

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Всероссийская астрофизическая конференция

**АСТРОФИЗИКА ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ
СЕГОДНЯ И ЗАВТРА (НЕА-2014)**

22-25 декабря 2014 г.

проводится при финансовой поддержке

Российской Академии Наук,
Благотворительного фонда “Династия”,
Российского Фонда Фундаментальных Исследований

Москва

2014

Конференция посвящена вопросам и проблемам, стоящим перед астрофизикой высоких энергий. Тематика конференции традиционно охватывает разделы от инфракрасной и оптической до гамма-астрономии, наблюдательной космологии и экстремальных физических процессов. В программе конференции нашли отражение последние достижения обсерваторий ИНТЕГРАЛ, PLANCK, NuSTAR, а также доклады о перспективах оптической, рентгеновской и гамма-астрономии.

Конференция проводится отделом Астрофизики Высоких Энергий ИКИ РАН.

Программный комитет:

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

Организационный комитет:

М.Н. Павлинский (председатель), И.В. Человеков (зам. председателя), Н.Л. Александрович, В.А. Арефьев, Р.А. Буренин, Н.П. Васильева, В.С. Воробьев, Д.И. Карасёв, Р.А. Кривонос, А.А. Лутовинов, П.С. Медведев, И.А. Мереминский, А.В. Мещеряков, А.И. Миронов, С.В. Мольков, А.В. Просветов, А.Ф. Рыбакова, А.Н. Семена, А.Ю. Ткаченко, Е.В. Филиппова, И.И. Хабибуллин, Г.А. Хорунжев

Устные доклады

Павел Константинович Аболмасов (ГАИШ МГУ)

Структура замагниченного аккреционного потока внутри последней устойчивой орбиты вращающейся черной дыры // П. Аболмасов

Аккреционный диск вокруг существует только там, где могут существовать орбиты, близкие к кеплеровским, то есть снаружи радиуса последней устойчивой орбиты. Внутри же вещество, даже обладая большим угловым моментом, может падать без участия вязких напряжений, приблизительно сохраняя удельный угловой момент. Если в диске нет крупномасштабного магнитного поля, внутреннее течение сохраняет дисковую геометрию, но толщина внутреннего течения определяется не столько тепловым давлением, сколько радиальными и тороидальными магнитными полями, замороженными в падающее вещество. Аналитические расчеты позволяют получить характерную толщину дискового потока. Впрочем, численное моделирование с помощью программы HARM свидетельствует, что внутренние (более близкие к экваториальной плоскости) части диска слабее замагничены, и там образуется более тонкая структура, размер которой определяется давлением газа.

Виктор Леонидович Афанасьев (САО РАН)

Измерение поляризации широких линий AGN - прямой метод измерения масс черных дыр
// Афанасьев В.Л. (САО РАН), Попович Л. (Белградский университет)

Определение масс черных дыр (ВН) в центрах галактик важно для понимания эволюции галактик и, следовательно, эволюции Вселенной. Большинство методов определения масс ВН косвенные. Предлагается прямой метод определения характера движений газовых облаков в области образования широких линий (BLR), основанный на эффектах рассеяния излучения в линии $H\alpha$ на газопылевом торе галактики. По результатам спектрополяриметрии выборки 11 AGN на 6-м телескопе показано, что на масштабах <0.02 пс облака в BLR вращаются по закону Кеплера. Последнее, с использованием измерений внутреннего радиуса тора в ближнем ИК-диапазоне, дает надежные оценки массы центральной черной дыры, которые не зависят от угла наклона галактики к лучу зрения.

Сергей Александрович Балашев (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Нейтральный хлор и молекулярный водород в галактиках ранней Вселенной // Балашев С.А., Нотердам П., Клименко В.В., Петижан П., Иванчик А.В., Варшалович Д.А., Леду С., Шриананд Р.

Известно, что нейтральный хлор и молекулярный водород в холодной фазе межзвездной среды жестко связаны друг с другом посредством серии химических реакций. В работе представлены результаты измерения распространенности нейтрального хлора в облаках молекулярного водорода на больших красных смещениях, идентифицированных в спектрах квазаров. Используя спектры высокого разрешения, полученные на телескопах VLT (со спектрографом UVES) и Keck (со спектрографом HIRES) мы идентифицировали линии нейтрального хлора в 9 (включая 5 новых идентификаций) абсорбционных системах H2 из 18 известных, которые обладают достаточной лучевой концентрацией для идентификации нейтрального хлора. Мы определили, что существует корреляция между лучевыми концентрациями Cl и H2 на уровне 5 сигма, в диапазоне лучевых концентрации H2, $17.3 < \log N(\text{H}_2) < 20.2$. Определенная относительная распространенность Cl и H2 практически совпадает для облаков на больших красных смещениях и облаков нашей Галактики. Это по-видимому указывает на то, что эти физические условия и химический состав вещества в облаках содержащих молекулярный водород на больших красных смещениях такие же как и в облаках нашей Галактики.

Максим Владимирович Барков (RIKEN, Japan)

3D моделирование взаимодействия звездного и пульсарного ветра

// Барков Максим Владимирович, Бош-Рамон Баленти Перучо Манэл

Структура формируемая в результате столкновения звездного и пульсарного ветра в двойной системе испытывает как периодические так и случайные изменения связанные с орбитальным движением и нелинейными процессами. Понимание гидродинамических процессов столкновения ветров необходимо для корректного описания нетеплового излучения от радио до гамма диапазона. Впервые, мы провели трехмерное численное моделирование взаимодействия однородных ветров от нормальной массивной звезды и пульсара на протяжении всей орбиты на масштабах много больших орбитального размера. Трехмерное моделирование, в общем, подтвердило результаты полученные ранее в двухмерном случае и показало даже более быстрое смешивание ветров. Двухмерные расчеты с высоким разрешением и в большей расчетной области показали разрушение спиральной структуры и полное смешивание ветров на масштабе около 100 орбитальных радиусов. Гидродинамические течения возникающие при столкновении ветров как 2D так и 3D характеризуется быстрой диссипацией кинетической энергии на ударных волнах и высокой турбулентностью, это необходимо учитывать при расчетах не теплового излучения.

Ильфан Фяритович Бикмаев (Казанский федеральный университет)

Линии CoIII в оптических спектрах SN2014J и SN2011fe по данным телескопа PTT-150

// Бикмаев И.Ф. и др. (Казанский федеральный университет)

Оптические спектры SN2014J, полученные в период с 100 по 300 сутки после максимума блеска демонстрируют яркие эмиссионные линии CoIII, бленды FeII и FeIII. Линия CoIII с длиной волны 5899 Å показывает уширение $\text{FWHM} = 10000$ км/сек. Профили линий не демонстрируют двугорбости, ожидаемой в случае слияния двух белых карликов (при определенной геометрии слияния). Тем не менее, наблюдается незначительная асимметрия крыльев линии CoIII. Сравнение с архивными спектрами известной Сверхновой типа Ia SN2011fe, также полученными на PTT-150, показывает, что эти две Сверхновые во многом подобны по своим свойствам.

Родион Анатольевич Буренин (ИКИ РАН)

Использование изображений спутника WISE для отождествления скоплений галактик из обзора Планка

// Р.А. Буренин

В докладе будет обсуждаться возможность поиска далеких скоплений галактик по данным ИК обзора всего неба спутника WISE. Показано, что эти данные позволяют наблюдать скопления на красных смещениях вплоть до $z \approx 1$ и выше. Процедура поиска скоплений по данным спутника WISE была откалибрована используя рентгеновский обзор скоплений галактик площадью 400 кв. градусов, который был выполнен ранее по рентгеновским изображениям телескопа ROSAT. Будут обсуждаться результаты применения этой процедуры в работе по отождествлению далеких скоплений галактик среди источников сигнала Сюняева-Зельдовича, обнаруженных в обзоре всего неба обсерватории им. Планка.

Евгений Олегович Васильев (НИИФ ЮФУ)

Эволюция множественных вспышек сверхновых

// Васильев Е.О., Nath В., Шекинов Ю.А.

Нагрев межзвездной среды множественными сверхновыми является основой для формирования крупномасштабных истечений (outflows) в галактиках со звездообразованием. В рамках трехмерной газодинамической модели множественных вспышек сверхновых, перекрывающихся между собой, исследована эффективность нагрева межзвездной среды и эволюция объемного фактора заполнения горячим газом. Найдено, что для высокой эффективности и большого фактора заполнения остатка сверхновых должны быть сгруппированы во времени и пространстве, остатки сверхновых должны продолжать расширяться до тех пор пока горячий газ не достигнет перколяции во всей области звездообразования, для того, чтобы скомпенсировать потери энергии при радиационном охлаждении. В серии трехмерных моделей оценена эффективность нагрева газа, объемные факторы заполнения газа в различных температурных интервалах. Полученные оценки эффективности нагрева хорошо согласуются с интерпретацией наблюдений в рентгеновском диапазоне. Обсуждаются возможные наблюдательные особенности соотношений ионов, измеряемых в центральных областях галактик со звездообразованием.

Пётр Евгеньевич Гладилин (ФТИ им. А.Ф.Иоффе)

Источники ТэВ-ного излучения в системах со множественными ударными волнами

// Гладилин Пётр Евгеньевич (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), Быков Андрей Михайлович (ФТИ им. А.Ф. Иоффе), Осипов Сергей Михайлович (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Системы сходящихся ударных волн являются чрезвычайно эффективными ускорителями заряженных частиц до высоких энергий 10^{15} - 10^{16} эВ. Ускоренные в такой системе заряженные частицы имеют жёсткий энергетический спектр с показателем $\gamma = 1$ и могут вносить существенный вклад в общий поток космических лучей и продуцировать гамма-излучение на энергиях свыше 1 ТэВ. Особенный интерес представляют области активного звездообразования. Среди большого количества молодых массивных звёзд с мощными ветрами существует повышенная вероятность взрыва сверхновой звезды. В фазе эффективного ускорения (до 1000 лет) интенсивность излучения системы "ударная волна остатка сверхновой — звёздный ветер массивной звезды класса О-В" может более чем на порядок превышать интенсивность излучения одиночного остатка. Некоторые наблюдаемые источники жёсткого рентгеновского и гамма-излучения в областях активного звездообразования и звёздных ассоциациях могут быть связаны с такими системами. В докладе представлены результаты расчетов нелинейной модели ускорения частиц в системе сходящихся ударных волн, а также модельные спектры излучения связанных с ними источников.

Валентина Владимировна Глазкова (МГУ им.
М.В.Ломоносова)

Использование дополнительных атрибутов объектов в фотометрическом каталоге SDSS для измерения красного смещения галактик методами машинного обучения

// В.В.Глазкова, С.В.Герасимов, А.В.Мещеряков

Техника измерения красных смещений (photo- z) галактик и квазаров по данным широкополосной фотометрии объектов из больших обзоров неба (SDSS, WISE, GALEX, UKIDSS и др.) в настоящее время широко применяется по многим задачам внегалактической астрономии. В нашей работе анализируются возможности использования дополнительных атрибутов, содержащихся в фотометрическом каталоге обзора SDSS DR10 (характеристики протяженности и морфологического типа, дополнительные цвета и величины объектов и другие параметры) для улучшения точности оценок красного смещения галактик с помощью передовых методов прикладной математики с использованием технологий машинного обучения. В качестве тренировочной и тестовой (для проверки точности измерения z) выборки был использован каталог 1.5 млн. галактик с измеренными красными смещениями спектрального обзора SDSS. При измерении красного смещения галактик в диапазоне красных смещений $z < 0.6$ из тестовой выборки методами градиентного спуска (Gradient Boosting) и леса случайных деревьев решений (Random Forest), с использованием стандартных атрибутов (величина r и цвета $u-g$, $g-r$, $r-i$, $i-z$) точность (стандартное отклонение) измерения красных смещений галактик составила 0.025. При использовании 75 дополнительных атрибутов из фотометрического каталога SDSS для каждого объекта получено существенное улучшение точности измерения красных смещений (до 0.015 на той же тестовой выборке галактик). В докладе представлен набор дополнительных атрибутов из фотометрического каталога SDSS, которые оказывают наибольшее влияние на улучшение точности оценок photo- z галактик в различных диапазонах красных смещений.

Семен Игоревич Глазырин (ФГУП ВНИИА, ФГБУ ГНЦ
РФ ИТЭФ)

Турбулентное горение в режиме перемешанного пламени в сверхновых Ia // Глазырин С.И.

Исследование механизмов взрыва сверхновых Ia связано с изучением распространения горения по белому карлику. Сценарий с отложенной детонацией, при котором изначально медленное пламя переходит в детонацию, является одним из наиболее популярных. Но объяснение этого перехода до сих пор отсутствует. В некоторых работах считается, что к этому переходу приводит

турбулентность, возникающая в результате развития неустойчивости Рэлея-Тейлора-Ландау. При этом пламя проходит через несколько режимов турбулентного горения. Из-за того, что толщина пламени на много порядков меньше размеров звезды, прямое описание горения невозможно - необходимо использовать различные модели. В докладе рассматривается один из режимов - режим перемешанного пламени, при котором турбулентность разрушает структуру нормального фронта. Предлагается модель для описания такого режима и приводятся выводы о его роли для перехода в детонацию.

Юрий Николаевич Гнедин (ГАО РАН)

Новый поляриметрический метод определения масс сверхмассивных черных дыр в активных ядрах галактик
// Гнедин Ю.Н., Пиотрович М.Ю. (ГАО РАН)

Теорема вириала с учетом дискообразной формы области излучения широких эмиссионных линий позволяет установить прямую связь между величинами массы сверхмассивной черной дыры и синуса угла наклона аккреционного диска. Сама величина угла наклона определяется на основе данных измерения поляризации излучения широких эмиссионных линий и на основе теории генерации поляризованного излучения, развитой в работах В.В.Соболева и С.Чандрасекхара. В результате получены новые оценки масс сверхмассивных черных дыр для активных галактических ядер с измеренными величинами поляризации излучения области широких эмиссионных линий. Показано, что поляриметрические данные позволяют также определять величину вириального коэффициента, которая существенна для определения масс сверхмассивных черных дыр

Дмитрий Горбунов (ИЯИ)

Тёмная материя, натуральность и физика частиц
// Дмитрий Горбунов

В докладе будут обсуждаться модели тёмной материи, возможные критерии натуральности для выбора приоритетных вариантов, и характерные способы их экспериментальной проверки

Сергей Андреевич Гребенев (ИКИ РАН)

*Оптическое и инфракрасное излучение рентгеновских
НОВЫХ* // С.А.Гребенев, А.В.Просветов, Р.А.Буренин (ИКИ РАН)

Представлены результаты оптических и инфракрасных наблюдений нескольких рентгеновских новых (SWIFT J174510.8-262411, MAXI J1836-194, MAXI J1828-249 и других) в разных спектральных состояниях, выполненных одновременно в рентгеновском (INTEGRAL, SWIFT/XRT и BAT) и оптическом/инфракрасном (OIR) (SWIFT/UVOT, RTT-150) диапазонах. Во всех случаях подавляющая часть наблюдаемого OIR-излучения определялась продолжением степенной компоненты, ответственной за жесткий рентген. Вклад внешних холодных областей аккреционного диска, даже с учетом обычно предполагаемого рентгеновского прогрева его поверхности, оказался весьма умеренным во время высокого состояния источников (когда в их спектрах наблюдалась мягкая чернотельная компонента) и пренебрежимо малым во время их низкого (жесткого) состояния. Этот результат предполагает, что заметная доля OIR-излучения новых формируется в той же области, где рождаются жесткие рентгеновские фотоны. Это может быть комптонизированное излучение горячей центральной области диска или синхротронное излучение горячей короны над диском (или выходящих из него релятивистских джетов).

Андрей Викторович Грузинов (Нью-Йоркский университет)

Как светит пульсар

Год назад было предложено полное решение задачи об излучении слабого пульсара. Это решение, хотя скорее всего и правильное (ведь мы верно описываем феноменологию пульсарного гамма-излучения без единого подгоночного параметра), вызывает чувство неудовлетворения – уж слишком сильно приходится опираться на численные расчеты.

В докладе предлагается качественное описание того как течет и светит пульсарная плазма. Мы дадим точное аналитическое описание гамма-излучения "двумерного пульсара". Мы также покажем что сфокусировав оптическое излучение лазера мощностью в несколько ПВт на мишень (или 100 ПВт на пустоте) можно воспроизвести механизм пульсарного гамма-излучения в лаборатории.

Андрей Андреевич Даниленко (ФТИ им. А. Ф. Иоффе)

Первый гамма-пульсар с линией поглощения в рентгеновском спектре // Андрей Даниленко, Петр Штернин, Анна Карпова, Юрий Шибанов, Дмитрий Зюзин

В последнее время обсерваторией Fermi обнаружено около сотни новых близких пульсаров. Среди них, пульсар J0633+0632 (J0633) является одним из наиболее ярких в рентгеновском диапазоне. Первые наблюдения пульсара обсерваторией Chandra с экспозицией 20 ксек показали, что спектр пульсара содержит тепловую компоненту, которая может быть одинаково хорошо описана как моделью черного тела так и моделью водородной атмосферы. Мы проанализировали рентгеновские данные. В результате мы обнаружили в спектре пульсара особенность около 0.8 кэВ, напоминающую линию поглощения. Байесов тест показал, что особенность не может являться результатом случайных флуктуаций фона, а значит реальна. Таким образом, впервые линия поглощения обнаружена в рентгеновском спектре гамма-пульсара. Кроме того, если J0633 действительно покрыт водородной атмосферой, он является самым холодным (около 50 эВ) средневозрастным ($< 1E5$ лет) пульсаром. Средневозрастные нейтронные звезды охлаждаются посредством нейтринного излучения из внутренних областей. Мы оценили, что темп нейтринного охлаждения должен быть в $1E2$ – $1E4$ раз выше чем стандартный. Столь высокий темп нейтринных потерь нельзя объяснить моделью минимального охлаждения. Представлены детали нашего анализа. Обсуждается что может дать дальнейшее изучение этого необычного пульсара для понимания физики нейтронных звезд.

Евгений Владимирович Деришев (ИПФ РАН)

Феноменологическая модель излучения релятивистских ударных волн // Е.В. Деришев

В настоящее время для релятивистских волн не существует моделей, которые из первых принципов позволяли бы рассчитать генерацию магнитного поля совместно с ускорением и излучением частиц в этом поле. В то же время, существует значительный объем наблюдательных данных для гамма-всплесков, чье излучение возникает в таких ударных волнах. В докладе представлена феноменологическая модель, которая связывает ускорение частиц с диссипацией магнитного поля за фронтом ударной волны, тогда как процесс генерации поля считается мгновенным, то есть не влияющим на излучение в силу своей кратковременности. В числе предсказаний модели можно назвать жесткую связь между законом диссипации поля и показателем спектра в низкочастотной (ниже пика) области, причем для естественных законов спада этот показатель гораздо жестче, чем в обычной однозонной модели. Кроме того, предсказывается универсальное соотношение между мощностями синхротронного и обратного комптоновского излучения.

Антон Владимирович Дородницын (ИКИ РАН/University of Maryland)

Радиационно-доминированная холодная аккреция и ветер - моды унификации активных ядер галактик.

// Дородницын Антон, Калман Тим, Прога Даниэль, Бисноватый-Коган Г.С.

Обсуждаются последние результаты численного моделирования внешних областей активных ядер галактик (АЯГ) в рамках полной радиационной газодинамики. Показано что давление излучения на пыли принципиально меняет структуру газо-пылевого аккреционного потока приводя к тому, что он становится геометрически толстым. При этом, такая аккреция сопровождается сильным истечением, за счет излучения. При светимости большей $\sim 0.1-0.3$ от эддингтоновской светимости, аккреция сменяется истечением из тонкого, аккреционного диска. При дальнейшем увеличении светимости, аккреция становится прерывистой, и в конце-концов полностью прекращается из-за давления УФ и ИК излучения на пыли. Во результате такой геометрически-толстой аккреции или ветра достаточное количество газа и пыли оказывается над экваториальной областью, приводя к тому, что в зависимости от положения наблюдателя, АЯГ проявляет свойства галактик Сейферта первого или второго типов.

Владимир Николаевич Зиракашвили (ИЗМИРАН)

Сверхновые типа IIp как источники нейтрино высоких энергий // В.Н.Зиракашвили, В.С.Птускин

Рассматривается диффузионное ускорение частиц ударными волнами, распространяющимися в плотном газе остатков сверхновых типа IIp. Показано, что максимальная энергия ускоренных частиц достигает 10^{17} эВ, а потоки ПэВ-ных нейтрино, производимых ускоренными частицами, могут объяснить наблюдаемые IceCube потоки.

