаненко (ИКИ РАН), Р. Прис (Dept. of Physics, UAH, Huntsville, AL 35805), В. Лозников (ИКИ РАН)

В настоящее время наблюдается кризис в морфологической классификации коротких гамма-всплесков. С одной стороны, продолжают наблюдаться классические короткие всплески (SGRB) космологической природы ($z = 0.1 - 1.2$), которые состоят из единственного пика длительностью $90 \sim 0.5$ с. С другой стороны, продолжается поиск источников мягких повторных всплесков (SGR) в ближайших галактиках, гигантские вспышки которых, как например вспышка SGR 1806-20 27 декабря 2004 г., могла бы быть зарегистрирована с расстояния до 50 Мпк и выглядела бы как классический короткий всплеск. И, наконец, обнаружены короткие всплески с продленным излучением (SGRB EE). Данный тип события основным эпизодом излучения (коротким пиком) аналогичен классическим коротким всплескам, но детектируется также продленное

излучение в течение ~ 100 с. Причем количество таких событий составляет до 25% всех коротких событий как в эксперименте BATSE, так и в эксперименте Swift/BAT. Ярким представителем этого типа событий является GRB 060614. аналогичные всплески были также найдены среди событий экспериментов Верро-Sax, Phebus. На основе исследования всплесков BATSE и Swift/BAT обсуждается природа коротких гамма-всплесков с продленным излучением, различие данного типа событий и событий, связанных с гигантскими вспышками SGR и приведена оценка количества SGR в каталогах BATSE и Swift.

Ппанов Игорь Витальевич (ИТЭФ)

Образование сверхтяжелых элементов в r-процессе.
// Панов И.В., Корнеев И.Ю.

Впервые сделанные расчеты скоростей вынужденного и запаздывающего деления для всех изотопов трансактиноидов позволили оценить возможность продвижения волны нуклеосинтеза в r-процессе в область сверхтяжелых элементов. Приводятся численные оценки выходов элементов с $Z > 100$.

Прокопенко Игорь Георгиевич (ИКИ РАН)

*Нормальные галактики в обзоре всего неба
обсерватории СРГ*

Птускин Владимир Соломонович (ИЗМИРАН)

*Ускорение космических лучей сверхвысоких энергий
на ударных волнах, возникающих при аккреции на*

скопления галактик // Птускин В.С., Роговая С.И.,
Зиракашвили В.Н.

Рассматривается ускорение протонов и ядер на ударных волнах, возникающих при аккреции на скопления галактик. Учтены генерации МГД турбулентности в предвестнике ударной волны за счет потоковой неустойчивости ускоренных частиц, потери энергии частиц при взаимодействии с реликтовым излучением и распределение скоплений по массам. Рассчитан вклад этих источников в наблюдаемую при энергиях $10^{17} - 10^{20}$ эВ интенсивность космических лучей.

Пширков Максим Сергеевич (ПРАО АКЦ ФИАН)

Конверсия аксионов Тёмной Материи в фотоны в магнитосфере нейтронных звёзд. // Пширков М.С.
Попов С.Б.

A new method is suggested to search for axions constituting Dark Matter that utilizes observations of neutron stars (NS) in radio-frequency region. It uses the conversion of axions to photons in strong magnetic fields of NS. The observations of Magnificent Seven objects are proposed. Whether the conversion takes place, the radio spectrum of the object would have a very distinctive feature – a narrow spike at a frequency corresponding to the rest mass of the axions. For example, if the coupling constant of photon-axion interaction is $M = 10^{10}$ GeV and the density of DM axions is 10^{-24} g/cm³, then the flux density of excess signal for axions with rest mass of 10^{-6} eV will be as large as several tenth of Jy at the frequency 240 MHz in the bandwidth 0.5 MHz.

Ревнивцев Михаил Геннадьевич (ИКИ РАН)

Крупномасштабная анизотропия космического

рентгеновского фона и излучательная способность локальной Вселенной

Крупномасштабные вариации поверхностной яркости космического рентгеновского фона (КРФ) потенциально содержат в себе информацию об излучательной способности вещества в ближней Вселенной ввиду сильно неоднородного его распределения на масштабах 50-100 Мпк. Таким образом, при помощи высокоточных измерений распределения КРФ на небе можно сделать вывод о кумулятивном вкладе в рентгеновское излучение ближней Вселенной всех, сколь угодно слабых объектов, что невозможно сделать любым другим способом. В докладе будет рассказано об исследованиях распределения анизотропии КРФ на всем небе и измерении с ее помощью излучательной способности вещества локальной Вселенной. Будет показано, что основной вклад в излучательную способность ближней Вселенной дается активными ядрами галактик малых светимостей.

Родин Александр Евгеньевич (ПРАО АКЦ ФИАН)

Обнаружение радиоизлучения от аномального рентгеновского пульсара АХР 4U 0142+61

Представлены результаты наблюдений импульсного периодического радиоизлучения от третьего АХР 4U 0142+61. Наблюдения проведены на двух радиотелескопах метрового диапазона волн в Пушино. Приведены средние профили и дана оценка плотности потока на двух частотах - 111 и 40 МГц.