Иван Юрьевич Золотухин (IRAP (Тулуза, Франция))

Поиск сверхярких рентгеновских источников (HLX) в каталоге XMM-Newton

// И. Золотухин, Н. Вебб, О. Годе, М. Бакетти, Д. Барре

В докладе описывается метод поиска внеядерных рентгеновских источников вблизи галактик из больших спектральных каталогов. Незначительные вероятности случайной проекции рентгеновских источников на галактики означают, что такие объекты действительно могут находиться внутри соответствующей галактики с известным расстоянием, что дает возможность оценить их рентгеновскую светимость. Используя данный метод внеядерного кросс-отождествления

рентгеновских источников из каталога 2XMMi-DR3 и галактик с измеренными красными смещениями из обзора SDSS DR9, нам удалось обнаружить 8 объектов с предполагаемыми рентгеновскими светимостями в диапазоне $10^{41} < L_X < 10^{44}$ эрг/с, типичном для сверхярких рентгеновских источников (HLX). В докладе будут представлены данные публичных обзоров неба, в частности VLA FIRST в радио, UKIDSS в ближнем инфракрасном и GALEX в ультрафиолетовом диапазонах спектра, которые свидетельствуют о том, что обнаруженные объекты навряд ли представляют собой известные типы рентгеновских источников – активные ядра галактик, объекты типа BL Lac, галактические рентгеновские двойные или активные звезды. Таким образом, эти объекты могут считаться кандидатами в HLX. Предлагаемый метод поиска HLX позволяет “вслепую” находить известные объекты этого класса, ESO 243-49 HLX-1 и M82 X-1. В докладе обсуждаются возможности дальнейших наблюдений, необходимых для подтверждения ассоциации кандидатов в HLX с предполагаемыми родительскими галактиками.

Александр Давидович Каминкер (ФТИ им. А.Ф.Иоффе)

Квазипериоды в радиальных распределениях вещества во Вселенной и барионные акустические осцилляции

// Каминкер А.Д., Рябинков А.И.

В докладе обсуждается простейшая модель квазипериодической модуляции гауссовского поля в k -пространстве, которая позволяет установить связь барионных акустических осцилляций (БАО), наблюдаемых в 3-х мерном спектре мощности космологически удаленного вещества, и квазипериодических компонент, обнаруженных в радиальных пространственных распределениях космологических объектов. Показано, что одномерные радиальные распределения, построенные из произвольных центров в сопутствующей системе координат, с большой вероятностью могут проявлять квазипериодические компоненты в спектрах мощности и в радиальных корреляционных функциях в зависимости от отношения сигнала к шуму (S/N). Например, при не слишком низких значениях $S/N \gtrsim 0.2$ радиальные (одномерные) корреляционные функции имеют квазипериодический характер с характерным периодом, близким к центру первого широкого пика моделирующей функции $f(k)$. Усреднение большого количества радиальных корреляционных функций, построенных из различных центральных точек, позволяет получить усредненную радиальную корреляционную функцию, качественно соответствующую стандартной трехмерной корреляционной функции с одним акустическим пиком на масштабах $\sim 100 h^{-1}$ Мпк. Результаты симуляций модулированных случайных полей хорошо согласуются с особенностями радиальных распределений выборки спектроскопических красных смещений ярчайших галактик в скоплениях (BCG). Работа выполнена при поддержке фонда РФФ (грант №14-12-00955).

Вячеслав Витальевич Клименко (СПбГПУ)

Определение физических условий в плотных облаках межзвездной среды галактик на больших красных смещениях с помощью анализа H_2 систем в спектрах квазаров

// Клименко В.В., Иванчик А.В., Балашев С.А., Варшалович Д.А.

Исследования галактик на больших красных смещениях с помощью анализа DLA систем в спектрах квазаров показывают, что нейтральный газ в таких системах характеризуется низкими значениями металличности ($1/30$ значения, измеренного в солнечной системе) и степени молекуляризации $f_{H_2} = 2N(H_2)/(2N(H_2) + N(H\ i)) \sim 10^{-5}$. Наиболее холодная и плотная фаза нейтральной межзвездной среды может быть изучена с помощью анализа абсорбционных систем H_2 , ассоциированных с DLA системами в спектрах квазаров. В этой работе мы показываем, что с помощью анализа линий H_2 и линий нейтрального углерода и хлора (детектируемых в некоторых спектрах квазаров, содержащих системы H_2) можно измерить локальные значения степени молекуляризации и металличности H_2 облаков. Измеренные значения оказываются значительно выше средних значений в DLA системах. Мы представляем анализ 5 H_2 систем в спектрах квазаров Q 0812+032, Q 2100-064, Q 1331+170, Q 2123-0050, Q 1232+082. Локальная степень молекуляризации облаков в этих системах близка к единице, а металличность облаков, оцененная по отношению лучевых концентраций нейтрального хлора и H_2 , близка к значению, измеренному в солнечной системе, что почти на порядок превосходит средние значения металличности в исследуемых галактиках. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 14-12-00955.

Сергей Вячеславович Комаров (МРА/ИКИ)

Обтекание гало темной материи межгалактической плазмой // Комаров С.В., Чуразов Е.М.

Движение гало темной материи в межгалактической плазме сопровождается созданием возмущения плотности частиц плазмы, вызванного гравитационным потенциалом темного гало. Такое возмущение гипотетически возможно наблюдать на картах поверхностной яркости рентгеновского излучения межгалактической среды. Вид данного возмущения зависит от характера обтекания плазмой темного гало. Гидродинамический режим реализуется при длинах свободного пробега меньших характерного размера гало. Для темных гало небольших размеров, не содержащих собственного газа (который был сорван давлением натекающей межгалактической плазмы в процессе движения гало), в основной части скоплений (не в ядрах) длина свободного пробега частиц плазмы (10-20 кпк) превышает размер темного гало. Данный бесстолкновительный режим моделировался численно. Результаты численного моделирования свидетельствуют, что форма воз-

мушения плотности межгалактической плазмы подобна случаю обтекания гравитационной ямы нейтральным газом, описанному в статье Mulder 1983, а его величина масштабируется как квадрат максимальной скорости кругового вращения в потенциале гало, что соответствует гидродинамическому режиму.

Роман Александрович Кривонос (ИКИ РАН)

Обзор некоторых результатов телескопа NuSTAR в области Галактического центра // Команда NuSTAR

Я планирую представить некоторые результаты работы телескопа NuSTAR в области Галактического центра, в частности, картографирование и спектроскопия остатка сверхновой G1.9+0.3, детектирование всплеска первого рода от маломассивной двойной системы GRS 1741.9-2853, а также открытие протяженного жесткого рентгеновского излучения около сверхмассивной ЧД в центре Галактики.

Татьяна Ивановна Ларченкова (ФИАН)

Влияние гравитационного поля Галактики на точность определения координат внегалактических источников.
// Т.И.Ларченкова, А.А.Лутовинов, Н.С.Лыскова

Рассматривается влияние нестационарного гравитационного поля Галактики на видимое положение внегалактических источников. При этом учитывается влияние всего барионного галактического вещества, в том числе и невидимой компоненты, включающей коричневые карлики. Получены основные моментные характеристики случайного процесса (моменты первого порядка и автокорреляционная функция), описывающего отклонения лучей света в гравитационном поле случайно движущихся точечных масс в зависимости от положения (координат) источника на небесной сфере. Построена двумерная карта распределения среднего квадратичного отклонения угла смещения положения далеких источников (в том числе реперных/опорных источников международной небесной системы отсчета ICRF) относительно их истинного положения. Для разных моделей распределения плотности вещества в Галактике показано, что в направлении на Галактический Центр оно может достигать нескольких десятков микросекунд дуги, уменьшаясь до 5–7 микросекунд дуги на высоких галактических широтах. Вычислена автокорреляционная функция исследуемого процесса на временных масштабах до 10 лет. Полученные результаты накладывают физические ограничения на повышение предела точности абсолютных астрометрических измерений.

Александр Лутовинов (ИКИ РАН)

Автономная навигация космических аппаратов по сигналам рентгеновских пульсаров

// Лутовинов А.А. (ИКИ РАН), Павлинский М.Н. (ИКИ РАН), Тучин А.Г. (ИПМ РАН), Григорович С.В. (ВНИИЭФ), Ревнивцев М.Г. (ИКИ РАН), Арефьев В.А. (ИКИ РАН), Мольков С.В. (ИКИ РАН)

Обсуждаются вопросы использования сигналов рентгеновских пульсаров для построения системы автономной навигации космических аппаратов (КА) различного назначения. Обсуждаются физические характеристики пульсаров, позволяющие использовать их в качестве опорных источников для такой системы. Рассмотрены принципы, позволяющие получать полное навигационное решение (определять вектор скоростей и положение КА), а также привязку бортовой шкалы времени к шкале динамического времени непосредственно на самом аппарате. Приведены данные о развитии программ рентгеновской навигации в других странах, в частности, в США, Европе и Китае. Рассмотрены перспективы реализации подобной программы в России.

Максим Юрьевич Лютиков (Purdue University)

Магнитары: почему, где и как происходят вспышки.

// Максим Лютиков

Обсуждается динамика магнитных полей в коре и магнитосфере магнитаров. Сдвиговая неустойчивость замагниченной электронной жидкости в коре нейтронных звезд приводит к закручиванию магнитных силовых линий в магнитосфере, развитию кинк-неустойчивости, и генерации вспышек подобных солнечным. Плазменная "шаровая молния" удерживаемая силовыми линиями магнитосферы генерирует излучение с двумя температурами, соответствующим фотонным поверхностям для двух поляризацій.

Михаил Викторович Медведев (Канзасский Университет)

Как распутать Космическую Паутину?

// Сергей Шандарин, Михаил Медведев

Космическая Паутина (Cosmic Web) представляет собой сложный, хитросплетенный геометрический объект, возникший из элементарно простых - Гауссовых - начальных условий. Всю сложность Паутины можно в полной мере оценить только в шестимерном фазовом пространстве, исследование которого, однако, нецелесообразно в силу многих причин. Вместо него мы предлагаем использовать Лагранжево подмногообразие, то есть, отображение $x = x(q)$, где оба x и q - трехмерные векторы, являющиеся Эйлеровыми и Лагранжевыми позициями частиц, соответственно. Будучи полностью эквивалентным в динамической смысле фазовому пространству, Лагранжево подмногообразие имеет преимущество в том,

что оно является однозначным и метрическим пространством. Кроме того, мы вводим новое поле данных: поле "флип-флопов" или "выворотов" (flip-flop field), сокращенно, "FF-поле", которое несет массу информации об истории и динамике формирования крупномасштабной структуры Вселенной. FF-поле - это упорядоченный набор данных в Лагранжевом пространстве, представляющий собой число перемен знака каждого элементарного объема бесстолкновительной жидкости, соответствующего каждой вычислительной частице в численном N-body моделировании. Фактически, FF-поле является счетчиком мульти-потокости в каждом структурном подэлементе крупномасштабной структуры. Мы покажем, что очень богатая подструктура гало темной материи, а также области пустот (voids) могут быть надежно и однозначно идентифицированы такими методами.

Павел Сергеевич Медведев (ИКИ РАН)

Диффузия элементов в ранней Вселенной

// П. Медведев, С. Сазонов, М. Гильфанов

Несмотря на широкую область применения теории диффузии в астрофизических задачах, диффузии элементов в период формирования первых структур уделено мало внимания. Между тем даже небольшое отклонение обилия элементов внутри возмущений от первичного состава Вселенной может быть очень важно для современной наблюдательной космологии. Мы рассчитываем диффузию начиная с эпохи рекомбинации ($z \sim 1000$) до эпохи реионизации ($z \sim 6$). Для этого используется простая модель сферически-симметричных возмущений. Задача разделяется на три этапа эволюции возмущений: 1) линейная стадия роста контраста плотности 2) квазилинейный рост, сферически-симметричный коллапс и вириализация возмущения; 3) вторичное падение, аккреция вещества на вириализованное возмущение. Для нахождения скорости диффузии мы используем систему уравнений Бюргерса (1973), адаптируя уравнения для частично ионизованного газа. Результат расчетов показал, что линейная стадия может обеспечить лишь незначительное изменение в обилии элементов, на уровне 10^{-4} %. Существенно эффективней диффузия работает во время стадии вторичного падения вещества, где эффект может достигать нескольких процентов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 14-12-01315

Александр Валерьевич Мещеряков (ИКИ РАН)

Классификация звезда-галактика-АЯГ и измерение красного смещения до объектов

в полях точечных рентгеновских источников каталога 400d

// С.В.Герасимов (МГУ), В.В.Глазкова (МГУ), Р.А.Буренин (ИКИ), Г.А.Хорунжев (ИКИ)

Глубина и угловое разрешение для точечных источников в каталоге 400d, полученном по данным наведений спутника ROSAT, близки к значениям которые будут достигнуты в обзоре всего неба eRosita/СРГ (при этом площадь 400d

примерно в 100 раз меньше ожидаемой площади обзора eRosita), что делает 400d удобным полигоном для отработки методов анализа данных, ожидаемых в рамках обзора неба СРГ. Одной из основных задач анализа данных станет классификация рентгеновских источников из обзора всего неба eRosita. В настоящей работе предлагается использовать высокоточные методы машинного обучения на основе леса случайных деревьев решений (Random Forest) и градиентного бустинга (Gradient Boosting) для классификации звезда-галактика-АЯГ и измерения красных смещений до объектов в полях точечных рентгеновских источников каталога 400d по данным широкополосной фотометрии SDSS и WISE. В качестве тренировочной выборки объектов нами используется каталог 2.4 млн. звезд, галактик и активных ядер галактик (АЯГ) из спектрального обзора SDSS DR10. Полученные результаты показывают высокую надежность предложенного метода классификации небесных объектов, как по основным классам (точность классификации лучше 92%), так и по более детальным спектральным подклассам. Полученная точность определения красного смещения АЯГ составляет $\sigma_z \lesssim 0.25$ для объектов на красном смещении $z < 3$.

Алексей Валерьевич Моисеев (САО РАН)

Облака ионизованного газа вблизи "потухших" активных галактических ядер

// А. Моисеев, W. Keel, P. Maksym, А. Смирнова и др.

Представлены результаты наблюдений на 6-м телескопе САО РАН и космическом телескопе им. Хаббла выборки галактик, в которых на шкале последних ~ 50 тыс. лет резко уменьшился поток ионизирующего излучения от активного ядра. Рассмотрена кинематика облаков газа на больших расстояниях от ядра (> 10 кпк). Показано, что движения газа в основном согласуются с кривой вращения галактик, т.е. он приобретен извне в результате приливного взаимодействия, а не выброшен из ядра. Наблюдаемая картина согласуется с предположением об ионизации газа в приливных структурах активным ядром, светимость которого затем уменьшилась. Изучена аналогичная система ионизованных облаков, обнаруженная нами около известной сейфертовской галактики Mrk 6.

Александр Муштуков (Tuorla observatory, ГАО РАН)

Максимальная аккреционная светимость нейтронных звезд с сильным магнитным полем

// А.А.Муштуков, В.Ф.Сулейманов, С.С.Цыганков, Ю.Поутанен

Сильное магнитное поле нейтронной звезды определяет сценарий аккреции на нее. Вещество, двигаясь вдоль силовых линий поля, достигает поверхности

звезды около магнитных полюсов и высвечивает кинетическую энергию преимущественно в рентгеновском диапазоне. При достаточно высоком темпе аккреции над поверхностью звезды формируется аккреционная колонка коллимированная магнитным давлением, что позволяет стенкам колонки излучать в сверх-эддингтоновском режиме. В работе решается задача о максимальной светимости, которая может быть достигнута таким образом. Учитываются особенности взаимодействия излучения и вещества в сильном магнитном поле, играющие тут решающую роль. Показана физическая возможность достижения светимости 10^{40} эрг/сек. Это означает, что часть сверхярких рентгеновских источников (ULXs) могут быть сильно замагниченными нейтронными звездами со сверхкритической аккрецией в тесных двойных системах. В работе делаются важные ограничения на параметры подобных систем.

Сергей Викторович Наякшин (Лестер, Англия)

Неполное уничтожение экзопланет как основной механизм их образования: теория - наблюдениям
// Наякшин, Сергей

Проблема образования планет считалась решенной в основных чертах около 20 лет назад на основании данных о планетах Солнечной Системы. Однако, наблюдения экзопланет выявили планеты гиганты удаленные от своих звезд на расстояния много большие чем Юпитер, а также планеты в сто раз более близкие чем Юпитер. Нашлись планеты и около двойных звезд, где орбиты пре-планетных материалов настолько хаотичны что они должны дробиться на мелкие обломки а не слипаться образуя планеты.

В 2010 году была найдена принципиально новая схема образования планет, в которых планеты начинают свое существование так же как звезды, с газового сгустка с массой порядка Юпитера. Эти сгустки образуются на расстояниях порядка 100 Астрономических единиц гравитационной неустойчивостью протопланетного диска, что объясняет удаленные планеты экзо гиганты. Численные расчеты показывают что большинство сгустков, однако, мигрируют ближе к своему светилу, что приводит к уничтожению большинства из них приливными силами звезд. К счастью (в прямом смысле), рост пылинок в мелкие камни и их оседание в центр сгустка ведет к образованию массивного ядра из тяжелых элементов (силикаты и железо в первую очередь). Уничтожение планеты гиганта, таким образом, оставляет после себя ядра вроде Земли и других типов планет.

Я представлю первые детальные вычисления образования всех типов планет в природе на основе новой модели начиная с протопланетного диска и кончая его диссипацией в контексте популяционного синтеза, и сравню результаты модели с наблюдениями экзопланет с помощью Кеплер и протопланетных дисков с АЛМА.

Михаил Николаевич Павлинский (ИКИ РАН)

Текущий статус научных приборов проекта Спектр-РГ
// Михаил Павлинский

Текущий статус научных приборов проекта Спектр-РГ

Андрей Леонидович Панкратов (Институт физики
микроструктур РАН)

Многочастотные щелевые антенны с резонансными болометрами на холодных электронах для космической миссии SOGrE // Л.С. Кузьмин, М. Салех, Е.А. Матрозова, А. Гриби, А.В. Чигинев, А.В. Гордеева, А.С. Соболев, А.Л. Панкратов /Чалмерский технологический университет, Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексева, НИИЯФ МГУ, Парижский университет, Институт физики микроструктур РАН, Институт радиотехники и электроники РАН/

Новые космические миссии SOGrE и PRIZM находятся в стадии рассмотрения ЕКА. Основной целью при модернизации существующих приемных систем является использование многочастотных пикселей для сбора данных, что также позволит уменьшить размер фокальной плоскости и, соответственно, приведет к уменьшению аберраций. Именно для решения этой задачи был анонсирован тендер "Next Generation Sub-mm Wave Focal Plane Arrays"; Multi frequency systems for SOGrE. Группа сотрудников из Чалмерского университета в коллаборации с университетами Манчестера, Рима, Парижа и Мэйнуф выиграла этот тендер. Победа в этом тендере произошла благодаря изобретению резонансного болометра на холодных электронах (РБХЭ) с внутренним нанопольным фильтром [1]. Нанопольный фильтр основан на кинетической индуктивности сверхпроводниковой пленки NbN и емкости СИН (сверхпроводник-изолятор-нормальный металл) туннельного контакта. Реализация РБХЭ может привести к прорыву в уменьшении размера и веса системы фильтрации на несколько порядков по сравнению с внешними фильтрами и в 300 раз по сравнению с фильтрами на чипе. Будут представлены последние результаты по созданию многоканальных пикселей на основе РБХЭ для космической миссии SOGrE. Будет проведено сравнение одиночных пикселей с синусной, перекрестно-щелевой и щелевой антенной в форме раковины с кремниевой линзой. Планируется, что эти антенны будут функционировать совместно с плоскими сеточными линзами, разработанными в университетах Манчестера и Кардиффа. Также будут обсуждены результаты расчетов многочастотных фазированных решеток щелевых антенн с РБХЭ. Такие массивы схожи с используемыми в известном американском эксперименте VICEP-2, но они разработаны специально для двухчастотных применений. Работа поддержана грантами МОН 3.2054.2014/К и 11.G34.31.0029.