Саонов Сергей Юрьевич (ИКИ РАН)

Статистика активных ядер галактик и космический рентгеновский фон по данным обсерватории ИНТЕГРАЛ

*T*he recently completed INTEGRAL hard X-ray all-sky survey provides a sample of more than 100 nearby AGN selected without regard to absorption effects. I will report a number of results from this survey, including the hard X-ray luminosity function, absorption column density distribution and composite hard X-ray spectrum of local AGN, and discuss the implications for the cosmic X-ray background and AGN unification model.

Сейфина Елена Викторовна (ГАИШ)

*Долгопериодическая рентгеновская переменность
микроквара GRS1915+105 по данным
обсерватории INTEGRAL*

*О*бнаружена 330-дневная периодичность жесткого рентгеновского излучения микроквара GRS1915+105 в широком спектральном диапазоне 20-150 кэВ по данным обсерватории INTEGRAL (2003-2006). Исследована амплитуда этой переменности в разных спектральных интервалах. Максимум амплитуды приходится на диапазон 23-40 кэВ. Вариации потока близки к синусоидальным в пределах от 0.03 до 0.1 фот/с/см². Показано, что по данным спутника INTEGRAL спектр объекта систематически становится более жестким в период минимального блеска системы. Обнаружена одноименная периодичность спектральных параметров объекта, что согласуется с найденной ранее периодичностью рентгеновского излучения по наблюдениям CGRO/BATSE и радиопотока по данным GBI и RT.

Сербер Александр Волькович (ИПФ РАН)

*Давление циклотронного излучения в плазме на
аккрецирующих магнитных вырожденных звездах*

*Р*ассмотрен перенос циклотронного излучения и рассчитана сила давления этого излучения в плазменном слое с барометрическим профилем плотности, расположенном на поверхности магнитной вырожденной звезды, с учетом влияния намагниченного вакуума на поляризацию нормальных волн в верхних слоях плазмы. Показано, что влияние вакуумных эффектов приводит к существенному увеличению силы давления циклотронного излучения. Это понижает значения эддингтоновских темпов аккреции на магнитные вырожденные звезды

Тихомирова Яна Юрьевна (АКЦ ФИАН)

Поиск близких галактик в областях локализации коротких гамма-всплесков, зарегистрированных IPN/BATSE

*Н*едавние наблюдения в экспериментах SWIFT, HETE-2 и сопряженные с ними выявили очевидную связь коротких/жестких гамма-всплесков с породившими их галактиками на умеренных красных смещениях. С другой стороны результаты статистического анализа большой выборки коротких гамма-всплесков, наблюдаемых BATSE, свидетельствуют, что по крайней мере некоторая часть коротких гамма-всплесков рождается в локальной Вселенной. Мы рассматриваем данные по коротким гамма-всплескам, полученные до запуска эксперимента SWIFT, с целью исследования возможного рождения коротких гамма-всплесков в галактиках на малых красных смещениях. Мы используем данные IPN/BATSE и каталоги галактик SDSS DR5 и PSCz.

Тихонов Антон Валерьевич (СПбГУ)

Свойства пустот в Местном Объеме Вселенной:

предел на массу гало темной материи в котором может произойти образование галактики

Объяснение причины избытка гало-спутников (субгало) темной материи в модельных “Местных Группах” указывает на то, что должен существовать предел на массу гало, которое может содержать галактику. Это предположение может быть проверено посредством выделения пустот (войдов) в распределении галактик: на некотором уровне минивойды не должны содержать даже карликовых галактик. Мы использовали выборку галактик Местного Объем (Караченцев, 2007) для построения Кумулятивной Функции Войдов (КФВ) - распределение размеров пустот, не содержащих галактик. Мы нашли около 30 таких пустот с размерами от 1 до 5 Мпк. Мы проводили сравнение КФВ Местного Объем с такой же характеристикой распределения гало темной материи в Λ CDM-модельных выборках очень высокого разрешения. Теоретическая КФВ дает хорошее согласие с наблюдениями, когда мы используем для построения пустот гало с круговой скоростью больше 45 ± 10 км/с. Это значение согласуется с предсказанием, полученным из теоретического обоснования свойств Местной Группы галактик. Наши минивойды весьма напоминают войды больших размеров, выделенных в распределении галактик (гало) большей светимости (массы) - профиль плотности имеет минимум в центральных областях войдов и растет к границам войдов, то есть мы наблюдаем некоторое самоподобие свойств войдов выделенных на разных уровнях по массе (светимости). Таким образом как свойства Местной Группы (количество спутников) так и минивойды в наших ближайших окрестностях указывают на то, что изолированные гало темной материи (то есть находящиеся в “естественном” окружении) с круговыми скоростями меньше 45 ± 10 км/с не должны содержать галактики и самые малые наблюдаемые войды размером несколько Мпк действительно “пустые” - в них нет галактик и присутствует некоторое количество “темных” гало.