Алексей Позаненко (ИКИ РАН)

*Эксперимент Кластер-Т для регистрации
гамма-всплесков космического и земного происхождения*
// А. Позаненко (ИКИ), П. Минаев (ИКИ), Н. Веденькин (Даурия Аэро-
спейс), Н. Парцевский (Даурия Аэроспейс), В. Выборнов (ИКИ)

Одно из преимуществ микроспутников, их дешевизна, может быть использовано для создания орбитальной группировки для регистрации и локализации транзитных гамма-явлений, таких как гамма-всплески космического (GRB) и земного (TGF) происхождения и солнечные вспышки. Дешевизна обеспечивается унификацией сцинтилляционных детекторов и запуском попутной нагрузкой на регулярных носителях. Гамма-всплески земного происхождения могут быть локализованы при регистрации управляемой группировкой из 3-4 микроспутников на низкой (350 км) орбите. Космические гамма-всплески могут быть локализованы неуправляемой группировкой по разности интенсивности регистрируемого сигнала, аналогично пионерскому эксперименту КОНУС и последующим экспериментам BATSE/CGRO и GBM/Fermi. Преимущество такого эксперимента, кроме дешевизны, состоит в том, что группировка может регистрировать гамма-всплески со всех направлений так как в любой момент времени источник находится в поле зрения нескольких незатененных Землей детекторов. Особенно важно это свойство для непрерывного совместного мониторинга коротких гамма-всплесков, считающихся наиболее перспективными для регистрации гравитационных волн экспериментами Advance LIGO/Virgo. Обсуждаются параметры детектора, группировки и точность локализации различных событий.

Сергей Борисович Попов (ГАИШ МГУ)

Магнитары внутри антиманитаров
// Попов С.Б. (ГАИШ МГУ), Каминкер А.Д. (ФТИ им. Иоффе), Кау-
ров А.А. (Ун-т Чикаго, США)

Мы обсуждаем гипотезу, согласно которой некоторые из центральных компактных источников в остатках сверхновых могут быть магнитарами, чье магнитное поле в настоящий момент заэкранировано за счет мощной возвратной аккреции (fall-back). Детально мы рассматриваем источники в остатках сверхновых Kes 79 и RCW 103. Мы показываем, как мониторинг таких объектов помогает изучать поведение коры магнитара, без дополнительного влияния магнитосферных эффектов на излучение. Детально моделируется поведение источника в RCW103. Его поведение хорошо описывается в рамках магнитарной гипотезы.

Константин Александрович Постнов (ГАИШ МГУ)

Нестационарная квази-сферическая дозвуковая аккреция на замагниченные нейтронные звезды

// К.А. Постнов, Н.И. Шакура, С.Б. Попов, А.Г. Куранов, А.В. Фоканова

Рассматривается приложение теории квази-сферической аккреции на замагниченные медленно вращающиеся нейтронные звезды в режиме дозвукового оседания, разработанная в работах Шакура и др. (2012-14). Показано, что при низких темпах аккреции, когда проникновение плазмы в магнитосферу контролируется радиационным охлаждением плазмы, аккреция становится квази-стационарной. Кроме того, нестационарность может быть связана с магнитным полем, присутствующем в аккрецирующей плазме, из-за процессов магнитного пересоединения. Конкретно обсуждаются приложения теории к объяснению феномена транзитных рентгеновских источников со сверхгигантами (SFXT), к вспышкам в симбиотических рентгеновских двойных системах и к одиночным аккрецирующим нейтронным звездам.

Юрий Иормович Поутанен (Университет Турку)

Понимаем ли мы как излучают аккрецирующие черные дыры? // Юрий Поутанен

Будет дан обзор широкополосных наблюдений черных дыр звездных масс и теорий, которые описывают наблюдаемые явления.

Максим Пширков (ГАИШ МГУ)

Собственные фарадеевские меры вращения мощных радиодисточников по данным каталога NVSS.

// М.С. Пширков, П.Г. Тиняков, Ф. Урбан

В ряде недавних работ было показано, что величины внутренних мер вращения источников из каталога NVSS растут с увеличением расстояния до источников, что может быть объяснено, например, влиянием магнитного поля в филаментах крупномасштабной структуры Вселенной – чем дальше источник, тем больше филаментов на пути к нему и тем больше результирующая мера вращения. В данной работе анализируются данные по мерам вращения для части источников каталога NVSS с известными расстояниями. Источники были разделены на две группы в зависимости от их радиосветимости. Было показано, что более (радио)мощные источники систематически обладают более высокими собственными мерами вращений – остаточными мерами вращений, которые получаются

путем вычитания вклада регулярной компоненты Млечного Пути из наблюдаемых мер вращений. Остаточные меры вращения для более мощных источников значительно превосходят уровень вариаций вызванных вкладом турбулентной компоненты магнитного поля Галактики, в отличие от мер вращения группы слабых источников. Эффект становится все более и более выраженным по мере увеличения пороговой светимости, по которой мы делим источники. Если рассматривать полный набор источников, то наблюдается рост видимых внутренних мер вращения с увеличением красного смещения. Это должно быть интерпретировано как артефакт, вызванный отличием свойств популяции ярких источников, которые доминируют в наблюдениях источников на больших расстояниях.

Роман Рафиков (Princeton University)

Планетные системы вокруг белых карликов

Наблюдения многих белых карликов свидетельствуют о наличии вокруг них планетных систем. Более 30 систем обладают компактными (размеры меньше солнечного радиуса) и плотными дисками частиц, видимыми в near-IR диапазоне. Их происхождение наиболее естественным образом объясняется приливным разрушением астероидов, приходящих из внешних областей планетных систем этих белых карликов. Более того, спектры 20-50% белых карликов показывают присутствие металлов их атмосферах, которые приносятся туда аккрецией. В большинстве случаев химический состав этих металлов очень близок к химическому составу вещества во внутренней Солнечной Системе (Земли, Луны). Наиболее вероятный источник этих тяжелых элементов - аккреция из дисков частиц, образованных разрушенными астероидами. Будет дан обзор современного состояния наблюдений в этой быстро развивающейся области, теоретического понимания механизмов аккреции из частичных дисков на белый карлик, и ожидаемых прямых наблюдений планетных систем вокруг белых карликов с использованием Gaia, ALMA, и других обсерваторий.

Михаил Геннадьевич Ревнивцев (ИКИ РАН)

Широкополосные (от оптического до рентгеновского диапазонов) спектры двойных систем с аккрецирующими белыми карликами и их поиск в обзорах неба.

// Ревнивцев М.Г.

В докладе будут изложены результаты исследования широкополосных спектров аккрецирующих немагнитных белых карликов в так называемом выключенном состоянии и изложены методы их поиска в будущих оптических и рентгеновских обзорах неба.

Анна Станиславовна Сабурова (ГАИШ МГУ)

О поверхностной плотности темных гало
// А. Сабурова, А. Del Popolo

Доклад посвящен проверке вывода об универсальности поверхностной плотности гало темной материи (произведение центральной плотности гало на радиус ядра), сделанного ранее другими авторами. В работе проведен анализ параметров темных гало, доступных в литературе для большой выборки галактик. Согласно проведенному анализу, вывод о постоянстве поверхностной плотности темных гало в галактиках разных светимостей был опровергнут. Было показано, что поверхностная плотность темного гало, а также его ньютоновское ускорение зависят от показателя цвета звездного населения, морфологического типа, светимости и содержания газа в галактике. Эти параметры выше для галактик ранних морфологических типов с высокими светимостью и показателем цвета и низким содержанием газа. При этом корреляция поверхностной плотности темного гало с показателем цвета является проявлением более сильной зависимости между массой гало и показателем цвета. Галактики с высоким показателем цвета обладают в среднем более массивными темными гало по сравнению с галактиками с низким показателем цвета в хорошем согласии с результатами космологического моделирования Guo et al. (2011).

Сергей Юрьевич Сазонов (ИКИ РАН)

Подогрев ранней Вселенной космическими лучами от первых сверхновых // Сазонов С.Ю., Сюняев Р.А.

Наблюдения в радиолинии водорода (21 см) могут дать информацию о том, как нагревалась межгалактическая среда на ранних стадиях реионизации Вселенной ($z \sim 30 - 10$). В последнее время активно обсуждается возможность нагрева газа рентгеновским излучением первых аккрецирующих черных дыр. Мы предлагаем другой вероятный механизм нагрева, также связанный с ранней эпохой звездообразования. Как известно, остатки мощных сверхновых, взорвавшихся в конце жизни массивных первых звезд (Pop III), могли расширяться за пределы своих родительских минигало. При этом значительная доля энергии сверхновой могла преобразовываться в субрелятивистские космические лучи, которые в результате оказывались в межгалактической среде. Такие космические лучи могли разогреть газ во Вселенной в среднем до $\sim 10^2 - 10^3$ К уже к $z \sim 20 - 15$. Таким образом, измерения 21-см сигнала могут дать информацию о первых сверхновых, а также о крупномасштабных магнитных полях в ранней Вселенной. Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 14-12-01315.

Андрей Николаевич Семена (ИКИ)

Измерение размеров аккреционных колонок замагниченных аккреторов по временной аперидичности их светимости. // Семена А.Н. Ревнивцев. М.Г.

Падение (аккреция) вещества на компактные объекты является одним из наиболее эффективных способов выделения энергии. Это означает, что аккреционный поток на еще достаточно значительных расстояниях от компактного объекта сильно разогревается, достигает температур в десятки тысяч (а в некоторых случаях и миллионов) градусов и превращается в высокопроводящую плазму. Наличие магнитного поля компактного объекта может существенным образом повлиять на всю конфигурацию аккреционного течения. Предполагается, что магнитное поле приводит к формированию аккреционных колонок. Форма и размер аккреционных течений в окрестности компактного объекта оказывают значительное влияние на механизм выделения энергии вещества при аккреции, форму профилей импульсов и т.д..

При помощи измерений переменности яркости промежуточного поляра EX Нуа и профилей рентгеновских затмений этой системы был получен верхний предел на площадь и толщину аккреционного канала на поверхности белого карлика $A \lesssim 2.6 \times 10^{15} \text{ см}^2$, $l < 10^6 \text{ см}$ - т.е. аккреционный канал имеет вид тонкой вытянутой "шторки". Данная толщина шторки у поверхности белого карлика, в случае дипольной магнитосферы, соответствует толщине замороженности вещества диска в магнитосферу белого карлика на границе магнитосферы $\delta r/r_m \approx 3 \times 10^{-3}$, где r_m - радиус магнитосферы - т.е. меньше или порядка толщины оптически толстого диска.

Алексей Александрович Старобинский (Институт теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН)

Инфляционная стадия в ранней Вселенной с учетом последних наблюдательных данных // А.А. Старобинский

Наблюдательные данные последних двух лет позволили перейти от подтверждения общей концепции существования де-ситтеровской (инфляционной) стадии в ранней Вселенной, предшествовавшей горячему Большому Взрыву, к исследованию ее детальной структуры в области, доступной наблюдению. Обсуждается, что нового мы узнали о ней, включая характерные значения кривизны пространства-времени и эффективной массы инфлатона - квазичастицы, ответственной за генерацию скалярных (адиабатических) неоднородностей во Вселенной. Особое внимание уделяется тонкой структуре угловой анизотропии температуры реликтового излучения в интервале мультиполей $l = (20 - 40)$, которая может свидетельствовать о новой физике в области кривизн и масс $10^{13} - 10^{14}$ Гэв.

Валерий Фиалович Сулейманов (Институт Астрономии и
Астрофизики, Университет Тюбингена)

*Спектры оптически толстых пограничных слоев
карликовых новых звезд во время вспышки*

// В.Ф. Сулейманов, М. Хертфелдер, К. Вернер, В. Клай

Представлено сравнение рассчитанных спектров моделей классических пограничных слоев (ПС) вокруг вращающихся белых карликов (БК) с наблюдаемыми жесткими ультрафиолетовыми / мягкими рентгеновскими спектрами карликовых новых звезд во время вспышек. Спектры рассчитаны для пограничных слоев вокруг БК с массами 0.8, 1, и 1.2 масс Солнца, вращающимися со скоростями 0.2, 0.4, 0.6 и 0.8 от предельной, при фиксированном темпе аккреции 1.5×10^{-8} масс Солнца в год. Локальные спектры колец, на которые разбивались одномерные модели ПС, рассчитывались путем вычисления их структуры методом моделей атмосфер с учетом потери массы в виде ветра, порождаемого давлением излучения в спектральных линиях. Итоговые спектры ПС суммировались из локальных спектров колец с учетом их вращения и угла наклона к лучу зрения. Вид итоговых спектров определяется многочисленными спектральными линиями, бленды которых формируют широкие полосы поглощения, перемежаемые псевдоэмиссионными особенностями, представляющими собой участки континуума с относительно небольшой концентрацией линий. Наблюдаемый мягкий рентгеновский спектр SS Лебеда во время вспышки может быть описан двумя компонентами: теоретическим спектром ПС вокруг БК массой 0.8-1 масс Солнца, вращающимся со скоростью 0.6-0.8 от предельной, и спектром оптически тонкой горячей плазмы, интерпретированной как ветер от ПС с темпом потери массы, сравнимом с темпом аккреции. Обсуждается применимость рассчитанных спектров к интерпретации мягких рентгеновских спектров других карликовых новых во время вспышек.

Сергей Анатольевич Трушкин (САО РАН)

*Вспышечная радиопеременность микроквazarов как
индикатор нестационарной аккреции на релятивистский
объект* // Трушкин С.А., Нижельский Н.А., Цыбулев П.Г., Жеканис Г.В.

Интенсивные многочастотные исследования микроквazarов SS433, GRS1915+105, Cyg X-1, Cyg X-3, LS5039, V4641 Sgr и LSI+61d303 на радиотелескопе РАТАН-600 принесли ряд новых результатов. Доле двадцати ярких вспышек с увеличением потока в 2-3 раза от SS433 были зарегистрированы в трех периодах активного состояния объекта. А спокойные состояния характеризуются флуктуациями потока менее 10%, причем в этих флуктуациях содержится периодическая модуляция 6.3 ± 0.2 дня, вероятно связанная с нутационным покачиванием струй SS433. Находясь последние четыре года в спокойном состоянии, микроквazar Cyg X-3 тем не менее излучал переменное

оптически толстое радиозлучение на уровне 50-300 мЯн, антикоррелированное с потоком в жестком рентгене (15-50 кэВ Swift/BAT). В его переменном радиопотоке впервые обнаружена сверхорбитальная периодическая модуляция 12.8 дня, которая вероятно связана с прецессией компактной струи. Этим летом периодические вспышки от гамма-источника и микроквара LSI+61d303 были прослежены в течение восьми последовательных орбитальных периодов. Хотя вспышки вблизи орбитальной фазы 0.7 сильно разнятся, мы построили средние по орбите двухчастотные кривые блеска, из которых ясно, что спектральный индекс меняется от оптически толстого вначале вспышки (+0.1) до оптического тонкого состояния (-0.55) вблизи максимума и постепенно возвращается к исходному состоянию по мере релаксации вспышки. На основе интенсивного мониторинга разных объектов мы обсуждаем общие свойства и различия радиопеременности микрокваров с черными дырами и нейтронными звездами.

Юрий Александрович Уваров (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Модель гигантских гамма-вспышек в Крабовидной туманности // Быков А.М., Уваров Ю.А.

Наблюдения на телескопах FERMI и AGILE обнаружили сильные вспышки гамма-излучения с энергиями порядка 100 Мэв - 1 ГэВ от Крабовидной туманности. Максимальные энергии гамма-фотонов и характерные времена спектральной эволюции не могут быть объяснены синхротронным механизмом излучения в рамках стандартной однозонной модели диффузионного ускорения частиц в окрестности бесстолкновительной ударной волны (УВ).

Предложена модель вспышечной активности пульсарной туманности в гамма-диапазоне, учитывающая перемежаемый характер магнитного поля в пульсарном ветре. В рамках модели максимальные энергии ускоренных частиц в окрестности фронта УВ лимитируются их синхротронными потерями в усредненном крупномасштабном магнитном поле. В тоже время максимальные энергии синхротронного излучения определяются величиной локальных магнитных полей в области излучения. Вспышки формируются в момент прохождения зоны ускоренных до максимальных энергий частиц, расположенной в непосредственной окрестности УВ, областями пульсарного ветра с усиленным магнитным полем. Существенно возрастающие в это время синхротронные потери приводят к быстрой временной эволюции спектров частиц и излучения в окрестности максимальных энергий. Предложенная модель используется для интерпретации вспышечной активности Крабовидной туманности.

Наша работа была частично поддержана грантом научных школ РАН 294.2014.2, программами Президиума РАН 21 и ОФН РАН 17.

Сергей Николаевич Фабрика (САО РАН)

Синтез никеля в сверхкритическом диске SS433
// С. Фабрика (САО), А. Медведев (СПбГУ)

Недавно было обнаружено, что в рентгеновских струях SS433 никеля примерно в 10 раз больше, чем железа по отношению к содержанию этих элементов на Солнце. При этом основные параметры рентгеновских струй (температура, плотность, время остывания) определены вполне надежно. Мы предполагаем, что никель может образовываться при столкновениях ядер железа и гелия в том месте сверхкритического диска, где формируются струи. Мы находим диапазон энергий (скоростей столкновения), в котором формируется необходимое количество никеля для объяснения наблюдений и оцениваем изменение содержания остальных обильных элементов.

Алексей Витальевич Финогенов (Университет Хельсинки)

Активные ядра в группах и скоплениях галактик

В докладе будет представлена серия работ опубликованная по данным обзоров CDFS, COSMOS и LoCuSS. Мы рассмотрим как активность ядер галактик зависит от массы группы, рассмотрим разделение на центральную и сателлитную активность, а также проследим эволюцию за красное смещение z . Будет приведен анализ скоростей ядер в группах и скоплениях.

Ильдар Хабибуллин (ИКИ РАН)

Вспышки излучения в результате приливного разрушения звезд СМЧД в каталоге ярких источников ROSAT // И.Хабибуллин, С.Сазонов

Приливное разрушение звезды (TDE) сверхмассивной черной дырой (СМЧД) в центре неактивной галактики должно сопровождаться вспышкой мягкого рентгеновского излучения, возникающего в результате аккреции захваченной части вещества разрушенной звезды на СМЧД. Мы провели систематический поиск подобных вспышек среди ярких источников, обнаруженных обсерваторией ROSAT в ходе обзора всего неба, при помощи данных их последующих случайных наблюдений обсерваторией XMM-Newton. Поскольку промежуток между наблюдениями ROSAT и XMM-Newton типично составляет более 10 лет, ожидается, что в случае ассоциации источника с TDE данные XMM-Newton должны продемонстрировать уменьшение его яркости более чем на порядок величины. В результате поиска, помимо сильнопеременных нетранзиентных рентгеновских источников, было обнаружено 3 кандидата, свойства которых совместимы с ожидаемыми в случае ассоциации с TDE, для еще одного источника ассоциация с TDE также возможна, но и его связь с активным галактическим ядром не может быть

исключена. Этот результат позволяет сделать оценку средней частоты TDE в локальной Вселенной, соответствующую темпу порядка 30 событий за миллион лет в пересчете на отдельную галактику.

Анатолий Михайлович Черепашук (ГАИШ МГУ)

Кавказская горная обсерватория ГАИШ МГУ

// А.М.Черепашук

В 2014 году завершено строительство Кавказской горной обсерватории ГАИШ МГУ с телескопом диаметром 2.5 м. Оптика телескопа соответствует лучшим мировым стандартам: 80% света концентрируется в 0.4 секунды дуги. Высота обсерватории 2100 м над уровнем моря в 30 км к югу от г.Кисловодска. Количество ясных ночей в году 180-200. Медианное качество изображения 0.95 секунды.

Игорь Чилингарян (Smithsonian Astrophysical Observatory)

*Изолированные компактные эллиптические галактики:
звездные системы, которые улетели*

// Игорь Чилингарян, Иван Золотухин

Компактные эллиптические (сЕ) галактики представляют собой редкий класс звездных систем, характеризующихся высокими звездными плотностями, малыми размерами и часто звездными населенными с высокой металличностью. Известно около 30 подобных объектов. Предполагалось, что они сформировались в результате обдирания массивных галактик-прародителей приливными силами. Однако, недавнее открытие двух изолированных звездных систем, где не представлялось возможным отождествить галактики, осуществившие приливное обдирание, поставили под вопрос этот сценарий формирования. Мы представляем выборку 195 компактных эллиптических галактик во всех типах окружения, от массивных скоплений до полностью изолированных объектов, полученную в результате анализа данных крупных обзоров неба в оптическом и УФ диапазонах. Проанализировав динамический статус компактных галактик в скоплениях и группах, мы демонстрируем возможность их выбрасывания из этих скоплений и групп путем гравитационного взаимодействия трех тел. К тому же, изолированные и неизолированные сЕ показывают схожие динамические характеристики и свойства звездных населений. Таким образом, изолированные компактные эллиптические галактики оказываются объектами, которые подверглись приливному обдиранию, а затем были выброшены из своих родительских скоплений или групп. Редкие изолированные карликовые эллиптические (dE) галактики также могут формироваться похожим образом.