Титарчук Лев Григорьевич (NRL)

Determination of Black Hole Masses in Galactic X-ray Binaries using Scaling of Spectral Index and Quasi-Periodic Oscillation Frequency Correlation

// Николай Шапошников

We present analysis of the evolution of spectral and timing properties of a number of Galactic black hole (BH) sources during transition between spectral states in order to study the implications of scaling between the centroid of the low frequency quasi-periodic oscillations (QPO) and photon index of Comptonized component in the energy spectrum. We show the analysis of low-hard and intermediate states of sources XTE J1550-564, H 1743-322, GX 339-4, XTE J1859-226, XTE J1650-500 and GRS 1915+105. We find a robust correlation between QPO frequency and photon index for all these six sources. We investigate the implication of the QPO frequency-index scaling for determination BH masses in these sources. We discover that the the QPO-index correlation curves observed in XTE J1550-564, H 1743-322 and GX 339-4 are strikingly close each other, which indicate that these sources should have very close BH masses. This implies that BH masses in H 1743-322 and GX 339-4 are about BH mass in XTE J1550-564, i.e 9.5 ± 1.2 solar masses that early determined using optical and X-ray spectroscopic methods. Directly applying the scaling technique we also obtain that a ratio of the BH masses in XTE J1859-226 and in XTE J1550-564 is $r = 0.78 \pm 0.02$, and the corresponding ratio for XTE J1650-500 and XTE J1550-564 is $r = 0.40 \pm 0.01$. These values of scaling factors r implies that BH masses are 7.4 ± 1.1 ; 3.8 ± 0.5 solar masses in XTE J1859-226 and XTE J1650-500 respectively. We argue that the correlation pattern exhibited by 4U 1630-47 and GRS 1915+105 are self-similar and it is different from that in XTE J1550-564 and related sources. Using scaling between 4U 1630-47 and GRS 1915+105 for which the scaling factor $r = 1.32 \pm 0.03$ and early determined BH mass being 15.6 ± 1.5 in GRS 1915+105 we find that BH mass is 20.6 ± 2 solar

masses in 4U 1630-47. We also demonstrate that the saturation index vs QPO frequency detected in a number of sources is an observational signature of the converging flow into black holes.

Ткачев Леонид Григорьевич (ОИЯИ, Дубна)

Монте-Карло моделирование триггерной системы космического эксперимента НУКЛОН

Представлены результаты МС моделирования космического эксперимента НУКЛОН, целью которого является прямое измерение спектра и химсостава космических лучей в интервале энергий от 100 ГэВ до 1000 ТэВ. Набор данных предполагается в течение 3-5 лет начиная с 2009 года в полете на серийном российском спутнике КОСМОС. Приведены результаты детального моделирования отклика детектора при помощи пакета Geant4. Обсуждается выбор критериев работы триггерной системы, в том числе эффективность и способность подавления фоновых событий. Оценивается ожидаемое число событий в год как функция энергии первичной частицы.

Трушкин Сергей Анатольевич (САО РАН)

Недавние результаты исследований микроквazarов

Обсуждаются результаты последних исследований микроквazarов на волнах от радио до гамма-диапазона. На радиотелескопе РАТАН-600 продолжается мониторинг рентгеновских двойных (РДС) SS433, GRS1915+105, Cyg X-3 и LSI+61d303. Вспышечная активность этих источников проявляется одновременно во всех диапазонах, и часто обнаруживается корреляция “рентген-радио”, “радио-оптика” и даже “радио - гамма-излучение высоких энергий (ГИВЭ)”. Поэтому крайне важны организованные циклы наблюдений в ши-

роком диапазоне волн. Уже зарегистрировано ГИВЭ от четырех РДС и от почти двадцати блазаров (внегалактических источников струйных выбросов и аналогов микроквazarов). Мы обсуждаем механизмы генерации и эволюции радиовспышек, а также связь вспышечной активности, струйных выбросов и рентгеновских состояний для разных микроквazarов. Очевидно, что прогресс в исследованиях микроквazarов будет зависеть от того, как скоро удастся прояснить природу “фундаментальной плоскости” в зависимости: полная рентгеновская светимость - радиосветимость джета для РДС и АЯГ и природу удивительно похожей траектории эволюции рентгеновских вспышек на плоскости “жесткость - интенсивность мягкого рентгена” от многих микроквazarов.

Тугай Анатолий Владимирович (КНУ)

Эмиссия железа в спектре рентгеновского пульсара Cen X-3

В нашей работе рассматривается комплекс линий Fe 6.5 keV в спектре Cen X-3, полученном обсерваторией XMM-Newton. Параметры эмиссионных линий железа сравниваются с результатами наблюдений Chandra. В докладе также будет представлен обзор результатов работы украинской виртуальной рентгеновской и гамма-обсерватории VIRGO.UA с 2006 года.

Уваров Юрий Александрович (ФТИ РАН)

Изолированные источники рентгеновского излучения в области взаимодействия остатка сверхновой IC443 с молекулярным облаком // Быков А.М., Красильщиков А.М., Уваров Ю.А.

Мы исследовали излучение источника рентгеновского излучения, находящегося в области взаимодействия остатка восточной части сверхновой IC443 с молекулярным облаком. Источник состоит из нескольких клампов, находящихся в области диффузного рентгеновского излучения. Используя данные наблюдений XMM и Chandra за период 2000-2006 годов мы построили спектры и кривые блеска клампов. Излучение всех клампов содержит существенно нетепловую компоненту, а некоторые области содержат излучение в линиях 1.9 и 3.7 кэВ с уровнем значимости 99%. Наблюдаемая структура и спектр источника соответствуют источнику, образованному ударной волной от взрыва сверхновой в плотном молекулярном облаке.

Варшалович Дмитрий Александрович (ФТИ РАН)

Первичный нуклеосинтез и молекулярные облака HD/H2 при больших красных смещениях.

// Варшалович Д., Иванчик А., Петижан П.

Отношение D/H - наиболее чувствительный индикатор среднего содержания барионов во Вселенной. Представлено сравнение различных методов определения барионного содержания. Относительное содержание HD/H2 в молекулярных облаках при больших красных смещениях дает независимую оценку D/H.

Василькова Ольга Олеговна (ГАО РАН)

Численное определение критерия устойчивости пары легких тел в поле тяжелого тела при кулоновском взаимодействии // Василькова О.О.(ГАО РАН), Дубрович В.К. (СПбФ САО РАН)

*Р*ассматривается движение двух малых тел одинаковой массы m под воздействием притяжения массивного центра массы M . В начальный момент времени малые тела находятся на взаимной круговой орбите, а их центр масс – на круговой орбите (включая достаточно близкие орбиты) вокруг тела большей массы. Дифференциальные уравнения общей задачи трех тел интегрируются численно для отношений масс M/m равных $10^6 - 10^{11}$. Начальное расстояние массивного тела от двух меньших тел также варьируется. Изучаются плоские (прямые и обратные) и пространственные (прямые) круговые орбиты. Для каждого отношения масс численно определяется значение относительного расстояния a/R (где a – расстояние между малыми телами, а R – их удаленность, в том числе незначительная, от массивного центра в начальный момент времени), при котором происходит разрыв пары. Результаты серии численных экспериментов показывают, что это значение, независимо от удаленности R и масс тел, с высокой точностью может быть аппроксимировано формулой $c(m/M)^{1/3}$. Коэффициент c имеет одинаковое значение (определяемое видом и направлением первоначальной круговой взаимной орбиты) для всех отношений масс m/M и расстояний R . Данный критерий может быть применен в частности для оценки параметров пар магнитных монополей и антимонополей в гравитационном поле звезд и центра галактики.

Зюзин Дмитрий Александрович (АФТУ РАН)

*Отождествление системы пульсар плюс
пульсарная туманность в остатке сверхновой ЗС
58 в оптическом и инфракрасном диапазонах*

// Зюзин Д., Лундквист П., Лундквист Н., Соллерман Е.,
Шибанов Ю.

*З*С 58 является остатком сверхновой типа Крабовидной туманности, в центре которого имеются молодой пульсар PSR

J0205+6449 и связанные с ним радио плерион, а также компактная торообразная туманность пульсарного ветра с возможным асимметричным джетом, обнаруженная недавно в рентгеновском диапазоне. Мы провели глубокие оптические наблюдения поля 3C 58 на телескопе NOT в широкополосных фильтрах В и V с целью оптического отождествления пульсара и его туманности в оптическом диапазоне. Нами обнаружен слабый протяженный объект эллиптической формы с $B=24.05$ и $V=23.1$, центр которого с точностью лучше угловой секунды совпадает с положением пульсара и центра его торообразной рентгеновской туманности. Мы обнаружили этот объект также на архивных инфракрасных изображениях, полученных околоземной обсерваторией Spitzer в диапазонах длин волн, центрированных на 3.8, 4.5, 5.8, и 8 микрон. Морфология объекта и ориентация главной оси эллипса находятся в прекрасном согласии с данными рентгеновских наблюдений, хотя его протяженность приблизительно в два раза меньше, что указывает на то, что в оптическом и инфракрасном диапазонах мы видим лишь самую яркую центральную область туманности. Пространственные разрешения NOT и Spitzer не достаточны для разрешения точечного источника внутри туманности, но пик пространственного распределения её яркости совпадает с положением пульсара. Используя архивные рентгеновские данные с обсерватории Chandra мы анализируем спектр рентгеновского излучения системы пульсар плюс туманность из пространственной области, отвечающей протяженному оптическому источнику. Удовлетворительный спектральный фит получается при подгонке степенным законом с колонковой плотностью поглощающего водорода и спектральным индексом, совпадающими с опубликованными ранее значениями для всей пульсарной туманности. Используя полученную подгонку, оптические и инфракрасные данные мы построили возможный многоволновой спектр центральной части пульсарной туманности от инфракрасного до рентгеновского диапазонов длин волн. С учётом ошибок, связанных с неопределённостями в межзвёздном по-

глощении, полученный спектр находится в удовлетворительном согласии со спектрами туманностей пульсарного ветра как Крабовидной туманности, так и PSR B0540-69. Нами также обнаружены оптические и инфракрасные двойники яркой рентгеновской протяженной структуры, ранее интерпретировавшиеся как пульсарный джет, а также других узлов и филаментов, ассоциирующихся с остатком сверхновой. Полученные результаты оставляют мало сомнений, что мы действительно обнаружили излучение пульсара и его туманности в остатке ЗС 58 в инфракрасном и оптическом диапазонах. Это делает ЗС 58 третьей, после Крабовидной туманности и PSR B0540-69, из подобного рода систем когда-либо отождествленных в этих диапазонах.