Евгений Чуразов (ИКИ РАН)

Сверхновая типа Ia SN2014J в гамма-лучах

// Е.Чуразов, Р.Сюняев, Н.Чугай, С.Гребенев, С.Сазонов и др.

Будут представлены результаты наблюдений ближайшей в современную эпоху сверхновой в галактике M82 обсерваторией ИНТЕГРАЛ.

Николай Иванович Шакура (ГАИШ МГУ)

О новом механизме генерации турбулентности в аккреционных дисках // Н.И. Шакура, К.А. Постнов

Исследуется вязко-конвективная неустойчивость сдвиговых аксиально-симметричных течений в гравитационном поле. В линейном ВКБ приближении выведено дисперсионное соотношение для малых возмущений, которое представляет собой алгебраическое уравнение третьей степени. Два корня этого уравнения представляют собой известные Рэлеевские моды, а третий корень с растущим инкрементом возникает в результате учета вязкой генерации тепла в уравнении энергии. Показана зависимость инкремента неустойчивости от безразмерного числа Прандтля в трех основных случаях теплопроводности – электронами, нейтральными частицами и фотонами. Для возникновения неустойчивости не требуется наличия магнитного поля.

Петр Штернин (ФТИ им. А.Ф. Иоффе, СПбГУ)

Аналитические модели остывания сверхтекучих нейтронных звёзд // П.С. Штернин, Д.Г. Яковлев

Рассматриваются модели остывающих нейтронных звёзд с нуклонными ядрами, в которых возможна нейтронная сверхтекучесть в триплетном канале образования куперовских пар. Сверхтекучесть возникает в момент, когда внутренняя температура звезды становится меньше максимума T_C критической температуры по ядру. Это приводит к всплеску нейтринного излучения в процессе образования нейтронных куперовских пар, что заметно ускоряет остывание. В данной работе показывается, что остывание нейтронной звезды с температурой T в пределах $0.6T_C \lesssim T \leq T_C$ описывается простыми аналитическими формулами, содержащими несколько безразмерных параметров. Измерение эффективной поверхностной температуры звезды и темпа её падения, с учётом предположений о массе, радиусе и составе внешней теплоизолирующей оболочки, позволяет построить модели остывания, параметризуемые значением T_C . Каждая модель содержит всю историю остывания звезды, включая мощность нейтринного излучения до момента появления нейтронной сверхтекучести. Результаты иллюстрируются на примере интерпретации наблюдений центрального компактного объекта в остатке сверхновой Кассиопея А. Работа частично поддержана РФФИ (проекты №14-02-00868-а и 13-02-12017-офи-м) и программой Президента РФ поддержки ведущих научных школ НШ-294.2014.2.

Александр Щекочихин (Оксфордский Университет)

Структура стратифицированной турбулентности, турбулентный нагрев и турбулентная диффузия в скоплениях галактик (а также эволюция магнитных полей) // А. Щекочихин (Оксфорд), Е. Чуразов (Гархинг и ИКИ), И. Журавлева (Стенфорд), М. В. Кунц (Принстон), Ф. Могаверо (ENS, Париж), С. Мелвилл (Оксфорд)

В докладе будет обсуждаться (1) крупно- и мелкомасштабная структура стратифицированной турбулентности в скоплениях галактик, в предположении, что турбулентные движения и флуктуации плотности имеют характер "g-modes" и что эти флуктуации будут подчиняться гипотезе "критического баланса", (2) следствия этой теории для определения спектров [2] и скорости диссипации турбулентной энергии в межгалактической среде в контексте недавно опубликованного результата [1] подтверждающего, что турбулентный нагрев в Персее и Вирго оказывается локально одного порядка с радиационным охлаждением, (3) роль турбулентной диффузии (и результат, что она не доминирует над нагревом), (4) и наконец гипотеза, что эффективная шкала турбулентной накачки локально подстраивается под шкалу Озмидова (шкалу изотропизации турбулентных движений).

При наличии времени, может быть также обсужден вопрос о том, каким образом турбулентные движения, которые всегда приводят к локальному росту или уменьшению замороженного в них магнитного поля, могут происходить в слабостолкновительной межгалактической плазме, где любое изменение поля должно сопровождаться сохранением магнитного момента частиц (возникают микронеустойчивости, в определенных условиях увеличивающие эффективную столкновительность плазмы и/или нейтрализующие изменение магнитного поля [3,4], что приводит к интересной динамике).

Дмитрий Георгиевич Яковлев (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе)

Тепловая эволюция нейтронных звезд: переход к статистическому анализу // Д.Г. Яковлев, М.В. Безногов

Рассмотрено остывание одиночных нейтронных звезд (НЗ) среднего возраста, а также квазистационарный нагрев старых аккрецирующих НЗ в рентгеновских транзидентах за счет глубокого прогрева коры. Кратко описаны современные теории эволюции этих объектов [1]. Предложен новый метод исследования тепловой эволюции НЗ, использующий статистический анализ наблюдений. Вместо обычных кривых остывания одиночных НЗ разных масс на диаграмме температура поверхности — возраст или кривых нагрева НЗ в рентгеновских транзидентах на

диаграмме тепловая светимость НЗ в спокойном состоянии — средний темп аккреции [1], вводится вероятностное распределение источников на этих диаграммах. Оно основано на усреднении кривых остывания или нагрева с функцией распределения масс и прочих параметров НЗ. Сравнение теоретических и наблюдаемых распределений НЗ позволяет единым образом изучать свойства сверхплотного вещества НЗ (скорости их нейтринного охлаждения), а также распределение НЗ по массам. Первые результаты показывают, что все наблюдаемые объекты можно объяснить, предположив наличие мощного прямого урка-процесса нейтринного охлаждения в массивных НЗ, причем порог включения этого процесса должен быть размыт (например, под действием протонной сверхтекучести) примерно на 10%, а максимум функции распределения масс аккрецирующих НЗ должен быть выше максимума для одиночных НЗ примерно на 0.2 массы Солнца.

Работа частично поддержана гос. программой "Ведущие научные школы РФ" (грант НШ 294.2014.2), фондом "Династия" и РФФИ (гранты 14-02-00868-а и 13-02-12017-офи-М). Литература: [1] Yakovlev D.G., Pethick C.J., 2004, *Annu. Rev. Astron. Astrophys.*, 42, 169.

Стендовые доклады

Айк Левонович Акопян (Московский Физико-Технический
Институт)

*Определение характеристик радиопульсаров по
поляризационным данным // Акопян А. Л., Бескин В. С.*

Как известно, важнейшими наблюдательными характеристиками, которые зависят от угла наклона осей пульсара, являются средний профиль радиопульсара и ход позиционного угла линейной поляризации. Они дают основное представление о геометрических свойствах диаграммы направленности. Однако их оказывается недостаточно для уверенного определения угла наклона. Лишь недавно в работе Бескина и Филишова (2012) был предложен комбинированный метод, учитывающий не только средний профиль и позиционный угол, но и круговую поляризацию. В основе этого метода лежат уравнения Кравцова-Орлова, позволяющие легко описывать изменение параметров Стокса вдоль траектории распространения радиоизлучения в магнитосфере нейтронной звезды. В первой части нашей работы с помощью методики, описанной в статье Бескина и Филишова (2012), рассмотрено влияние сильного тороидального магнитного поля на поляризационные характеристики принимаемого излучения. Такое тороидальное поле может быть связано с сильным асимметричным (т.е. текущим в разные стороны в северной и южной части открытых силовых линий) продольным электрическим током, возникающим в современных МГД-моделях магнитосферы Филишов и др. (2014). Такое магнитное поле должно сильно исказить дипольное магнитное поле в области формирования поляризационных свойств наблюдаемого излучения. В работе определены параметры истекающей плазмы, когда этот эффект становится существенным, а также сделаны ограничения на величину асимметричного тока. Во второй части работы исследуются поляризационные свойства радиоизлучения интеримпульсных пульсаров, у которых различные авторы дают сильно отличающиеся значения угла наклона. Мы приводим дополнительные аргументы в пользу того, какой угол наклона лучше всего подходит для описания наблюдательных данных.

Лев Арзамасский (МФТИ)

Аналитическая модель асимптотической структуры пульсарного ветра // Л.И. Арзамасский, В.С. Бескин, В.В. Прокофьев

В нашей работе было проведено аналитическое исследование асимптотической структуры пульсарного ветра в бессиловом приближении и в приближении двухжидкостной гидродинамики. В рамках бессилового рассмотрения было получено простое асимптотическое решение уравнения Грэда-Шафранова для квазисферического пульсарного ветра и для произвольной угловой зависимости радиального магнитного поля. Для наклонного случая это решение с хорошей точностью описывает результаты современного численного моделирования. В частности, было показано, что форма токового слоя не зависит от азимутальной структуры радиального магнитного поля. Для внутренних областей токового слоя, где бессиловое приближение не выполняется, мы использовали приближение двухжидкостной гидродинамики. Переходя в сопутствующую слою систему отсчета мы определили структуру электрического и магнитного полей, а также компоненту скорости, перпендикулярную слою. Это позволило оценить эффективность ускорения частиц в слое. Наконец, мы исследовали движение индивидуальных частиц в токовом слое, параметры которого зависят от времени, и самосогласованно определили ширину слоя и его временную эволюцию.

Лев Арзамасский (МФТИ)

Торможение первичного пучка в пульсарном ветре
// Л.И. Арзамасский, В.С. Бескин, В.В. Прокофьев

В работе исследовалось влияние пучка первичной плазмы на динамику пульсарного ветра вне светового цилиндра. При этом было использовано приближение трехжидкостной магнитогидродинамики с компонентами, соответствующими позитронам и электронам вторичной плазмы, а также частицам первичного пучка. Также исследовалось влияние двухпучковой неустойчивости на поведение плазмы. Показано, что для большинства пульсаров торможение первичного пучка несущественно. Эффективное торможение имеет место лишь у энергичных молодых радиопульсаров, для которых энергия первичного пучка уменьшается до энергии основной плазмы на масштабах, сравнимых с радиусом светового цилиндра.

Лев Арзамасский (МФТИ)

Статистика интеримпульсных пульсаров - ключ к решению проблемы их эволюции

// Л.И. Арзамасский, В.С. Бескин, С.Т. Дерри

Спустя более 45 лет после открытия радиопульсаров вопрос об эволюции угла наклона между магнитным моментом нейтронной звезды и ее осью вращения до сих пор не решен: различные теории дают разные значения производной угла наклона. С другой стороны, интеримпульсные пульсары позволяют оценить угол наклона осей с хорошей точностью, поскольку интеримпульс может возникать либо при наблюдении противоположных магнитных полюсов, когда угол близок к 90 градусам, либо в результате наблюдения одного и того же полюса, когда угол наклона мал. Поэтому статистические свойства таких пульсаров могут пролить свет и на режим торможения нейтронных звезд. В нашей работе путем решения как кинетического уравнения, так и с помощью численного моделирования были получены распределения интеримпульсных пульсаров по периодам и углам наклона. Показано, что модель торможения, предсказывающая увеличение угла наклона пульсара, лучше описывает наблюдения однополюсных интеримпульсных пульсаров чем модель, полученная из МГД расчетов, в которой угол наклона уменьшается с течением времени. Однако число анализируемых пульсаров все же недостаточно, чтобы об этом выводе можно было говорить уверенно.

Кирилл Евгеньевич Атапин (ГАИШ МГУ)

Эффекты сверхкритического режима аккреции в стохастической переменности SS433

// К.Е.Атапин (ГАИШ МГУ) С.Н.Фабрика (САО РАН) А.С.Медведев (СПб-ГУ) А.С.Винокуров (САО РАН)

Исследуется быстрая переменности объекта SS433 в рентгеновском (RXTE) и оптическом диапазонах. Вид наблюдаемых спектров мощности кардинально зависит от прецессионной фазы системы. При максимальном раскрытии канала в сторону наблюдателя в спектре мощности наблюдается значимый плоский участок. Мы рассмотрели две модели переменности: модель отражения в ветровом канале сверхкритического аккреционного диска (рентген и оптика) и модель охлаждения струй (рентген). Оценили параметры струй и канала. Струи являются более переменным источником, чем канал. Мы полагаем, что наличие плоского участка в спектре мощности связано со скачкообразным изменением структуры диска SS433 на радиусе сферизации. Положение плоского участка определяется массой чёрной дыры и темпом аккреции, протяжённость — изменением вязкости на радиусе сферизации.

Сергей Александрович Балашев (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Абсорбционные системы молекулярного водорода на больших красных смещениях: рекордно высокая лучевая концентрация H_2 в абсорбционной системе с $z=2.678$ в спектре квазара Q0843-0221 // Балашев С.А., Клименко В.В., Иванчик А.В., Варшалович Д.А., Нотердам П., Петижан П., Леду С., Шриананд Р.

Представлены результаты анализа уникальной абсорбционной системы H_2 с красным смещением $z=2.678$ идентифицированной в спектре квазара Q0843-0221. Лучевая концентрация молекулярного водорода в этой системе $\log N(H_2)=21.2$, что более чем на порядок больше, чем в других системах идентифицированных в спектрах квазаров. Произведен спектроскопический анализ этой системы — определены скоростная структура и содержания тяжелых элементов и молекул H_2 и HD. Идентифицированы линии молекулы HD, идущие с вращательных уровней $J=0,1$. Интересной особенностью этой системы является то, что для таких лучевых концентрации H_2 система показывает слабое поглощение на пыли ($A_V < 0.1$), а также отсутствие молекул CO, что ставит ограничение на распространенность CO относительно H_2 на уровне $X=N(CO)/2N(H_2) < 5 \times 10^{-8}$. Это сильно отличает эту систему от диффузных облаков межзвездной среды, содержащих молекулярный водород, в нашей Галактике. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект номер 14-12-00955.

Елена Юрьевна Банникова (Радиоастрономический институт НАН Украины)

Три кольца Эйнштейна: точное решение и численное моделирование // Е.Ю. Банникова, А.Т.Котвицкий

Рассмотрены эффекты гравитационного линзирования для системы, в которой линзой является центральная масса и однородное кольцо (диск с дыркой). Показано, что в такой системе возможно формирование трёх колец Эйнштейна. Получено точное решение и рассмотрены условия существования второго кольца Эйнштейна, возникающего на диске. Проведено численное моделирование изображений для разных отношений центральной массы к массе диска и различных значений поверхностной плотности в нем. Показано, что в зависимости от относительной величины поверхностной плотности формируется одно, два или три кольца Эйнштейна разной интенсивности. Результаты работы могут быть использованы для поиска астрофизических объектов с кольцевыми структурами барионного (кольцевые галактики) или тёмного вещества.

Дмитрий Петрович Барсуков (ФТИ им. А.Ф. Иоффе,
СПбГПУ)

*Влияние мелкомасштабного магнитного поля на нагрев
полярных шапок старых радиопульсаров*

// Цыган А.И., Барсуков Д.П.

Рассматривается влияние величины и направления мелкомасштабного магнитного поля на обратный ток позитронов во внутренних зазорах старых радиопульсаров (с характеристическим возрастом $\tau > 10^6$ лет) и связанный с ним нагрев полярных шапок. Пульсар рассматривается в модели “внутреннего зазора” со свободным истечением частиц с поверхности нейтронной звезды. Учитывается только рождение электрон-позитронных пар при поглощении квантов изгибного излучения в магнитном поле. При этом предполагается, что связанные пары фотоионизируются тепловыми фотонами с полярной шапки.

Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 13-02-00112) и Гранта Президента РФ по поддержке ВНШР (НСИ 294.2014.2).

Елена Семеновна Беленькая (НИИЯФ МГУ)

*Магнитосферы магнитных астрофизических объектов и
альфвеновский радиус*

// Е.С. Беленькая, М.Л. Ходаченко, И.И. Алексеев

Обращается внимание на роль альфвеновского радиуса в физике магнитосфер объектов, обладающих собственным магнитным полем. Среди этих объектов – магнитосферы планет и экзопланет, магнитосферы звезд и компактных объектов, окруженных дисками, а также активных галактических ядер (в случае черных дыр, не имеющих собственного магнитного поля, его роль может играть магнитное поле, возникающее при взаимодействии с окружающим диском). Для планет с собственным магнитным полем концепция альфвеновского радиуса важна как в плане взаимодействия с солнечным/звездным ветром, так и для внутри-магнитосферных процессов. Для систем, включающих компактные объекты с дисками в присутствии магнитного поля, альфвеновский радиус связан с расстоянием до внутренней границы диска.

Ильфан Фяритович Бикмаев (Казанский федеральный университет)

Исследование оптических компонент массивных двойных рентгеновских систем

// Е.А. Николаева, И.Ф. Бикмаев, Н.А. Сахибуллин, Э.Н. Иртуганов, Р.Я. Жучков, С.С. Мельников, А.И. Галеев, В.В. Шиманский Казанский (Приволжский) федеральный университет, Академия наук Республики Татарстан

На 1.5-телескопе РТТ-150 продолжены спектральные исследования оптической компоненты массивной двойной рентгеновской системы IGR J17544-2619, состоящей из нейтронной звезды и О-сверхгиганта. По результатам новых оптических наблюдений уточнен орбитальный период системы $P = 4.92693 \pm 0.0003$ дня (из рентгеновских данных $P = 4.9278 \pm 0.0002$ дня, Drave et al., 2012, $P = 4.9272 \pm 0.0004$, Drave et al., 2014). Существенно уточнены орбитальные параметры $e = 0.28 \pm 0.07$, $K = 19 \pm 1$ км/с, γ -скорость = 10 ± 1 км/с, $\omega = 238 \pm 18^\circ$, вычислена функция масс $f(m) = 2.901 \times 10^{-3} M_\odot$, получено ограничение для угла наклона орбиты $i > 45^\circ$. Выполнено моделирование спектральных линии HeI/HeII 6678 Å с учетом не-ЛТР поправок. Подобное исследование проведено и для второй системы - IGR J21343+4738. Из-за того, что оптическая звезда в этой системе является Ве-звездой, в нашем исследовании были исследованы спектры периодов наблюдений, в которых вклад от экваториального диска Ве-звезды практически отсутствует.

Мусаби Мухарбиевич Болиев (ИЯИ РАН)

Поиск локальных источников нейтрино по данным БПСТ

// М.М. Болиев, А.В. Буткевич, В.И. Волченко, В.Б. Петков, А.Ф. Янин

В работе будут представлены результаты анализа 1500 нейтринных событий Баксанского подземного сцинтилляционного телескопа (БПСТ) за 27 лет живого времени работы. Предметом изучения является наличие локальных источников нейтрино и ограничения на поток от известных Галактических и внегалактических объектов. Для обоснования результатов будут представлены карты экспозиции по времени наблюдения в звездных и галактических координатах. Вместе с учетом угловой зависимости эффективной площади БПСТ этот параметр будет иметь определяющее значение для обоснования конечных результатов. Будут представлены ограничения на поток нейтрино из направлений известных астрофизических объектов.

Станислава Дмитриевна Булига (ГАО РАН)

Магнитные поля вблизи черных дыр звездных масс в тесных двойных системах // Пиотрович М.Ю., Гнедин Ю.Н., Булига С.Д., Нацвлишвили Т.М., Силантьев Н.А.

Сами черные дыры не имеют магнитных полей. Но магнитные поля могут генерироваться в аккреционных дисках вокруг черных дыр, а также в области вблизи радиуса горизонта событий черной дыры. В данной работе представлены результаты расчетов величин магнитных полей вблизи радиуса последней устойчивой орбиты в аккреционном диске, а также вблизи горизонта событий самой чёрной дыры, входящей в состав тесной двойной системы. Показано, как на основе будущих поляриметрических наблюдений черных дыр в рентгеновском диапазоне энергий можно решить проблему природы черных дыр, являющихся источниками рентгеновского излучения сверхвысокой светимости.

Евгений Олегович Васильев (НИИФ ЮФУ)

Дисперсия скоростей ионизованного газа и множественные вспышки сверхновых
// Васильев Е.О., Моисеев А.В., Шекинов Ю.А.

С помощью численных моделей рассмотрены течения газа, индуцированные множественными вспышками сверхновых в межзвездной среде галактик. Исследованы свойства горячего газа (объемный фактор заполнения, темп потери энергии), эволюция дисперсии скоростей газа (σ) и потока излучения в линии H-alpha (I). Проанализирована временная зависимость 'I-sigma' для нескольких значений частоты вспышек сверхновых и проведено сравнение наблюдательными данными 'I-sigma' в карликовых галактиках.

Евгений Олегович Васильев (НИИФ ЮФУ)

Поглощение в линии 21 см HI в эпоху реионизации и первичные магнитные поля // Васильев Е.О., Sethi Shiv

Изучено влияние первичных магнитных полей на поглощение в линии 21 см нейтрального водорода в эпоху реионизации. Известно, что присутствие магнитных полей может приводить к (а) нагреву газа в первичных гало и (б) увеличению числа первичных гало. Проанализированы оба этих эффекта и показано, что последний потенциально может быть наблюдаем, поскольку число гало на луче зрения возрастает на несколько порядков. Поскольку этот эффект слабо зависит от величины магнитного поля в диапазоне 0.3–0.6 нГ, он достаточно чувствителен к значению индекса энергетического спектра магнитного поля. Следовательно, обнаружение поглощения может стать тестом для первичных магнитных полей и их спектральных свойств. Обсуждается возможность детектирования такого поглощения на работающих и будущих радиоинтерферомерах.

Николай Николаевич Веденькин (ДАУРИЯ АЭРОСПЕЙС)

Сверх малая космическая платформа для проведения научных и технологических экспериментов.

// А. Позаненко, Н. Веденькин, П. Кудряшов, П. Минаев, А. Черненко, В. Выборнов, П. Розин, В. Верховых, И. Соболев, Н. Парцевский

Мы обсудим кластерный эксперимент для исследования наземных гамма всплесков (TGF). Для полного разворачивания данного кластера запустить в общей сложности шестнадцать спутников размерностью 6U (платформа МКА-N), с помощью грузового корабля “Прогресс” на орбиту около 350 км и наклоном 51,63. Каждый спутник будет оснащен одинаковым сцинтилляционным детектором для гамма-регистрации в диапазоне энергий 0,1 - 10 МэВ с временным фотоным подсчетом (точность 1 мкс). Миссия состоит из активных и пассивных фаз. В начальной активной фазе (до 2 лет) спутники будут сгруппированы в орбите со средним расстоянием между ними около 50 км. В этой фазе одно событие TGF может быть обнаружено с помощью нескольких датчиков, и с использованием различий в интенсивности обнаруженного сигнала и техники триангуляции можно сделать локализацию исходного местоположения TGF. Кроме того, в активной фазе будет представлен полный охват грозовых областей для многократной регистрации TGF. В последующем пассивной фазе каждый спутник обеспечивает обнаружение TGF различных районов Земли. В обеих фазах кластерный эксперимент сможет зарегистрировать космические гамма-всплески (GRB) и солнечных вспышек, а в пассивной фазе он может обеспечить обнаружение космических источников гамма-излучения. Запуск данных малых космических аппаратов возможен на этапе автономного полета “Прогресс”, до момента состыковывания с РС МКС. Транспортно-пусковые контейнеры размещены на внешней поверхности грузового корабля “Прогресс” отделение полезной нагрузки (сверх малых КА) возможно между первым и вторым импульсом двигателя 40-45 мин ,Орбита спутника будет примерно 300-350 км.

Александр Сергеевич Винокуров (САО РАН)

Спектральные распределения энергии ULXs: наблюдения и модель // Винокуров А. С., Атапин К. Е., Фабрика С. Н.

Мы представляем одновременные спектральные распределения энергии (SEDs) ультраярких рентгеновских источников HolmbergIX X-1, NGC5408 X-1 и NGC1313 X-1 в рентгеновском и оптическом диапазонах, полученные с помощью HST и Chandra. Мы моделируем спектры сверхкритических аккреционных дисков вокруг черных дыр звездных масс в рамках модели сверхкритической аккреции в широком диапазоне длин волн. Модельные SEDs находятся в хорошем согласии с наблюдаемыми распределениями энергии в спектрах ULXs. В рамках этой модели мы оцениваем массы черных дыр от 8 до 25 масс Солнца и начальные темпы аккреции от 60 до 200 эддингтоновских.

Алина Александровна Вольнова (ИКИ РАН)

Наблюдения оптических компонентов гамма-всплесков с помощью сети ISON

// А. Вольнова, А. Позаненко, Е. Мазаева, Л. Еленин, И. Молотов, В. Воропаев, Е. Литвиненко, В. Куприянов, А. Ерофеева, А. Маткин, А. Иванов, В. Иванов, Д. Варда, Е. Синяков, В. Невский, В. Линьков, Ю. Круглый, И. Слюсарев, Н. Тунгалаг, Р. Буянхишиг, Т. Байбарат, М. Минукулов, М. Гулямов, С. Абдуллоев, Р. Инасаридзе, С. Шмальц

Международная научная оптическая сеть ISON включает в себя большое число обсерваторий, оборудованных роботизированными телескопами с малыми апертурами. Изначально проект ISON разрабатывался для наблюдения за космическим мусором. С 2010 года сеть ISON также занимается наблюдениями оптических компонентов гамма-всплесков. В докладе представлены наиболее значимые последние результаты работы сети ISON по наблюдению гамма-всплесков, а также приведена статистика наблюдений с 2010 по 2014 гг. После почти четырёх лет сотрудничества можно с уверенностью заключить, что распределённая по земному шару сеть небольших автоматизированных телескопов является эффективным инструментом поиска и наблюдения оптических компонентов гамма-всплесков. В продолжение совместной работы по поиску и наблюдению гамма-всплесков совместно с сетью ISON планируется дальнейшая роботизация старых телескопов, конструирование новых, а также разработка автоматических широкоугольных камер для одновременного оптического мониторинга поля зрения гамма-телескопа GBM/Fermi. Одной из важных задач является разработка специализированного программного обеспечения, позволяющего находить и фотометрировать оптические послесвечения гамма-всплесков в режиме реального времени.

Владимир Сергеевич Воробьёв (ИКИ РАН)

Исследование качества атмосферы в Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН с помощью монитора дифференциальных дрожаний изображений (DIMM)

// В. С. Воробьёв, Г. А. Хорунжев, П. С. Медведев, М. В. Еселевич, Р. А. Буренин, А. Л. Яскович, В. Г. Корнилов, М.Н. Павлинский

В докладе представлены результаты измерений качества изображения ночного неба, выполненных в Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН в период с октября 2013 по декабрь 2014 г. Измерения проводились с помощью монитора дифференциальных дрожаний изображений звезд (DIMM), изготовленном совместно ИКИ РАН и ИСЗФ СО РАН. Полученные данные показывают, что медианное значение качества изображения составляет 1,83". Доля наблюдательного времени, в течение которого регистрировалось качество изображения лучше 1", составила около 10%.

Вадим Игоревич Выборнов (ИКИ РАН)

Космические гамма-всплески в эксперименте RHESSI

// Выборнов В.И., Позаненко А.С., Минаев М.Ю.

Космическая солнечная обсерватория RHESSI была запущена в 2002 г. и до сих пор успешно работает. Эта обсерватория предназначена для изучения жесткого рентгеновского и гамма-излучения солнечных вспышек. Основу аппарата составляют 9 детекторов из сверхчистого германия, способных регистрировать фотоны с энергиями от 3 кэВ до 17 МэВ. Помимо солнечных вспышек, RHESSI также регистрирует космические гамма-всплески (GRB) и гамма-всплески земного происхождения (TGF). В настоящее время не проводится регулярного анализа данных RHESSI на наличие гамма-всплесков. Мы представляем алгоритм поиска коротких гамма-всплесков в данных эксперимента RHESSI и первые результаты такого анализа. Поиск коротких гамма-всплесков и кандидатов в них поможет отождествить короткие гамма-всплески в других (не апертурных) экспериментах (GBM/Fermi, Konus-Wind, SPI-ACS/INTEGRAL).

Михаил Гарасёв (ИПФ РАН)

Влияние комптонизации излучения на формировании циклотронных линий в атмосферах нейтронных звёзд

// М.А. Гарасев, Е. В. Дерисhev, Вл. В. Кочаровский

Для верхних слоёв атмосфер нейтронных звёзд, в которых происходит формирование циклотронных линий в спектре, характерно сильное преобладание рассеяния над поглощением. В результате, прежде чем покинуть атмосферу, фотоны могут претерпевать многие тысячи комптоновских рассеяний. При этом, из-за сильного магнитного поля, в котором движение электронов носит фактически одномерный характер, классический способ учета комптонизации излучения в линии - приближение полного перераспределения - оказывается неприемлемым. Это связано в первую очередь с тем, что гирорезонансная линия в таких условиях имеет сильную угловую зависимость, что делает невозможным простое усреднение интенсивности по углу распространения. В настоящем докладе будет предложен новый подход к описанию переноса излучения в гирорезонансной линии позволяющий качественно правильно описывать как комптонизацию резонансных фотонов, так и учитывающий сложную форму циклотронной линии. Продемонстрированы результаты применения данного подхода к описанию некоторых модельных задач переноса излучения. При помощи предложенных приближенных уравнений переноса излучения в дальнейшем возможно построение самосогласованных моделей атмосфер нейтронных звёзд.

Олег Анзорович Гогличидзе (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Инерция магнитного поля и динамика вращения радиопульсаров // О. А. Гогличидзе, Д. П. Барсуков, А. И. Цыган

Несимметричность распределения инерции электромагнитного поля радиопульсаров относительно оси вращения приводит к появлению так называемого аномального электромагнитного момента сил, заставляющего нейтронные звёзды прецессировать. В нашей работе исследуется вклад в инерцию полоидальных и тороидальных магнитных полей различных масштабов. Показывается, что мелкомасштабные магнитные поля могут давать вклад, сравнимый с крупномасштабным дипольным полем. Также важную роль может играть внутреннее тороидальное магнитное поле. Если магнитное поле нейтронной звезды имеет сложную структуру, несимметричную относительно дипольного момента, её угол наклона может осциллировать с периодом прецессии и амплитудой в десятки градусов. Такие вариации угла наклона в принципе могут оказаться наблюдаемыми. Работа выполнена при частичной поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 13-02-00112) и Гранта Президента РФ по поддержке ВНШР (НИШ 294.2014.2).

Максим Вадимович Гузинин (МФТИ)

Определение параметров пульсара в Крабовидной туманности // Гузинин Максим Вадимович, Истомин Яков Николаевич

Мы рассмотрели радиоизлучение пульсара, которое происходит вдоль магнитных силовых линий ввиду релятивизма потока быстрых частиц. Выделили только те магнитные силовые линии, на которых могут образовываться гигантские импульсы, так как средний профиль пульсара в Крабовидной туманности сформирован именно такими импульсами. Нашли угол между магнитным моментом пульсара и осью его вращения, его производная по времени, отношение симметричного и антисимметричного токов, текущих по его поверхности.

Нина Валерьевна Гусинская (СПбГУ)

Релятивистские эффекты гравитации в орбитальном движении звезд S-кластера в Центре Галактики
// Гусинская Н.В.

S-кластер - это скопление звёзд в центральной угловой секунде около Sgr A*. Для этих звёзд мы посчитали пост-ньютоновские релятивистские эффекты гравитации. Характерная величина орбитальной скорости составляет 0.01 скорости света (достигая 0.2 с в периферии у звезды S-14), что

на порядок больше орбитальной скорости в двойных системах с пульсарами. Рассчитаны эффекты релятивистского смещения перицентра и прецессии орбит обусловленной быстрым вращением центрального объекта (эффект Лензе-Тирринга). А так же даётся оценка вековой эволюции орбит звёзд S-кластера вызванной гравитационным влиянием внешних звезд.

Александра Алексеевна Добрынина (ЯрГУ
им.П.Г.Демидова, Max Planck Institute for Physics)

*Радиационный распад кэВ-ных стерильных нейтрино в
сильно замагниченной плазме*

// А.А. Добрынина, Н.В. Михеев, Г.Г. Раффелт

В работе рассмотрен радиационный распад стерильного нейтрино, со значением массы порядка 10 кэВ, которое представляет интерес с точки зрения космологического приложения, в сильно замагниченной и чистой электронной плазме. Вероятность распада вычислена с учетом корректного закона дисперсии фотона в среде. Кинематически распад возможен лишь в случае, если эффективная масса фотона меньше массы стерильного нейтрино, что говорит о том, что могут быть получены ограничения на параметры плазмы. Значение вероятности распада в плазме больше, чем значение вероятности данного распада в вакууме поскольку фотон-нейтринное взаимодействие происходит за счет реальных электронов плазмы, а не виртуальных состояний. В чистой плазме значение вероятности распада в 10^5 раз превосходит вероятность распада в вакууме и зависит от концентрации электронов плазмы. В сильно замагниченной плазме значение вероятности распада не так сильно превосходит вероятность распада в вакууме так, как распад подавляется наличием сильного магнитного поля. Следует отметить, что в пределе сильно замагниченной вырожденной плазмы фотон-нейтринное взаимодействие определяется только электронами, занимающими основной уровень Ландау.

Данная работа выполнена в рамках программы "Михаил Ломоносов", проводимой Германской службы академических обменов (DAAD) и Министерством образования и науки Российской Федерации (проект №11.9164.2014) и при частичной финансовой поддержке Немецкого научно-исследовательского общества (DFG) грант No. EXC-153 (Ведущий инновационный центр "Происхождение и структура Вселенной") и Европейского сообщества грант No. PITN-GA-2011-289442 (FP7 Программа поддержки аспирантов и молодых ученых "Invisibles").

Вячеслав Иванович Докучаев (Институт ядерных исследований РАН)

Метод определения масс и спинов черных дыр по наблюдениям квазипериодических осцилляций
// В. И. Докучаев

Обсуждается новый метод определения масс и спинов черных дыр в ядрах галактик и в двойных звездных системах по наблюдениям квазипериодических осцилляций. Метод применим для черных дыр с относительно низкой светимостью, когда аккрецируемая плазма прозрачно вплоть до горизонта событий черной дыры. В качестве источников квазипериодических осцилляций предполагаются яркие пятна в аккреционном диске или горячие сгустки плазмы на неэкваториальных орбитах вблизи черной дыры. Регистрируемый сигнал от таких горячих сгустков должен содержать модуляции с двумя характерными частотами: частотой вращения горизонта событий черной дыры и частотой широтной осцилляции орбиты сгустка с радиусом минимальной устойчивой круговой орбиты. Эти частоты не зависят от аккреционной модели и определяются полностью свойствами гравитационного поля черной дыры. Применение метода двух характерных частот для интерпретации наблюдаемых квазипериодических осцилляций излучения сверхмассивной черной дыры в центре Галактики дает наиболее точные в настоящее время значения для массы и спина (параметра вращения Керра) черной дыры SgrA*: $M = (4.2 \pm 0.2)10^6 M_{\odot}$ и $a = 0.65 \pm 0.05$.

Василий Александрович Доммес (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Приближенный метод для изучения колебаний сверхтекучих гиперонных звезд // В.А.Доммес, М.Е.Гусаков

Данная работа посвящена колебаниям сверхтекучих нейтронных звезд с гиперонными ядрами (гиперонных звезд). Приближенный метод, представленный в работе [1] для *pre*-вещества, обобщен на случай гиперонного вещества. Данная схема позволяет значительно упростить расчет колебательных мод гиперонных звезд. Эффективность схемы продемонстрирована на примере расчета звуковых волн в гиперонном веществе для различных температур.

Работа частично поддержана РФФИ (гранты 11-02-00253-а и 12-02-31270-мол-а), Советом по грантам Президента Российской Федерации (гранты МК-857.2012.2 и НШ-4035.2012.2) и фондом "Династия".

Александр Егорович Дудоров (Челябинский госуниверситет)

Влияние эффекта Холла на остаточное магнитное поле аккреционных дисков.

// Дудоров А.Е., Хайбрахманов С.А. Челябинский государственный университет

Исследуются интенсивность и геометрия остаточного магнитного поля аккреционных дисков молодых звезд с учетом омической диффузии, магнитной амбиполярной диффузии и эффекта Холла. Эволюция вертикальных профилей компонент магнитного поля рассчитывается из нестационарного уравнения индукции. Плотность, температура и степень ионизации аккреционного диска рассчитываются с помощью авторской МГД модели [1], основанной на приближениях модели Шакуры и Сюняева. При расчете степени ионизации учитываются ударная и тепловая ионизация, лучистые рекомбинации и рекомбинации на пыли, а также испарение пыли. Ранее обнаружено, что диффузия магнитного поля препятствует генерации радиальной компоненты магнитного поля и как следствие, процессу генерации магнитно центробежных истечений из аккреционных дисков. Расчеты с учетом эффекта Холла показывают, что данный эффект способствует преобразованию азимутальной компоненты магнитного поля в полоидальную. Благодаря этому образование истечений из аккреционных дисков становится возможным даже в областях эффективной диффузии магнитного поля.

Работа частично поддержана грантом Российского фонда фундаментальных исследований (проект 14-02-31837_14).

[1] Dudorov, A.E., Khaibrakhmanov, S.A. Fossil magnetic field of accretion disks of young stars / ApSS. – 2014. – V.352. – Iss.1. – P.103-121.

Яна Валерьевна Жежер (МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, кафедра физики частиц и космологии)

Исследование распределения плотности горячего газа в гало Млечного Пути с помощью меры дисперсии пульсаров // Я.В. Жежер, Э.Я. Нугаев, Г.И. Рубцов, С.В. Троицкий

Известно, что экспериментально измеренная масса барионного вещества в галактиках значительно меньше предсказанной теоретически. Этот факт называют проблемой “недостающих барионов”. Одно из возможных решений данной проблемы состоит в том, что недостающая масса или некоторая ее часть содержится в гало горячего газа вокруг галактик. Недавние исследования обнаружили указание на большое количество ионизованного кислорода в гало Млечного пути. Ионизованный газ содержит свободные электроны, которые дают вклад в меру дисперсии пульсаров. В настоящей работе результаты измерения меры дисперсии пульсаров в шаровых скоплениях и пульсаров с параллаксами в Млечном пути, пульсаров в Большом и Малом Магеллановых облаках использованы для

проверки гипотезы массивного сферического гало, состоящего из ионизированного кислорода. Для плотности массы гало как функции расстояния до центра использовались модели Маллера и Буллока (Maller & Bullock), Наварро, Френка и Уайта (Navarro, Frenk & White) и результаты численного моделирования (Feldmann, 2012). Показано, что данные по мерам дисперсии пульсаров исключают гало с распределением Наварро, Френка и Уайта NFW, но не противоречат двум другим, более реалистичным моделям гало.

Александр Федорович Захаров (ИТЭФ)

Галактический Центр как уникальная лаборатория для обнаружения проявлений новой физики // А.Ф. Захаров

Имеется не слишком много примеров когда имеется возможность проверить предсказания общей теории относительности в сильном гравитационном поле. Для этих целей черная дыра в Галактическом центре представляет собой один из наиболее интересных случаев, поскольку это ближайшая сверхмассивная черная дыра. Гравитационное линзирование — эффект основанный на том, что лучи света искривляются в гравитационном поле (изотропные геодезические не являются прямыми в гравитационном поле и в слабом поле можно использовать пертурбативное приближение, что является неприемлемым для случая сильного гравитационного поля). Имеется две основные наблюдательные методики исследования гравитационного потенциала в Галактическом Центре: а именно, а) мониторинг орбит ярких звезд в окрестности черной дыры, б) измерение размера и формы тени вокруг черной дыры, что представляет собой альтернативную возможность оценить параметры черной дыры используя РСДБ в мм-диапазоне. В настоящее время можно использовать пертурбативный подход с учетом малых релятивистских поправок для анализа орбит ярких звезд (тем не менее, в недалеком будущем такое приближение не будет достаточно точным в силу гигантского прогресса наблюдательной техники), в то время как анализ структуры изображений, полученных с помощью РСДБ, требует учета сильного гравитационного поля. Мы обсуждаем результаты наблюдений, их возможную интерпретацию, рассогласования между теорией и наблюдениями и возможные указания на новую физику, следующую из рассогласования теории и наблюдений.