Задорожная Лидия Владимировна (КНУ)

Электромагнитное излучение частиц космической плазмы при движении космической струны в ней с релятивистской скоростью.

Космические струны - достаточно новый и интересный класс астрофизических объектов. Поиск и подтверждение существования которых является важной проблемой, которая нуждается в решении. Были посчитаны потоки и спектр электромагнитного излучения частиц космической плазмы (синхротронное и обр. комптон излучение) при движении струны. Даны вероятностные оценки для наблюдения космических струн с помощью существующих приборов.

Зиракашвили Владимир Николаевич (ИЗМИРАН)

Ускорение частиц и генерация МГД турбулентности ударными волнами в космической плазме

Численными и аналитическими методами исследуется сильная магнитогидродинамическая потоковая неустойчивость, возникающая при ускорении релятивистских частиц ударными волнами. Определяются максимальные энергии ускоренных частиц и величина возникающего магнитного поля. Полученные результаты применяются для ударных волн в скоплениях галактик, молодых остатках сверхновых и ОВ звездных ассоциациях.

Шибанов Юрий Анатолиевич (ФТИ РАН)

Пульсарные туманности в остатках сверхновых: новые отождествления в оптическом и инфракрасном диапазонах.

Практически у всех молодых радиопульсаров, детектированных в остатках сверхновых, в рентгеновском диапазоне обнаружены компактные пульсарные туманности с удивительной торообразной структурой и струйными выбросами вдоль оси симметрии тора. Они имеют нетепловые спектры и львиная доля потерь энергии вращения таких пульсаров выделяется в этих туманностях, лишь незначительная ее часть приходится на излучение самого пульсара. Типичным примером является пульсар в Крабовидной туманности. Очевидно, что пульсарные туманности являются результатом взаимодействия ветра релятивистских частиц из магнитосферы нейтронной звезды с окружающим веществом. Однако структура ветра и детали этого взаимодействия еще не вполне ясны и для более полного понимания необходимы многоволновые исследования, составной частью которых являются оптические наблюдения. До настоящего времени в оптике были отождествлены лишь две из около 30-ти известных рентгеновских пульсарных туманностей, а именно, туманность пульсара в Крабе и туманность его “близнеца”, PSR B0540-69, в Большом Магеллановом облаке. Рентгеновские спектры и морфология

этих туманностей подобны, однако наклоны оптических спектров существенно различны. Поэтому многоволновые спектры, скомбинированные из рентгеновских и оптических данных, также выглядят по разному. Причины этого не вполне понятны и необходимы новые оптические отождествления для пополнения пока весьма скудного банка данных. Наши недавние наблюдения на телескопах ESO/VLT, NOT и БТА привели к двум новым отождествлениям для Крабо-подобных туманностей в остатках сверхновых 3С 58 (PSR J0205+6449) и G292.0+1.8 (PSR J1124-5916). Первую из них мы также отождествили в инфракрасном диапазоне, используя архивные данные орбитального телескопа Spitzer. Мы представим результаты этих наблюдений, сравним их с имеющимися данными и обсудим, что нового они дают в понимании физики пульсарных туманностей, а также перспективы дальнейших исследований.

Штернин Пётр Сергеевич (ФТИ РАН)

Остывание нейтронной звезды после длительного глубокого прогрева коры в рентгеновском транзiente KS 1731-260

Мы моделируем тепловую релаксацию нейтронной звезды в рентгеновском транзiente KS 1731-260 в спокойном состоянии после более чем 12-летнего периода аккреции. Обсуждаются возможные ограничения на структуру и параметры нейтронной звезды в предположении, что наблюдаемая тепловая релаксация происходит в результате остывания коры нейтронной звезды после сильного глубокого прогрева пикноядерными реакциями во время длительного периода аккреции. Показано, что гипотеза глубокого прогрева хорошо согласуется с данными наблюдений как по энергетическим, так и по временным показателям. Наилучшее согласие достигается для модели нейтронной звезды с тонкой сверхтекучей корой, имеющей нормальную теплопроводность, без усиленного нейтринного излучения в ядре

звезды. Отмечено, что релаксация коры нейтронной звезды может быть еще не завершена. Для более надёжного ограничения параметров модели нужны дальнейшие наблюдения источника.

Штыковский Павел Евгеньевич (ИКИ РАН)

Массивные рентгеновские двойные и спиральная структура галактик

Исследовано проявление спиральной структуры в распределении массивных рентгеновских двойных по родительской галактике. Построена простейшая кинематическая модель, показывающая, что вследствие конечного времени жизни массивные рентгеновские двойные должны быть смещены относительно спиральной структуры, наблюдаемой в традиционных индикаторах текущего звездообразования, таких как излучение в линии H γ и далеком инфракрасном диапазоне. На примере нашей Галактики проиллюстрировано, что распределение массивных рентгеновских двойных может существенно отличаться от распределения таких молодых систем, как яркие области HII. Предсказания модели сравниваются с результатами наблюдений обсерваторией ИНТЕГРАЛ массивных рентгеновских двойных в нашей Галактике. Также исследовано распределение массивных рентгеновских двойных в M51. Используя наблюдения M51 обсерваторией Chandra, мы изучили распределение рентгеновских источников относительно спиральных рукавов этой галактики, наблюдаемых в линии H α . Основываясь на данных K-диапазона и кривых подсчета фоновых источников, мы разделили вклады массивных и маломассивных рентгеновских двойных и активных ядер галактик. В согласии с предсказаниями модели распределение массивных рентгеновских двойных является более широким, чем распределение ярких областей HII, концентрирующихся в области текущего звездообразования. Однако статистическая значимость этого невысока, как и значимость концентрации суммарной

популяции рентгеновских источников в спиральным рукавам.

Щекочихин Александр Александрович (Imperial College L.)

Турбулентность, генерация магнитных полей, плазменные неустойчивости и проблема вязкости межгалактической плазмы в скоплениях галактик

Человеков Иван Васильевич (ИКИ РАН)

Жесткие рентгеновские всплески, зарегистрированные телескопом IBIS/ISGRI обсерватории ИНТЕГРАЛ в 2003-2006 гг.

Представлены результаты поиска рентгеновских всплесков в данных телескопа IBIS/ISGRI орбитальной обсерватории ИНТЕГРАЛ, полученных в 2003-2006 гг. Анализ событий, обнаруженных в записях скорости счета в диапазоне энергий 15-25 кэВ, длительностью от 5 до 500 с позволил выявить более 200 всплесков первого рода от 15 известных рентгеновских барстеров. Один всплеск первого рода был зарегистрирован от ранее неизвестного рентгеновского источника IGR J17380-3749, и еще один - от источника AX J1754.2-2754, который до этого не был известен как барстер. Неожиданным результатом данной работы стало обнаружение гамма-всплеска GRB 060428C в поле зрения телескопа IBIS, не замеченного системой IBAS. У всплеска зарегистрировано раннее рентгеновское послесвечение, обсуждена его природа.

Чернякова Мария Александровна (DIAS)

Спектральные и временные характеристики излучения ТэВ-громких двойных систем.

// Чернякова М., Неронов А.

На данный момент известно только 3 двойные системы (PSR B1259-63, LSI +61 303 и LS 5039) от которых задетекторовано постоянное (или регулярно переменное) излучение в ТэВ диапазоне. В докладе будет дан обзор спектральных характеристик этих систем (от радио до ТэВ) и предложена теоретическая модель объясняющая экспериментальные данные.

Чернышов Дмитрий Олегович (МФТИ)

Интенсивность аннигиляционного излучение в Галактике из средних и высоких широт.

С помощью численной программы GALPROP и кинетических уравнений, описывающих термализацию позитронов, было получено распределение тепловых и субрелятивистских позитронов в диске и гало. С учетом распределения различных компонент газа в Галактике, была произведена оценка интенсивности аннигиляционного излучения для средних и высоких широт.

Чеснок Надежда Григорьевна (КНУ)

Исследование кривых блеска АЯГ Акп 564 в оптическом и рентгеновском диапазонах.

В докладе представлены результаты фотометрических наблюдений АЯГ Акп 564, которые проводились с января 2002 по 2007 г. в Крымской астрономической

обсерватории на 70 см. телескопе АЗТ-8 в фильтрах В, V, R, R1, I под руководством Сергеева С.Г. и кривые блеска в рентгеновском диапазоне, полученные со спутника RXTE.

Чугунов Андрей Игоревич (ФТИ РАН)

Кулоновское туннелирование при ядерных реакциях в плотном звёздном веществе

Исследовано кулоновское туннелирование при ядерных реакциях в плотном веществе. Проведено сравнение недавних расчетов методом монте-карловского интегрирования по траекториям (Militzer, Pollock, Phys. Rev. B 71, 134303) с простыми вычислениями, основанными на квазиклассическом туннелировании сквозь кулоновский барьер с учетом сферически-симметричного потенциала среднего поля ионов плазмы. Продемонстрировано очень хорошее согласие этих приближений при температурах $T > T_p/5$. Потенциал среднего поля, а также соответствующие скорости реакций, аппроксимированы простыми аналитическими выражениями. Исследованы энергии гамовского пика (с учетом плазменного экранирования) в различных режимах ядерного горения. На примере горения углерода проведен анализ неопределенностей теоретических моделей ядерного горения. Результаты важны для моделирования ядерного горения в аккрецирующих белых карликах, оболочках аккрецирующих нейтронных звезд и других астрофизических объектах.

Чуразов Евгений Михайлович (ИКИ РАН)

Нетепловое давление и гравитационный потенциал эллиптических галактик

Сравнение пространственных распределений звезд и горячего газа в массивных эллиптических галактиках позволило измерить общий вклад космических лучей, магнитных полей и турбулентных движений в давление газа. Этот вклад не превышает 10-15% от теплового давления.