Дмитрий Александрович Зюзин (Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе)

Пульсарная туманность J1400-6325 в радио и рентгеновском диапазонах // Зюзин Д.А. (1), Даниленко А.А. (1), Шибанов Ю.А. (1,2), Кириченко А.Ю. (1,2), Воронков М.А. (3) (1) ФТИ им. А.Ф. Иоффе, (2) СПбПУ, (3) CASS, Австралия

Представлен анализ рентгеновских и радио наблюдений пульсарной туманности вокруг молодого, с возрастом примерно 1 тыс. лет, пульсара PSR J1400-6325.

Эти наблюдения выявляют наличие как минимум двух изломов в спектре туманности между сантиметровым и рентгеновским диапазонами. Также, сравнение рентгеновских изображений, полученных в 2008 и 2010 годах, демонстрирует переменность туманности в этом диапазоне. Обнаружена компактная структура,двигающаяся от пульсара со скоростью примерно равной $1/3$ скорости света. По результатам анализа наблюдений делаются выводы о спектре излучающих частиц и структуре туманности. Обнаруженные свойства делают этот объект, наряду с Крабовидной туманностью и туманностью Вела, уникальной лабораторией для изучения переменности и эволюции молодых пульсарных туманностей.

Андрей Николаевич Казанцев (Физический Институт им. П.Н. Лебедева РАН, ПРАО АКЦ ФИАН.)

Результаты поиска и мониторинга пульсаров с гигантскими импульсами на частоте 111 МГц.

// Казанцев А.Н., Потапов В.А.

Генерация Гигантских Импульсов (ГИ) – явление, характерное всего для нескольких пульсаров. Аномально мощные (от сотен килоджоульских до мегаджоульских на частоте 600 МГц) и короткие (несколько наносекунд) ГИ, превосходящие интенсивность средних импульсов в тысячи раз, регулярно регистрируются у двух пульсаров: пульсара в Крабовидной туманности и миллисекундного пульсара В1937+21. Наряду с этими пульсарами, генерирующими “классические” ГИ, в наблюдениях на низких радиочастотах был обнаружен подкласс пульсаров, генерирующих ГИ, превосходящие средние в десятки и сотни раз и обладающие сравнимой с ними длительностью. Статистика распределения таких импульсов по интенсивности характерна для пульсаров с “классическими” ГИ. Нами был проведен мониторинг группы таких пульсаров на радиотелескопе БСА на частоте 111 МГц и поиск новых пульсаров с ГИ в выборке близких секундных пульсаров. Нами была подтверждена регулярная генерация ранее обнаруженных ГИ у пульсаров (В0950+08 и В1112+50) и не подтверждена генерация ГИ у пульсаров (В0031-07 и В0656+14), были открыты ГИ у секундного пульсара В1237+25, обнаружен пульсар с аномально интенсивными индивидуальными импульсами (В0809+74). Генерация схожих импульсов ранее наблюдалось на частотах 18–30 МГц, но не отмечалось на высоких частотах (выше 400 МГц). Распределение по энергии индивидуальных импульсов и гистограмма амплитуды последних относительно среднего профиля, построенные для выделившихся пульсаров имеют вид, характерный для ГИ.

Дмитрий Иванович Карасев (ИКИ РАН)

*IGR J17453-2854 - симбиотическая двойная система.
Перспективы исследования подобных объектов в
центральных областях Галактики.*
// Карасев Д.И., Лутовинов А.А.

Настоящая работа посвящена определению природы рентгеновского источника IGR J17453-2854, локализованного в направлении балджа Галактики.

На основании данных рентгеновской обсерватории *Chandra*, а также инфракрасного обзора балджа VVV (*VISTA/ESO*), мы показали, что вероятнее всего данный источник относится к классу достаточно редких объектов - симбиотических двойных систем, т.е. маломассивных систем с красным гигантом.

Важно отметить, что все оценки были получены с использованием уточненных значений величин поглощения, закона поглощения и расстояния до галактического балджа (были получены нами ранее).

Таким образом, на примере IGR J17453-2854 мы предлагаем методику поиска и исследования подобных систем в балдже Галактики.

Анна Викторовна Карпова (ФТИ им. А. Ф. Иоффе /
СПбГПУ)

*Тепловое излучение пульсара среднего возраста
J1741-2054* // А.Карпова, А.Даниленко, Ю.Шибанов, П.Штернин, Д.Зюзин

В работе представлен спектральный анализ рентгеновского излучения пульсара J1741–2054. Использовались архивные данные обсерватории *Chandra* 2010 и 2013 гг. Было подтверждено наличие в спектре пульсара тепловой компоненты, о чем ранее сообщалось в статье Романи и др. (2010). Тепловая компонента наилучшим образом описывается моделью чернотельного излучения с температурой ≈ 60 эВ и радиусом излучающей области $\approx 17 D_{\text{крс}}$ км. Если тепловое излучение идет со всей поверхности нейтронной звезды, то расстояние до пульсара составляет ≈ 0.8 кпк. Это также подтверждается значением колонковой плотности атомарного водорода на луче зрения, полученном из аппроксимации спектра. По характеристическому возрасту и температуре поверхности J1741–2054 похож на хорошо изученный пульсар B1055–52. Оба пульсара горячее, чем предсказывает сценарий стандартного остывания.

Сергей Ортабаевич Кийков (Южно-Уральский
государственный университет (национальный
исследовательский университет))

*Образование двухпоточковых струй из аккрецирующих
нейтронных звезд // Кийков С. О.*

Изучается явление образования струй с двухпоточковой структурой из аккрецирующих нейтронных звезд. Двухпоточковая струя состоит из быстрого внутреннего потока электронно-позитронной плазмы и внешнего медленного потока электронно-протонной плазмы. Источником выброса внутренней струи является нейтронная звезда и внутренняя часть ее аккреционного диска, а запуск внешней струи происходит из остальных областей аккреционного диска. Предполагается, что запуск внешней медленной струи обусловлен механизмом Блэндфорда-Пейна. В качестве механизма запуска внутренней быстрой струи рассматривается магнитокавитационный механизм, в результате которого происходит быстрая перестройка конфигураций магнитного поля магнитосферы нейтронной звезды, в частности, кратковременный коллапс магнитосферы. Причинами перестройки магнитного поля могут быть звездотрясения, резонансное взаимодействие магнитосферы с аккрецируемой плазмой и действие ударных волн из аккреционного диска нейтронной звезды. Быстрое изменение магнитных конфигураций приводит к пересоединению силовых линий магнитного поля и выделению магнитной энергии, которая преобразуется в кинетическую энергию внутренней струи и энергию гамма-всплеска. Полученные оценки параметров струи согласуются с данными наблюдений.

Сергей Ортабаевич Кийков (Южно-Уральский
государственный университет (национальный
исследовательский университет))

*Взаимодействие двухпоточковых струй из аккрецирующих
нейтронных звезд с межзвездной плазмой // Кийков С. О.*

Исследуется процесс взаимодействия струйных выбросов из аккрецирующих нейтронных звезд с окружающей межзвездной плазмой. Предполагается, что струи имеют двухпоточковую структуру из внутреннего быстрого и внешнего медленного потоков. Внутренний поток представляет собой электронно-позитронную плазму, выбрасываемую из нейтронной звезды и самой внутренней части ее аккреционного диска вдоль открытых силовых линий магнитного поля звезды и диска. Внешний поток состоит из электронов и протонов и запускается со всех остальных областей аккреционного диска вдоль открытых силовых линий магнитного поля диска. Выполнены оценки параметров течения плазмы в области взаимодействия струй с межзвездной средой.

Виталий Юрьевич Ким (ГАО РАН)

Происхождение изолированного пульсара 1E161348-5055 со сверхдолгим периодом $P = 6.7$ часа.

// В.Ю. Ким, Н.Г. Бескровная, Н.Р. Ихсанов, Л.А. Пустильник

Предложен сценарий образования изолированного рентгеновского пульсара 1E161348-5055, обладающего сверхдолгим периодом 6.7 часа. Показано, что этот пульсар может являться потомком массивной рентгеновской двойной системы, которая распалась около 2000 лет назад после вспышки сверхновой, обусловленной коллапсом ядра массивного компонента. Рентгеновское излучение этого объекта в нынешнюю эпоху генерируется вследствие аккреции вещества на старую (порядка 10 млн. лет) нейтронную звезду из остаточного магнитосферного диска. Туманность RCW 103, в которую погружен этот пульсар, является остатком вспышки сверхновой, сформированным взрывом его массивного компаньона на заключительной фазе эволюции массивной двойной системы.

1. Ikhsanov, N.R., Kim, V.Y., Beskrovnaya, N.G., and Pustil'nik, L.A. "A new look at the origin of the 6.67 hr period X-ray pulsar 1E 161348-5055", *Astrophysics and Space Science*, 346, 105 (2013) [arXiv:1212.0375v2]

2. Н.Р. Ихсанов, В.Ю. Ким, Н.Г. Бескровная "Сценарий формирования изолированных рентгеновских пульсаров с аномально долгими периодами", *Астрономический журнал*, том 92, в печати (2015) [arXiv:1408.2397v1]

Вячеслав Витальевич Клименко (СПбГПУ)

HD/H₂ молекулярные облака на больших красных смещениях

// Клименко В.В., Иванчик А.В., Балашев С.А., Варшалович Д.А.

Абсорбционные системы в спектрах квазаров с большими красными смещениями позволяют исследовать межзвездную среду в галактиках, существовавших на ранних этапах эволюции Вселенной, где физические условия могут значительно отличаться от условий, измеряемых в облаках нашей Галактики. Молекулярные абсорбционные системы позволяют исследовать наиболее плотную и холодную фазу нейтральной межзвездной среды.

В работе представлен новый анализ абсорбционной системы H₂ с красным смещением $z_{\text{abs}} = 2.059$ в спектре квазара QSO J2123-005, полученном на телескопе VLT. Ранее эта система уже обрабатывалась (Тумлинсон и др. 2010) в спектре квазара, полученном на телескопе КЕСК. И в отличие от измерений в других HD/H₂ облаках с большими красными смещениями, отношение $N(\text{HD})/2N(\text{H}_2)$ в этом облаке оказалось в два раза выше распространенности первичного дейтерия (D/H_{Pr}). Мы обнаружили, что лучевая концентрация H₂ в этой системе недооценена более чем в три раза. С учетом нового значения $N(\text{H}_2)$, отношение

$N(\text{HD})/2N(\text{H}_2) = (3.02 \pm 0.35) \times 10^{-5}$. Эта величина в пределах ошибок совпадает с оценкой распространенности первичного дейтерия и находится в согласии с измерениями $N(\text{HD})/2N(\text{H}_2)$ в других молекулярных облаках с большими красными смещениями. С учетом нашей оценки для H_2 системы в спектре QSO J2123–005 отношение $N(\text{HD})/2N(\text{H}_2)$ во всех молекулярных облаках с большими красными смещениями не превышает распространенности атомарного дейтерия.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект 14-12-00955.

Андрей Андреевич Кожберов (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Кулоновские кристаллические смеси в ядрах белых карликов и оболочках нейтронных звезд.

// Кожберов Андрей Андреевич и Байко Денис Алексеевич

Считается, что в широком диапазоне плотностей и температур ядра белых карликов и оболочки нейтронных звезд состоят из однородного нейтрализующего фона вырожденных электронов и смеси полностью ионизованных атомов различных масс и зарядов, упорядоченных в кристаллическую решетку. В данной работе, используя теорию возмущений, мы рассматриваем физические свойства подобных неупорядоченных многокомпонентных кулоновских кристаллов. Обсуждаются границы применимости теории возмущений для расчета термодинамических свойств данных систем и влияние примесей на тепловую эволюцию звезд.

Владимир Николаевич Кондратьев (Киевский
Национальный университет имени Тараса Шевченко)

Взрывной нуклеосинтез в сильно намагниченной плазме звезд // В.Н. Кондратьев

Магнитное изменение пика железа проанализировано в условиях ядерного статистического равновесия. Показано, что влияние намагниченности на структуру атомных ядер для нуклидов группы железа сдвигает максимум выхода продуктов синтеза в область меньших массовых чисел, что приводит, например, к заметному увеличению отношения распространенностей пары нуклидов $[^{44}\text{Ti}/^{56}\text{Ni}]$. Результаты наблюдений согласуются с таким магнитным усилением выхода более легких ядер при напряженности поля 10 ТераТесла.

Виктор Моисеевич Конторович (Радиоастрономический институт НАН Украины)

Тороидальное вихревое поле как возможная причина узкого спектра масс нейтронных звёзд // В.М.Конторович

Тороидальное вихревое поле как возможная причина узкого спектра масс нейтронных звёзд

В.М.Конторович

Дифференциальное вращение, которое на звёздах с конвективной зоной приводит к возникновению тороидального магнитного поля, удобно описывать тороидальным потоком, который из-за влияния восходяще-нисходящих конвективных струй превращается в тороидальный вихрь. Наличие дополнительного интеграла движения — циркуляции скорости в вихре — существенно сказывается на условиях равновесия в собственном гравитационном поле звезды. А именно, в случае вырожденного нейтронного*) вещества появляется устойчивая ветвь, ограниченная со стороны больших масс условием Ландау-Чандрасекара (Волкова-Оппенгеймера), а снизу — минимальной массой нейтронной звезды динамического происхождения. При подходящих параметрах нейтронной звезды и вихря этот интервал устойчивых масс (порядка массы Солнца) соответствует наблюдательным данным (см. А.М. Черепашук, УФН 184 387 2014; 172 959 2002). Т.о. появляется возможность физического объяснения узости спектра масс нейтронных звезд.

*) В вырожденном электронном газе этот эффект отсутствует, и поэтому у белых карликов более широкий спектр масс. Причина — в различном поведении скорости звука с ростом плотности, которое определяется тем, что в нейтронном случае (в отличие от электронного) вблизи от критической массы всё вещество является релятивистским, а в электронном основная масса вещества, дающая вклад в скорость звука, остаётся нерелятивистской.

Кирилл Вячеславович Лежнин (МФТИ)

К полуаналитической двутельной регуляризации в задаче N тел // Чернягин Сергей Александрович, Лежнин Кирилл Вячеславович

Расчет динамики шаровых звездных скоплений требует высокоточного моделирования процессов образования и эволюции кратных систем ввиду их непосредственного влияния на эволюцию скопления на завершающих ее стадиях. Именно за счет трехтельных процессов рассеяния с участием тесных пар происходят гравитермальный коллапс скоплений и гравитермальные осцилляции ядра скопления. Метод преодоления вычислительных трудностей, связанных с моделированием близких прохождений и образованием тесных пар, рассматривается в данной работе. В рассмотренном подходе к решению гравитационной задачи N тел для столкновительных систем использовался метод прямого решения системы дифференциальных уравнений методом Эрмита вкупе с двухслойной

схемой Амада-Коэна. Для регуляризации близких прохождений часто используют т.н. KS-регуляризацию, устраняющую особенность в уравнениях движения. Авторами предлагается иной метод для обработки близких прохождений – метод конических сечений. Главным превосходством рассматриваемого подхода над KS-регуляризацией можно считать тот факт, что шаг интегрирования двойной системы при устремлении возмущения к нулю стремится к бесконечности, чего нет при использовании KS-регуляризации. В данной работе особое внимание уделяется проблеме точности интегрирования. Проведены численные эксперименты, подтверждающие эффективность авторского метода регуляризации для реализации в рамках столкновительного кода. Предложен метод выбора шага интегрирования без использования третьей производной ускорения по времени. Получены аналитические выражения для выбора шага в KS-регуляризации и методе конических сечений. Приведен вывод эквивалентности критерия использования регуляризации критерию применимости теории возмущений.

Кирилл Вячеславович Лежнин (МФТИ)

К сферически-симметричной турбулентной аккреции

// Бескин Василий Семенович Лежнин Кирилл Вячеславович

Активность множества астрофизических источников непосредственно связана с процессом аккреции. По этой причине, аккреция на компактные объекты (нейтронные звезды или черные дыры) является классической задачей современной астрофизики. Подчеркнем, что в последнее время исследования в данной области сдвинулись в сторону численного МГД-моделирования, в рамках которого стало возможным учесть эффекты турбулентности, связанные с магнитным пересоединением, магниторотационной неустойчивостью и т.д. В то же время, многие важные свойства турбулентной аккреции по-прежнему могут быть поняты на основе простых аналитических моделей. В данной работе, на базе простых аналитических моделей, мы демонстрируем, как турбулентность влияет на структуру сферически-симметричной аккреции. Показано, что в случае вихревой турбулентности представленной уединенным осесимметричным вихрем, нельзя моделировать эффекты турбулентности введением эффективного давления, как это ошибочно делают в ряде работ. Показано, что вихревую структуру аккрецирующего течения возможно описать при помощи введения эффективного гравитационного потенциала. Предложены две “игрушечные модели”, демонстрирующие влияние турбулентности на сферически-симметричное течение. В частности, показано, что звуковая поверхность смещается в сторону гравитирующего источника из-за эффективного уменьшения гравитационного потенциала, что находится в согласии с результатом работы Бхаттачарджи и Рэй (2005).

Михаил Михайлович Лисаков (Астрокосмический центр
физического института им. П.Н.Лебедева)

*Многочастотные наблюдения блазаров 3C273 и 3C279
после детектирования в них мощных гамма вспышек*
// М.М. Лисаков, Ю.Ю. Ковалев

В работе представлены результаты многочастотных (5-43 ГГц) РСДБ наблюдений блазаров 3C273 и 3C279 после детектирования в них мощных гамма-вспышек. В 3C273 нам удалось однозначно отождествить вспышку в гамма-диапазоне со вспышкой в РСБД ядре на частоте 43 ГГц и с появлением новой компоненты в струе. Анализ кривых блеска и кинематики новой компоненты позволяет установить, что область генерации гамма-излучения находится на 3.6-5.3 пк ближе к физическому основанию релятивистской струи, чем РСДБ-ядро на частоте 43 ГГц. Для 3C279 подобный анализ не позволяет провести однозначное сопоставление событий в гамма-диапазоне и в радио из-за большого количества вспышек в рассматриваемый период времени. На основе наших многочастотных наблюдений мы провели анализ смещения видимого начала релятивистской струи для обоих блазаров и оценили расстояние от РСДБ ядра на частоте 43 ГГц до физического основания струи, которое изменяется в пределах 1-6 пк для 3C273 и 1-3 пк для 3C279, в зависимости от эпохи наблюдений. Таким образом для 3C273 область генерации гамма-излучения и физическое начало релятивистской струи находятся примерно на одном расстоянии выше по струе от РСДБ ядра на частоте 43 ГГц. Таким образом гамма-излучение в 3C273 генерируется вблизи физического начала релятивистской струи.

Владимир Михайлович Лозников (ИКИ РАН)

Серфотронный ускоритель в ММО
// В.М. Лозников, Н.С. Ерохин, Н.Н. Зольникова, Л.А. Михайловская

Для описания особенностей спектра космических лучей (КЛ) протонов (p) (в диапазоне $30\text{-}10^6$ ГэВ) предлагается трехкомпонентная феноменологическая модель. Первая компонента соответствует постоянному степенному фону, вторая — переменному “мягкому” (<1 ТэВ) источнику на периферии гелиосферы, третья — переменному “жесткому” (<1 ПэВ) источнику внутри местного пузыря (LB) вблизи границы местного межзвездного облака (ММО). За существование и переменность обоих источников отвечают соответствующие “серфотронные ускорители”. Размеры каждого источника определяют величину максимальной энергии КЛ, до которой могут быть ускорены КЛ в этих источниках.

Елена Дмитриевна Мазаева (ИКИ)

Кривая блеска GRB 030329 в оптическом диапазоне.

Новые данные для яркого гамма-всплеска.

// Е. Мазаева (ИКИ), А. Позаненко (ИКИ), В. Румянцев (КрАО), Е. Павленко, А. Вольнова (ИКИ), О. Бурхонов (АИ им.Улугбека), С. Жариков (UNAM)

Несмотря на то, что гамма-всплеск GRB 030329 был зарегистрирован более 10 лет назад, он до сих пор является самым ярким на 1,5 часов после регистрации в гамма-диапазоне (-12 зв. вел.) и имеет наиболее плотный ряд фотометрических данных. В работе представлены новые, ранее не опубликованные оптические данные, полученные обсерваториями КрАО, Майданак, SPM и дополняющие уже известные фотометрические ряды. Построены подробные многоцветные кривые блеска. Также исследуется возможная природа поярчаний и других неоднородностей в кривой блеска.

Игорь Фёдорович Малов (Пушинская
радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН)

*Сравнение параметров радиотихих и радиогромких
гамма-пульсаров* // И.Ф.Малов, М.А.Тимиркеева

Проведено сравнение периодов, их производных, магнитных полей на поверхности и вблизи светового цилиндра, а также скоростей потери энергии вращения для двух групп пульсаров, обнаруженных в гамма-диапазоне. Для первой группы зарегистрировано радиоизлучение, для второй - радиоизлучение не обнаружено. Показано, что средние значения указанных параметров близки друг к другу, но их распределения отличаются. Так, у объектов с измеренным радиопотоком, индукция магнитного поля на световом цилиндре B_{lc} распределена по закону, близкому к гауссову, в то время как у радиотихих гамма-пульсаров распределение почти равномерное. При этом первая группа обладает, как правило, более высокими значениями B_{lc} . Найдена корреляция между светимостью пульсара в гамма-диапазоне и B_{lc} , что свидетельствует о генерации излучения в этой области вблизи светового цилиндра, и это излучение обусловлено по-видимому синхротронным механизмом.

Илья Александрович Мереминский (ИКИ РАН)

Обзор неба телескопом JEM-X

// Мереминский И.А., Гребенев С.А. ИКИ РАН

По данным телескопа JEM-X обсерватории *INTEGRAL* за 2003 - 2013 годы проведен обзор неба в двух диапазонах - 5–10 и 10–25 кэВ. Обзор покрыл 95% небесной сферы, зарегистрирован 251 источник. Построены функции светимости галактических рентгеновских двойных систем - массивных и маломассивных.

Павел Юрьевич Минаев (ИКИ РАН)

*Предвсплески коротких гамма-всплесков,
зарегистрированных в экспериментах SPI и SPI-ACS
INTEGRAL* // П.Ю. Минаев (ИКИ РАН), А.С. Позанен-
ко (ИКИ РАН), В.М. Лозников (ИКИ РАН)

В работе проведен анализ кривых блеска 204 коротких гамма-всплесков, зарегистрированных в эксперименте SPI-ACS INTEGRAL до сентября 2011 г., и 5 коротких гамма-всплесков, зарегистрированных в эксперименте SPI INTEGRAL до сентября 2009 г. с целью поиска возможной активности источника гамма-всплеска (предвсплеска) до начала основного эпизода. В работе проанализированы как кривые блеска индивидуальных событий, так и суммарная кривая блеска всех коротких всплесков. В статистическом анализе не выявлено регулярного предвсплеска, в то же время в суммарной кривой блеска присутствует значимое продленное излучение, которое ранее было обнаружено на меньшей выборке коротких всплесков эксперимента SPI-ACS (Минаев и др., 2010). В единичных случаях найдены кандидаты в предвсплески. Вычислена значимость таких событий, приведены оценки на отношение интенсивности возможного предвсплеска к интенсивности основного эпизода. Обсуждается применимость полученных результатов к физическим моделям коротких гамма-всплесков.

Марат Габдуллович Мингалиев (САО РАН)

*Мгновенные радиоспектры и радиосвойства блазаров по
исследованиям на РАТАН-600*
// Мингалиев М., Муфахаров Т., Сотникова Ю., Удовицкий Р.

По многолетним многочастотным исследованиям на РАТАН-600 создан каталог блазаров blcat [1]. Организован онлайн-доступ, возможна интерактивная работа с данными (<http://www.sao.ru/blcat>). В настоящее время каталог содержит данные — мгновенные спектры и плотности потоков — более, чем для 300 блазаров на 6 частотах (1.1, 2.3, 4.8, 7.7, 11.2 и 21.7 ГГц); список объектов так и наблюдательный материал по отдельным источникам постоянно обновляются. Использование (квази)одновременных многочастотных наблюдений является одним из наиболее эффективных методов исследования активных ядер галактик. Используя каталог blcat и литературные данные из других диапазонов (от радио до гамма) мы провели поиск корреляций разных проявлений излучения блазаров [2]. Полученные результаты и их обсуждение будут представлены в докладе.

Евгений Александрович Михайлов (МГУ)

Уравнения со случайными коэффициентами в теории галактического динамо // Е.А.Михайлов

Эволюция магнитных полей галактик описывается теорией динамо. Поведение поля характеризуется динамо-числом $D = \left(3\frac{h\Omega}{v}\right)^2$, где h – полутолщина галактического диска, Ω – угловая скорость вращения галактики, v – скорость турбулентных движений. Динамо-механизм имеет пороговый характер: если $D > D_{cr} \approx 7$, то магнитное поле растет, в противном случае возможны лишь затухающие решения. Как правило, в уравнениях рассматриваются усредненные по всему диску значения кинематических параметров. Это хорошо описывает эволюцию поля в объектах, где нет активного звездообразования, взрывов сверхновых и других процессов, влияющих на характер турбулентных движений и соотношение между различными фазами МЗС. В случае, если нас интересуют галактики, где имеют место такие процессы, по крайней мере скорости турбулентных движений могут сильно отличаться в различных частях диска. Одним из способов описания магнитного поля в таких галактиках является рассмотрение модели динамо со случайными значениями коэффициентов, которые могут принимать одно из двух возможных значений: одно соответствует межзвездному газу, состоящей преимущественно из атомарного водорода, второе – из ионизованного. Вероятность p того, что параметры будут принимать значения, соответствующие III, определяется интенсивностью процессов, меняющих характер турбулентных движений. Получены как численные значения скорости роста магнитного поля для различных значений данной вероятности, так и асимптотические оценки. Показано, что при больших p крупномасштабное поле может лишь затухать.

Александр Геннадьевич Михайлов (ГАО РАН)

Ограничения на величины спинов сверхмассивных черных дыр в активных ядрах галактик.

// Михайлов А. Г., Гнедин Ю. Н. (ГАО РАН)

Проведено сравнение ограничений на величины спинов сверхмассивных черных дыр в активных ядрах галактик, полученных разными авторами с использованием метода рентгеновской отражательной спектроскопии, а также вычисленных нами в рамках двух гибридных моделей генерации релятивистских джетов: модели Мейера и модели тандема процессов Блендфорда-Знаека и Блендфорда-Пейна. Показано, что с ограничениями, полученными методом рентгеновской отражательной спектроскопии лучше согласуются ограничения на величины спинов, полученные в рамках модели тандема. Этот результат может свидетельствовать о примерном равенстве между магнитным и радиационным давлениями в аккреционном диске в области последней устойчивой орбиты вокруг центральной черной дыры.

Дмитрий Исидорович Нагирнер (СПбГУ)

Синхротронное излучение умеренно релятивистских электронов // Д.И.Нагирнер

Показано, что исходя из простых релятивистских соображений, формулу Шотта, определяющую излучение одиночного электрона, вращающегося по окружности в плоскости, перпендикулярной магнитному полю, в линии с закрепленным номером, можно обобщить на случай электрона, движущегося по спирали. На значения энергии электрона никаких ограничений при этом не накладывается. Находится излучательная способность электрона в заданном направлении в фиксированной линии и во всех линиях, дающих вклад в определенную частоту. Затем та же величина находится для ансамбля электронов с фиксированной энергией и при осесимметричной функции их распределения. Случаи полного излучения (во всех направлениях) и изотропного распределения электронов рассмотрены особо. Производится сравнение результатов с традиционной теорией синхротронного излучения. Показано, что при высоких энергиях формулы переходят в известные для таких энергий. Предлагается процедура расчета спектра излучения при произвольной функции распределения электронов по энергиям. Аналогичные формулы выводятся для параметров Стокса поляризованного излучения и находится матрица коэффициентов поглощения. На основании этого формулируются кинетические уравнения, описывающие многократное действие механизма с учетом поляризации и вынужденного излучения. Составлены компьютерные программы для расчета всех этих величин. Результаты могут быть использованы при интерпретации спектров джетов активных ядер галактик.

Тинатин Михайловна Нацвлишвили (ГАО РАН)

Магнитные поля вблизи черных дыр звездных масс в тесных двойных системах // Пиотрович М.Ю., Гнедин Ю.Н., Булига С.Д., Нацвлишвили Т.М., Силантьев Н.А.

Сами черные дыры не имеют магнитных полей. Но магнитные поля могут генерироваться в аккреционных дисках вокруг черных дыр, а также в области вблизи радиуса горизонта событий черной дыры. В данной работе представлены результаты расчетов величин магнитных полей вблизи радиуса последней устойчивой орбиты в аккреционном диске, а также вблизи горизонта событий самой чёрной дыры, входящей в состав тесной двойной системы. Показано, как на основе будущих поляриметрических наблюдений черных дыр в рентгеновском диапазоне энергий можно решить проблему природы черных дыр, являющихся источниками рентгеновского излучения сверхвысокой светимости.

Александр Владимирович Нестеренок (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Накачка мазеров H_2O : Эффект квазирезонансной передачи энергии в столкновениях между молекулами H_2 и H_2O // Нестерёнок А.В., Варшалович Д.А.

Исследуется эффект квазирезонансной передачи энергии в столкновениях между молекулами H_2 и H_2O в источниках мазерного излучения H_2O . В расчетах используются новые данные по скоростям столкновительных переходов, которые учитывают изменение состояний обеих молекул H_2O и H_2 . Приведены результаты расчетов инверсии населенностей уровней орто- H_2O для переходов 22.2, 380, 439 и 621 ГГц. Показано, что инверсия населенностей уровней орто- H_2O существенно зависит от распределения населенностей вращательных уровней молекулы пара- H_2 $J = 0$ и $J = 2$. Рассматривается возможность квазирезонансной передачи энергии в столкновениях между молекулами H_2O и молекулами H_2 , находящимися на высоковозбужденных колебательно-вращательных уровнях. Эффект квазирезонансной передачи энергии может играть роль в накачке мазеров H_2O в центральных областях активных галактических ядер, а также в областях звездообразования.

Евгения Александровна Николаева (КФУ)

Исследование оптических компонент массивных двойных рентгеновских систем IGR J17544-2619 и IGR J21343+4738

// Е.А.Николаева, И.Ф. Бикмаев, Н.А. Сахибуллин, Э.Н. Иртуганов, Р.Я. Жучков, С.С. Мельников, А.И. Галеев, В.В. Шиманский Казанский (Приволжский) федеральный университет, Академия наук Республики Татарстан

На 1.5-телескопе РТТ-150 продолжены спектральные исследования оптической компоненты массивной двойной рентгеновской системы IGR J17544-2619, состоящей из нейтронной звезды и О-сверхгиганта. По результатам новых оптических наблюдений уточнен орбитальный период системы $P = 4.92693 \pm 0.0003$ дня (из рентгеновских данных $P = 4.9278 \pm 0.0002$ дня, Drave et al., 2012, $P = 4.9272 \pm 0.0004$, Drave et al., 2014). Существенно уточнены орбитальные параметры $e = 0.28 \pm 0.07$, $K = 19 \pm 1$ км/с, γ -скорость $= 10 \pm 1$ км/с, $\omega = 238 \pm 18^\circ$, вычислена функция масс $f(m) = 2.901 \times 10^{-3} M_\odot$, получено ограничение для угла наклона орбиты $i > 45^\circ$. Выполнено моделирование спектральных линии HeI/HeII 6678 Å с учетом не-ЛТР поправок. Подобное исследование проведено и для второй системы - IGR J21343+4738. Из-за того, что оптическая звезда в этой системе является Ве-звездой, в нашем исследовании были исследованы спектры периодов наблюдений, в которых вклад от экваториального диска Ве-звезды практически отсутствует.

Виктор Львович Окнянский (ГАИШ МГУ)

О возможности измерения светимости АГЯ по запаздыванию ИК переменности относительно оптической // В.Л.Окнянский

Возможность измерения космологических констант на основе запаздывания ближней ИК относительно оптической в АГЯ была впервые упомянута Kobayashi et al. (1998) и была независимо предложена Oknyanskiĭ (1999, 2002). В это же время было впервые показано (Oknyanskiĭ 1999, 2002; Oknyanskiĭ and Horne, 2001), что для ряда АГЯ время запаздывания в полосе К пропорционально корню квадратному из светимости в UV. Время запаздывания переменности в ИК фактически является оценкой радиуса, на котором происходит сублимация пыли. Поскольку эта пыль, скорее всего, имеет одинаковые свойства у всех АГЯ, то мы имеем возможность независимо измерять по величине этих запаздываний светимость, расстояния до активных ядер и соответственно космологические константы. Интерес к альтернативным методам определения космологических расстояний вообще и в частности к методу основанному на исследования ИК переменности АГЯ значительно вырос в последнее время (Yoshii et al. (2014), Hönig (2014), Oknyansky et al. (2014)). В данном докладе мы рассматриваем возможные проблемы в использовании данного метода и пути их решения.

Александр Анатольевич Панфёров (Тольяттинский государственный университет)

Парадигма полой конической фрагментированной струи в SS 433 // Александр Анатольевич Панфёров

Прецессирующие струи SS 433 проявляются замедленными и меньшего раствора, чем конус прецессии раствора $\theta_{\text{пр}} = 40^\circ$, ещё до головной ударной волны, на расстояниях 40–100 пк, где они выходят из радио туманности W 50. Диффузное рентгеновское излучение W 50, светимости $\sim 10^{35}$ эрг/с, с максимумом излучения вдоль оси прецессии струй и раствором $\sim 60^\circ$, превышающим $\theta_{\text{пр}}$, может быть также свидетельством реколламиации струй. Его бесструктурность исключает прерывистость действия и изменение параметров струй в прошлом. Мы показываем, что полые конические струи, будучи скважными, обладают всеми этими особенностями. Наблюдаемый двухкомпонентный спектр диффузного излучения, с компонентами тепловой, $kT \approx 0.2 \div 0.3$ кэВ, и степенной, с показателем $\Gamma \approx 2.17$, образуется в бесстолкновительных слабых ударных волнах, распространяющихся в среде с электронной плотностью $n_{\text{in}} \sim 0.05 \text{ см}^{-3}$ при столкновении струй с газом, частично проникающим извне в скважные струи. Газ плотностью $n_{\text{ex}} \sim 0.15 \text{ см}^{-3}$ снаружи конуса струй определяется испарением плотной оболочки W 50 и его давление, $\sim 10^{-11} \text{ дин см}^{-2}$, превышает давление внутри конуса. В результате струи замедляются и реколламируются. Замедление струй начинается с

расстояния ~ 20 пк, где начинается рентгеновское диффузное излучение. До расстояния радиуса оболочки W 50 струи теряют около $3/4$ начальной кинетической энергии. Т.о. реализуется почти безизлучательная трансформация кинетической энергии струй в энергию расширения туманности W 50. Внутренняя энергия газа туманности W 50, $1.5 \cdot 10^{51}$ эрг, может быть инжектирована струями в течение $2.4 \cdot 10^4$ лет, что соответствует эволюционному статусу двойной системы SS 433.

Владислав Сергеевич Петров (ГАИШ МГУ)

Учет влияния эффектов близости на профили спектральных линий звезд в маломассивных рентгеновских двойных системах

// Петров В.С. Антохина Э.А. Черепашук А.М.

Выполнен точный расчет профилей линии поглощения Ca I $\lambda 6439$ Å в спектрах оптических звезд в маломассивных рентгеновских двойных системах. На этой основе проведена модификация формулы, связывающей вращательное уширение линии и отношение масс компонент. Показано, что при малом рентгеновском прогреве неучет грушевидности фигуры звезды приводит к завышению q , а при значительном рентгеновском прогреве - к занижению массы релятивистского объекта. Даны уточненные значения отношения масс $q = 24 \pm 1$, массы черной дыры $M_x = 8.4 \pm 0.5$ и массы оптической звезды $M_v = 0.35 \pm 0.07$ в системе GS 2023+338 (V404 Cyg).

Алексей Позаненко (ИКИ РАН)

Монголо-Российское сотрудничество в обсерватории

Хурэлтогoot // Н. Тунгалаг, И. Молотов, В. Воропаев, В. Куприянов, Ю. Круглый, С. Шмальц, А. Позаненко

Впервые на территории Монголии начаты регулярные астрономические наблюдения по прикладным и астрофизическим программам исследования космического мусора, наблюдения астероидов и космических гамма-всплесков. В обсерватории Хурэлтогoot установлены современные телескопы VT-78 и ORI-40, которые используются в составе глобальной оптической сети наблюдений за космическими объектами НСОИ АФН (Научная сеть оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений), координируемая Институтом Прикладной Математики им.Келдыша РАН, и в составе международной сети исследований гамма-всплесков, координируемой Институтом Космических Исследований РАН. Представлены характеристики инструментов, обсуждаются полученные результаты и перспективы.

Александр Юрьевич Потехин (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Водородные атмосферы нейтронных звёзд с умеренно сильными магнитными полями

// А.Ю. Потехин, Ж. Шабрие, В. Хо

Центральные компактные объекты (ЦКО) в остатках сверхновых имеют, по-видимому, умеренно сильные магнитные поля порядка 10^{11} Гс. Но модели частично ионизованных водородных атмосфер магнитных нейтронных звёзд до сих пор строились только для во много раз более сильных полей (см. ссылки в обзоре: Потехин А.Ю. 2014, УФН, 184, 783). В данной работе рассчитаны термодинамические функции, непрозрачности и коэффициенты поляризуемости частично ионизованной водородной плазмы в атмосферах нейтронных звёзд с характерными для ЦКО магнитными полями в широком диапазоне плотностей при температурах от 0,1 до 10 МК. На этой основе рассчитаны тепловые спектры таких атмосфер и определены условия, при которых можно пренебречь частичной ионизацией. Показано, что при магнитных полях порядка 10^{11} Гс в спектре наиболее сильны электронные циклотронные гармоники. Как следствие, подтверждена предложенная Сулеймановым и др. (2012, ApJ, 751, 15) возможность объяснения линий поглощения в спектре ЦКО 1E 1207.4-5209 такими гармониками.

Работа частично поддержана РФФИ (грант 14-02-00868) и Программой поддержки ведущих научных школ РФ (грант НШ-294.2014.2).

Артем Просветов (ИКИ РАН)

Фрактальный анализ кривых блеска микроквара GX 339-4

// А.В. Просветов, С.А. Гребенев

Происхождение низкочастотного шума (LFN) и квазипериодических осцилляций (QPO), наблюдаемых в потоке рентгеновского излучения галактических черных дыр в двойных системах, по-прежнему остается неизвестным, несмотря на многочисленные исследования и попытки моделирования этого феномена. Существуют известные корреляции между частотой QPO, мощностью рентгеновского энерговыделения, потоком рентгеновского излучения и спектральным состоянием системы, однако не существует модели, способной сделать эти зависимости понятными. Для низкочастотных (~ 1 Гц) QPO до сих пор не имеется даже идеи, способной объяснить их происхождение, и не известно, какая часть аккреционного диска отвечает за них.

Представлены результаты фрактального анализа рентгеновских кривых блеска от аккрецирующих черных дыр, входящих в маломассивную двойную систему, на примере наблюдений объекта GX 339-4 обсерваторией RXTE. Показано, что фрактальная размерность кривых блеска является сильно зависящей от присутствия квазипериодических осцилляций в наблюдениях, а также выявлена связь между величиной фрактальной размерности кривых блеска и частотой пика квазипериодических осцилляций. Предложен дополнительный к анализу Фурье метод, позволяющий исследовать характер излучения аккреционного диска в зависимости от временных масштабов. Сделан вывод, что анализ рентгеновских

кривых блеска маломассивных двойных систем, содержащих черную дыру, с помощью фрактальной размерности имеет хороший научный потенциал и может предоставить дополнительную информации о геометрии аккреционного течения и о фундаментальных свойствах исследуемой системы.

Александр Иванович Прыгунов (Мурманский
государственный технический университет)

*Возможные проявления низкочастотных гравитационных волн
ассоциированных с гамма-всплеском GRB 051103 по результатам
анализа данных серии pre-S5 LIGO*

Анализируются источники шума детекторов гравитационных волн наземных лазерных интерферометров на примере обсерватории LIGO. Показано, что низкочастотные гравитационные волны (ГВ) могут приводить к изменениям динамических свойств детекторов, проявляющихся, в частности, в низкочастотных изменениях добротности сейсмической составляющей интегрального шума детекторов, что делает возможной непрямую регистрацию ГВ в частотном диапазоне их наибольшей чувствительности детекторов (~ 100 Гц). Приводятся результаты сравнительного анализа ассоциированных с гамма-всплеском GRB 051103 сигналов детекторов интерферометра LIGO в области максимальной чувствительности (100 – 200 Гц). Показано, что наибольшую чувствительность в момент гамма-всплеска имел четырёхкилометровый детектор L1. Установлена нестационарность сигнала детектора L1 во время-частотной области с точной привязкой её проявлений к моменту гамма-всплеска GRB 051103. На основе существующих астрофизических моделей и данных предложена интерпретация результатов, предполагающая регистрацию детектором L1 LIGO гравитационных волн синхронных с гамма-всплеском GRB 051103.