Ф.И.О.	Институт	e-mail
Suleimanov V. F.	КГУ	vals@ksu.ru
Алексеев П. С.	ФТИ РАН	kvasi_klassik@mail.ru
Архаров А. А.	ГАО РАН	arkharov@mail.ru
Банникова Е. Ю.	РИАН НАНУ	bannikova@astron.kharkov.ua
Барков М. В.	ИКИ РАН, Leeds Univ.	barmv@iki.rssi.ru
Барсуков Д. П.	ФТИ РАН	bars@astro.ioffe.ru
Баширов А. И.	STTS	adtesto@mail.ru
Бикмаев И. Ф.	КГУ	Ilfan.Bikmaev@ksu.ru
Цупко О. Ю.	ИКИ РАН	tsupko@iki.rssi.ru
Цыганков С. С.	ИКИ РАН	st@hea.iki.rssi.ru
Даниленко А. А.	ФТИ РАН	danila@astro.ioffe.ru
Догель В. А.	ФИАН	dogiel@lpi.ru
Дородницын А. В.	ИКИ РАН, GSFC	dora@milkyway.gsfc.nasa.gov
Дорошенко Т. А.	МГУ	tdorosh81@mail.ru
Ефимова Н. В.	ГАО РАН	avanttika@mail.ru
Фиделис В. В.	КрАО	fidelisv@mail.ru
Фиделис В. В.	КрАО	fidelisv@mail.ru
Финогенов А. В.	МРЕ/UMBC	alexis@mpe.mpg.de
Фланчик А. Б.	РИАН НАНУ	alex_svs_fl@vk.kh.ua
Фредерикс Д. Д.	ФТИ РАН	fred@mail.ioffe.ru
Гнедин Ю. Н.	ГАО РАН	gnedin@gao.spb.ru
Голубятников А. Н.	МГУ	golubiat@mail.ru
Гусаков М. Е.	ФТИ РАН	gusakov@astro.ioffe.ru
Гусев А. А.	ИКИ РАН	galinasm@pochta.ru
Гвоздев А. А.	ЯрГУ	gvozdev@uniyar.ac.ru
Холушенко Е. Е.	ФТИ РАН	eugene@astro.ioffe.ru
Ибрагимов А. А.	Oulu Univ., КГУ	askar.ibragimov@oulu.fi
Ихсанов Н. Р.	ГАО РАН	nazar.ikhсанов@gmail.com
Илларионов А. Ю.	ОИЯИ, SISSA	illario@sissa.it
Истомин Я. Н.	ФИАН	istomin@lpi.ru
Иващенко А. Ю.	КНУ	hanna@univ.kiev.ua
Кабанов А. А.	СГУ	artkabanov@mail.ru
Кахидзе Г. П.	ИПУ РАН	guram@ipu.rssi.ru
Кантор Е. М.	ФТИ РАН	kantor@mail.ioffe.ru
Карасев Д. И.	ИКИ РАН	dkarasev@hea.iki.rssi.ru
Каршенбойм С. Г.	ВНИИМ	sgk@vniim.ru
Кийков С. О.	ЮУрГУ	kiikov@susu.ac.ru
Конторович В. М.	РИАН НАНУ	vkont@ira.kharkov.ua
Копылов А. И.	САО РАН	akop@sao.ru

Ф.И.О.	Институт	e-mail
Копылова Ф. Г.	САО РАН	flera@sao.ru
Корюкин В. М.	МарГУ	kvm@marsu.ru
Королев В. В.	ВолГУ	vitok@pochta.ru
Коваленко И. Г.	ВолГУ	igk@vlink.ru
Краснобаев К. В.	МГУ, ИКИ РАН	kvk-kras@list.ru
Кривонос Р. А.	ИКИ РАН	krivonos@hea.iki.rssi.ru
Кривошеев Ю. М.	ИКИ РАН	krivosheev@iki.rssi.ru
Куранов А. Г.	ГАИШ МГУ	alex@xray.sai.msu.ru
Лебедев В. С.	САО РАН	cygnus@sao.ru
Леонтьев Н. Е.	МГУ	leontiev_n@mail.ru
Левенфиш К. П.	ФТИ РАН	ksen@astro.ioffe.rssi.ru
Лобанов А. П.	MPI Radioastronomie	alobanov@mpifr-bonn.mpg.de
Малофеев В. М.	ПРАО АКЦ ФИАН	malofeev@prao.ru
Малов О. И.	ПРАО АКЦ ФИАН	jedi@prao.ru
Маркевич М. Л.	ИКИ РАН, Sfa	maxim@head.cfa.harvard.edu
Медведев А. С.	МГУ	a.s.medvedev@gmail.com
Мельников С. С.	КГУ	smelnikovs@rambler.ru
Михайлова М. С.	ХНУ ¹	aniramtiger@rambler.ru
Мирошниченко А. П.	РИАН НАНУ	mir@iar.kharkov.ua
Нацвлишвили Т. М.	ГАО РАН	tinatin@gao.spb.ru
Нагирнер Д. И.	НИАИ СПбГУ	dinagirner@gmail.com
Наякшин С. В.	Leicester Univ.	sn85@astro.le.ac.uk
Огнев И. С.	ЯрГУ	ognev@uniyar.ac.ru
Панфёров А. А.	ТГУ	panfS@yandex.ru
Петрукович А. А.	ИКИ РАН	apetruko@iki.rssi.ru
Пиотрович М. Ю.	ГАО РАН	mike@gao.spb.ru
Попов С. Б.	ГАИШ МГУ	polar@sai.msu.ru
Постнов К. А.	ГАИШ МГУ	kpostnov@gmail.com
Поутанен Ю. И.	Oulu Univ.	juri.poutanen@oulu.fi
Позаненко А. С.	ИКИ РАН	apozanen@iki.rssi.ru
Ппанов И. В.	ИТЭФ	igor.panov@itep.ru
Прокопенко И. Г.	ИКИ РАН	prokopenko@hea.iki.rssi.ru
Птускин В. С.	ИЗМИРАН	vptuskin@hotmail.com
Пширков М. С.	ПРАО АКЦ ФИАН	pshirkov@prao.ru
Якубовский Д. А.	ИТФ	yakubovskiy@bitp.kiev.ua
Рафиков Р. Р.	Princeton Univ.	rrr@astro.princeton.edu
Ревнивцев М. Г.	ИКИ РАН	mikej@hea.iki.rssi.ru
Родин А. Е.	ПРАО АКЦ ФИАН	rodin@prao.ru
Роговая С. И.	ИЗМИРАН	rogovaya@izmiran.ru

Ф.И.О.	Институт	e-mail
Сахибуллин Н. А.	КГУ	Nail.Sakhibullin@ksu.ru
Сазонов С. Ю.	ИКИ РАН	ss@hea.iki.rssi.ru
Сербер А. В.	ИПФ РАН	serber@appl.sci-nnov.ru
Теплых Д. А.	ПРАО АКЦ ФИАН	teplykh@prao.ru
Тихомирова Я. Ю.	АКЦ ФИАН	jana@bes.asc.rssi.ru
Тихонов А. В.	СПбГУ	ti@hotmail.ru
Титарчук Л. Г.	NRL	Lev.Titarchuk@nrl.navy.mil
Ткачев Л. Г.	ОИЯИ, Дубна	tkatchev@nusun.jinr.ru
Трушкин С. А.	САО РАН	satr@sao.ru
Тугай А. В.	КНУ	tugay@univ.kiev.ua
Уваров Ю. А.	ФТИ РАН	uv@astro.ioffe.ru
Журавлев В. В.	ГАИШ МГУ	v.jouravlev@gmail.com
Вихлинин А. А.	ИКИ РАН	alexey@hea.iki.rssi.ru
Войткова Ю. В.	ХНУ ²	vyuliya@datasvit.km.ua
Зюзин Д. А.	АФТУ РАН	dima_zyuz@mail.ru
Задорожная Л. В.	КНУ	Zadorozhna_Lida@ukr.net
Зиракашвили В. Н.	ИЗМИРАН	zirak@izmiran.rssi.ru
Зуев А. А.	КГУ	alexandr_zuev@mail.ru
Шакура Н. И.	ГАИШ МГУ	shakura@sai.msu.ru
Шибанов Ю. А.	ФТИ РАН	shib@astro.ioffe.ru
Штернин П. С.	ФТИ РАН	pshternin@gmail.com
Штыковский П. Е.	ИКИ РАН	pavel@hea.iki.rssi.ru
Щекочихин А. А.	Imperial College L.	a.schekochihin@imperial.ac.uk
Человеков И. В.	ИКИ РАН	chelovekov@hea.iki.rssi.ru
Чернякова М. А.	DIAS	masha@cp.dias.ie
Чернышов Д. О.	МФТИ	chernyshov@dgap.mipt.ru
Чеснок Н. Г.	КНУ	NadyaCh@bigmir.net
Чугунов А. И.	ФТИ РАН	andr.astro@mail.ioffe.ru
Чуразов Е. М.	ИКИ РАН	churazov@hea.iki.rssi.ru

КНУ - Киевский Национальный Университет им. Т.

Шевченко, Киев 03022, Украина

ГАИШ МГУ - Государственный астрономический институт
им.П.К. Штернберга

ГАО РАН - Главная (Пулковская) астрономическая
обсерватория РАН

РИАН НАНУ - Радиоастрономический институт НАН
Украины

КраО - Крымская астрофизическая обсерватория, Научный

98409, Украина

ИТФ им. Н.Н. Боголюбова - Институт теоретической физики
им. Н.Н. Боголюбова, Киев, Украина

ХНУ¹ - Харьковский национальный университет им.

В.Н.Каразина, Харьков, Украина

ХНУ² - Хмельницкий национальный университет,

Хмельницкий, Украина

NRL / GMU - Naval Research Laboratory and George Mason
University

DIAS -

ТГУ - Тольяттинский Государственный Университет

ВолГУ - Волгоградский государственный университет

ПРАО - Пушчинская Радиоастрономическая Обсерватория

ЮУрГУ - Южно-Уральский государственный университет,

Челябинск

МарГУ - Марийский государственный университет

СПбГУ - Санкт-Петербургский государственный университет

ЯрГУ - Ярославский Государственный Университет им. П.Г.

Демидова

SfA - Гарвард - Смитсонианский Центр Астрофизики,

Гарвардский Университет

ИПФ РАН - Институт прикладной физики РАН, Нижний

Новгород

СГУ - Самарский Государственный Университет

MPI RA - Институт Радиоастрономии общества им.

М.Планка, Бонн, Германия