Максим Пширков (ГАИШ МГУ)

*Поиск неизвестных источников с очень жестким спектром
в данных инструмента Fermi-LAT. // М.С. Пширков, Г.И. Рубцов*

В работе был произведен слепой поиск источников на энергиях выше 50 ГэВ в данных Fermi-LAT накопленных за 6 лет. Так как количество фотонов от источников, за исключением наиболее сильных, мало и, чаще всего, измеряется единицами штук, был разработан специальный метод анализа данных, оптимизированный для малой фотонной статистики задачи. В результате было найдено более 10 ранее неизвестных кандидатов, в том числе и несколько “темных”, без очевидного отождествления с каким-либо источником в других спектральных диапазонах. Как и ожидалось, кандидаты обладают жестким спектром со спектральным индексом меньше 2. Дальнейшие исследования этих источников могут проводиться уже с использованием черенковских телескопов с их много большей эффективной площадью на энергиях выше 100 ГэВ.

Дмитрий Николаевич Раздобурдин (ГАИШ МГУ)

Транзиентная динамика крупномасштабных вихрей в кеплеровском диске // Раздобурдин Д.Н. Журавлёв В.В.

Исследование динамики гидродинамических возмущений в кеплеровских дисках важно для понимания механизмов переноса углового момента и природы эффективной вязкости в них. Из-за значительного градиента угловой скорости, эти диски способны демонстрировать существенные транзиентные эффекты в динамике линейных возмущений, всегда сопровождающиеся оттоком углового момента. В нашей работе мы рассматриваем такие эффекты с помощью вариационного подхода к задаче оптимизации, который позволяет найти оптимальное начальное возмущение, демонстрирующее наибольший возможный рост энергии к определённом моменту времени. Мы использовали этот метод для исследования транзиентной динамики в локальном и глобальном случае. Было обнаружено, что самые быстрорастущие сдвиговые гармоники имеют азимутальную длину волны порядка толщины диска. Кроме того, их начальная форма всегда близка к вихревому возмущению с той же потенциальной завихрённостью. Было показано, что глобальные вихри с азимутальной длиной волны, более чем на порядок превосходящей толщину диска, по-прежнему способны к росту в десятки раз. Мы полагаем, что для уже турбулизованного диска эти крупномасштабные вихри будут иметь наилучшие условия для усиления. В то же самое время, турбулентность является естественным источником затравочной завихрённости для этих вихрей. Был сделан вывод, что структуры, подверженные транзиентному усилению на масштабах больше толщины диска, могут обеспечивать дополнительный отток углового момента в диске, а также влиять на его стохастические свойства.

Елизавета Борисовна Рыспаева (СПБГПУ)

Поиск излучения гамма-пульсара J2021+3651 в оптическом диапазоне с помощью GTC

// Е. Б. Рыспаева, А. Ю. Кириченко, Ю. А. Шибанов, А. А. Даниленко, Д. А. Зюзин, П. С. Штернин, Г. Г. Павлов, О. Ю. Каргальцев, М. Дурант

Пульсар J2021+3651, возрастом 17000 лет, был впервые обнаружен радиодиапазоне и позже детектирован в гамма- и рентгеновском диапазонах. Он образует туманность пульсарного ветра, видимую в рентгене и названную из-за ее формы “Стрекозой”. Мы проанализировали первые оптические наблюдения, проведенные на 10.4-метровом Большом Канарском телескопе (GTC) в фильтре Sloan_r', для поиска оптического излучения пульсара и туманности. Ни пульсар, ни туманность не были детектированы вплоть до предельных звездных величин 27.2 и 24.8, соответственно. Мы также проанализировали заново данные рентгеновского телескопа “Чандра”, полученные в 2003 и 2006 годах, с учетом зависимости межзвездного поглощения от расстояния в направлении на туманность, определенное нами с использованием звезд красного сгущения в качестве стандартных свечей. В результате мы определили расстояние до пульсара

$D=1.8 +1.7/-1.4$ кпк на 90%-м уровне значимости. Это намного меньше расстояния, полученного из меры дисперсии $-D\sim 12$ кпк, но согласуется с данными в гамма-диапазоне $D\sim 1$ кпк. Из этого, и полученных ограничений на оптический и рентгеновский потоки излучения следует, что PSR J2021+3651, как и пульсар “Вела”, является очень неэффективным излучателем в данных диапазонах, но в гамма-диапазоне его эффективность не отличается от средней величины для других гамма-пульсаров. Измеренный нами верхний предел на оптический поток для пульсара согласуется с экстраполяцией его рентгеновского спектра в оптический диапазон, в то время как верхний предел для туманности превосходит такую экстраполяцию. Работа поддержана грантом РФФИ 14-12-00316.

Александр Николаевич Сазонов (АКЦ ФИАН)

*Механизм и некоторые физические особенности,
полученные из рентгеновских и оптических наблюдений
ТДС Her X-1=HZ Her // Анахина И.Н., Сазонов А.Н.(АКЦ ФИАН)*

Исследования выполненные в настоящей работе, позволяют нам сделать ряд аргументированных выводов о возможном механизме и физической природе многих явлений в тесной двойной системе Her X-1=HZ Her. 1. Аккрецирующее вещество звезды HZ Her поступает на изогнутый край диска однократно за 1.7 дня и на орбитальной фазе около 0.6. 2. Газовая конденсация, появившаяся на внешнем крае диска после перетекания вещества, циркулирует в диске с периодом около 28.2 часа, а с учетом прецессии диска этот период составляет 27.3 часа. При пересечении луча зрения наблюдателя на пульсар эта конденсация образует “дип” на рентгеновской кривой блеска HZ Her. 3. Из-за прямой прецессии диска, “дипы” перемещаются к более ранним фазам орбитального периода в последующие орбитальные дни. При обратной прецессии “дипы” смещались бы к более поздним фазам орбитального периода и появлялись бы на совершенно других фазах этого периода. 4. Для объяснения однократного перетекания вещества за орбитальный период вблизи фазы около 0.6 нами выдвинуто предположение о наличии у HZ Her сильного дипольного магнитного поля. Вещество вытекает из магнитных полюсов оптической звезды. К тому же, звезда должна обладать субсинхронным вращением с угловой скоростью около 0.5 сигма орбитальная. 5. Обнаружен эффект от перетекания вещества с HZ Her на аккреционный диск: - в оптическом диапазоне, по данным U,B,V фотометрии, наблюдается поглощение излучения на орбитальных фазах от 0.60 до 0.67; - в крайней ультрафиолетовой области спектра, в узких линиях высокоионизованных атомов (T.R. Marsh and K. Horn, MNRAS. 235, 269 (1988)) наблюдается эмиссия на орбитальных кривых блеска от орбит. фазы 0.55 плавный подъем излучения с максимумом на фазе =0.59 плюс/минус 0.01 и более быстрое падение к фазе =0.67;

Александр Николаевич Сазонов (АКЦ ФИАН)

Звездный микроквazar SS 433: значительная переменность блеска системы в первичном затменном минимуме с фазой прецессионной переменности

// Анахина И.Н., Сазонов А.Н. (АКЦ ФИАН)

Основные выводы настоящей работы следующие: 1. Существуют фазовые сдвиги орбитальных кривых блеска и разные высоты максимумов блеска для разных спектральных полос и во всех прецессионных фазах 163-днев. периода. 2. Фазовые сдвиги орбитальных кривых блеска и разные высоты максимумов блеска подтверждают факт асимметричности распределения яркости в аккреционном диске и что задняя по ходу орбитального движения сторона АД является более яркой. 3. Орбитальный и прецессионный периоды согласуются с величинами, найденными ранее другими авторами. 4. Из большой глубины главных минимумов кривой блеска в спектральных полосах U(W)V (Шаховской,1996) и из сравнительного анализа показателей цвета для всех прецессионных фаз системы следует наличие в системе SS 433 горячего газа (более 20000 K), концентрирующегося над и под аккреционным диском вокруг компактного объекта “газовая корона” диска. В спектральных полосах BVR за многие годы наблюдений эффект “газовой короны” диска не обнаружен. Это подтвердили впоследствии исследования по международной программе “Интеграл”. 5. Кривые блеска в полосах BVR качественно подобны, кривые блеска меняются с фазой прецессионного цикла, что является, проявлением активности газовых потоков ТДС и их активного взаимодействия с плавающим аккреционным диском, положение которого в пространстве связано с ориентацией релятивистских движущихся джетов. 6. Подтверждена значительная переменность блеска системы в первичном затменном минимуме с фазой прецессионной переменности. 7. Подтверждается вывод о том, что при уменьшении блеска как за счет орбитальной, так и прецессионной переменности объект SS 433 в среднем краснеет (наблюдается так называемая “красная подложка системы”).

Елена Сейфина (ГАИШ МГУ)

Оценка массы черной дыры в ультраярком рентгеновском источнике ULX-1 галактики M101

// Сейфина Е., Титарчук Л., Шапошников Н.

Природа ультраярких рентгеновских источников до сих пор остается неопределенной. Ключевым моментом является вопрос о массе такого источника: является ли центральный компактный объект черной дырой промежуточной массы (>1000 масс Солнца) или обладает звездной массой (в несколько десятков масс Солнца). В контексте данной проблемы, мы представляем результаты наблюдений ультраяркого рентгеновского источника ULX-1 M101, выполненные с борта рентгеновского спутника Swift (2006-2013 гг.). Обнаружена значительная переменность источника и представлены наблюдательные доказательства спектральных переходов источника между состояниями с низкой и высокой светимостью.

Спектры M101 ULX-1 аппроксимировались моделью Bulk Motion Comptonization (ВМС) для всех спектральных состояний. При этом мы обнаружили фазу насыщения фотонного индекса на уровне $\Gamma = 3.0 \pm 0.1$ в терминах корреляции фотонного индекса Γ как функции темпа аккреции (\dot{M}). Найденная зависимость $\Gamma - \dot{M}$ позволяет оценить массу компактного объекта в M101 ULX-1, $(1.5 - 9) \times 10^4$ масс Солнца, с использованием метода скалирования в применении к этому источнику и источникам с черными дырами ХТЕ J1550-564, H 1743-322 в качестве опорных источников. Корреляция $\Gamma - \dot{M}$, найденная для источника M101 ULX-1 является подобной найденным в ряде галактических черных дыр и демонстрирует монотонный рост и насыщение на уровне $\Gamma = 3$. Это является надежным доказательством наличия черной дыры в M101 ULX-1. Мы также нашли, что температуры затравочных фотонов диска являются очень низкими, 45-70 эВ, что согласуется с большой массой ЧД в M101 ULX-1.

Владимир Владимирович Соколов (САО РАН)

Сверхновые, гамма-всплески и наблюдаемый дискретный спектр масс компактных звездных остатков в тесных двойных системах
// В.В.Соколов

Есть два новых наблюдательных факта: в спектре масс нейтронных звезд и кандидатов в черные дыры (или коллапсаров) явно отсутствуют компактные объекты с массами в интервале 2-6 M_{Sun} , а в тесных двойных звездных системах с маломассивным (около 0.6 M_{Sun}) оптическим компаньоном наиболее вероятное значение массы (пик в распределении масс кандидатов в черные дыры) близок к 7 M_{Sun} . Проблема дискретного спектра масс компактных объектов требует какого-то решения, как в контексте взаимосвязи между массивными сверхновыми и гамма-всплесками, так и в связи с самим механизмом взрыва сверхновых. Поляризованное излучение длинных гамма-всплесков, чернотельную компоненту в их спектре и другие наблюдательные свойства можно объяснить и прямым проявлением поверхности таких коллапсаров.

Юлия Николаевна Соловьева (Казанский (Приволжский)
Федеральный Университет)

Спектральная классификация двух тесных двойных систем SBS 1108 и RX J1039 // Соловьева Ю. Н., Шиманский В. В. (КФУ), Борисов Н. В., Габдеев М. М.(САО РАН)

На основе спектроскопических наблюдений на 6-м телескопе БТА САО РАН выполнено исследование двух малоизученных тесных двойных систем с аккрецией SBS 1108 и RX J1039. Показано, что спектры катаклизмической переменной (КП) SBS 1108 содержат широкие ($\Delta V_{\text{r}} = 3000$ км/с) эмиссионные линии HeI и H β , из чего был сделан вывод о существовании оптически тонкого аккреционного диска, причем интенсивность линий указывает на доминирование гелия в его

веществе ($N_{\text{He}} / N_{\text{H}} = 5$). Доплеровская томография выявила более однородную структуру диска в линиях H I и клочковатую в линиях He I . В аккреционном диске наблюдаются проявления волн плотности. На основании полученных результатов система SBS 1108 классифицирована как дисковая КП класса AM CVn (ультракомпактная гелиевая система). Спектры системы RX J1039 показывают однопиковые линии H I и He II высокой интенсивности и более слабые линии He I и Fe II . Лучевые скорости, измеренные по данным линиям, имеют синусоидальные изменения с фазой орбитального периода с амплитудами $K=290-350$ км/с. Доплеровская томография объекта не выявила выраженной дисковой структуры. В результате система RX J1039 была отнесена к классу полярных звезд с эффектами отражения.

Леонид Николаевич Судов (СПбГУ)

Обобщение понятия сферы Хилла для Луны

// Судов Леонид Николаевич

В первом приближении сферой Хилла является пространство вокруг астрономического объекта (например, планеты) в котором он способен удерживать свой спутник несмотря на притяжение объекта, вокруг которого обращается сам (например, звезды). В свою очередь, у спутника есть собственная сфера Хилла, и любой объект в её пределах будет стремиться стать спутником спутника, а не планеты. Таким образом, сфера Хилла описывает сферу гравитационного влияния тела на более мелкие тела с учётом пертурбаций, возникающих под воздействием более массивного тела.

При этом нахождение спутника в сфере Хилла какого-либо объекта не означает, что этот объект притягивает его сильнее, чем тот, вокруг которого обращается сам объект. Например, Солнце притягивает Луну в 2,2 раза сильнее, чем Земля.

В работе предложено возможное обобщение понятия сферы Хилла на случай неограниченной задачи трех тел. Получены приложения к космогонической динамике Луны.

Рената Рифовна Тагирова (ИКИ РАН)

Плоские, цилиндрические и сферические автоволны в неравновесной газо-пылевой среде

// С.И. Арафайлов, Г.Ю. Котова, К.В. Краснобаев, Р.Р. Тагирова

Исследуются процессы усиления и насыщения возмущений в газопылевой среде, находящейся в поле внешнего излучения. Учитываются процессы радиационного нагрева и охлаждения газа и пыли. Основное внимание уделяется установлению критериев самопроизвольного возникновения последовательности ударных волн в зависимости от геометрии движения. Анализируются особенности применения численных методов к расчету движения. Получены оценки амплитуд автоволн, генерируемых в областях активного звездообразования. Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 14-01-00747).

Евгений Маркович Трунковский (ГАИШ МГУ)

Некоторые результаты высокоточной фотоэлектрической WBVR-фотометрии оптического компонента транзиентного рентгеновского пульсара A0535+26, выполненной в Тянь-Шаньской высокогорной обсерватории ГАИШ МГУ

Высокоточные (с погрешностью 0m.002-0m.005) фотоэлектрические WBVR-наблюдения Ве звезды HDE 245770 = V 725 Tau, оптического компаньона транзиентного рентгеновского пульсара A0535+26 с периодом импульсов около 104 сек, были проведены автором на телескопе АЗТ-14 Тянь-Шаньской высокогорной обсерватории ГАИШ МГУ в течение более 3 лет. Было обнаружено, что обычным явлением для этой звезды является нерегулярная долгопериодическая оптическая переменность (характерные времена порядка нескольких месяцев и более, вплоть до нескольких лет) с амплитудой порядка нескольких десятых звездной величины. В некоторых случаях наблюдались быстрые изменения оптической светимости звезды с характерным временем в несколько десятков минут или в несколько часов с амплитудой в несколько сотых звездной величины во всех используемых спектральных полосах, которые практически совпадали или коррелировали со вспышками рентгеновского пульсара, наблюдавшихся с рентгеновских спутников. Не менее 10 лет назад западными астрофизиками-наблюдателями установлено, что в рентгеновском и оптическом диапазонах наблюдается период орбитальной переменности потока излучения (в континууме и спектральных линиях) около 111 дней; это объясняется орбитальным движением нейтронной звезды вокруг Ве звезды по эллиптической орбите с весьма большим эксцентриситетом ($e \sim 0.2 - 0.4$): при прохождении нейтронной звезды через периастр ее орбиты темп аккреции на нее существенно возрастает, что приводит к возрастанию рентгеновской светимости пульсара и, как следствие, оптической светимости Ве звезды. Однако очень важной причиной указанной переменности потока излучения может также являться нерегулярная активность нестабильной протяженной газовой оболочки вокруг Ве звезды V 725 Tau.

Ирек Мунавирович Хамитов (Национальная обсерватория ТЮБИТАК, Турция)

Исследование физических характеристик астеридов сближающихся с Землей на РТТ150 в рамках наземной сети GAIA-FUN-SSO.

// Хамитов И.М.^{1,2}, Гумеров Р.И.², Хельхель С.^{1,3}, Кахья Г.^{1,3}, Кайнар С.^{1,3} 1.Национальная обсерватория Т-УБИТАК, Анталия, Турция 2.Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия 3.Университет Акдениз, Анталия, Турция

С помощью нового оборудования с 23 по 26 августа 2014 на телескопе РТТ150 были проведены пробные поляриметрические и фотометрические наблюдения астероидов сближающихся с Землей (АСЗ) в период их тесного сближения: 163132,

276049 и 333578. Даты наблюдений соответствовали достаточно большим фазовым углам (102° , 71° и 39° , соответственно), что позволило даже по одному наблюдению получить достаточно хорошую оценку геометрического альbedo и дифференцировать астероид по спектральному комплексу. В результате были получены следующие значения по альbedo и спектральному классу: 163132 - 0.730 ± 0.146 (E-тип), 276049 - 0.043 ± 0.005 (C-тип) и 333578 - 0.250 ± 0.023 (S-тип). Получены фотометрические оценки в полосе V: 16.80^m , 15.91^m и 17.00^m , соответственно, с фотометрической точностью порядка 1%. С использованием среднего параметра фотометрического наклона Γ для данного спектрального комплекса получены оценки абсолютных величин H и диаметров исследуемых объектов (км): 0.254 ± 0.05 , 3.141 ± 0.30 и 0.228 ± 0.03 . Основным источником неопределенностей оценок диаметра является неопределенность параметра фотометрического наклона Γ , который необходимо уточнять наблюдательно. Задача по исследованию физических характеристик АСЗ может быть успешно решена в рамках сетевых фотометрических наблюдений астрометрических алертов миссии Европейского космического агентства GAIA (GAIA-FUN-SSO) и поляриметрических наблюдений на РТТ150. Изготовление поляриметра поддержано грантом ТҮВІТАК (№113F263). Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности и при поддержке гранта РФФИ 12-02-00461

Арутюн Григорьевич Хачатрян (Ереванский физический институт)

Изучение Холодной Дыры с помощью данных Планка

The structure of the cold spot, of a non-Gaussian anomaly in the cosmic microwave background (CMB) sky first detected by Vielva et al. is studied using the data by Planck satellite.

Георгий Хорунжев (ИКИ РАН)

Поиск квазаров на $z > 3$ в каталоге XMMSSC

// Хорунжев Г.А., Сазонов С.Ю.

Для построения рентгеновской функции светимости на $z > 3$ необходимо расширить существующие выборки далёких квазаров. Мы взяли рентгеновский обзор XMM-Newton Serendipitous Source Catalog (XMMSSC) и провели поиск оптических и инфракрасных партнёров рентгеновских источников в фотометрических обзорах SDSS и WISE. Мы получили фотометрические оценки красного смещения рентгеновских источников с помощью процедуры EAZY и отобрали объекты на $z > 3$.

Сергей Сергеевич Цыганков (Обсерватория Туорла)

Обзор Галактики в диапазоне энергий выше 100 кэВ по данным обсерватории ИНТЕГРАЛ

// Р.А. Кривонос, С.С. Цыганков, А.А. Лутовинов, М.Г. Ревнивцев

Благодаря большому полю зрения и высокой чувствительности обсерватория ИНТЕГРАЛ очень хорошо зарекомендовала себя в качестве инструмента для создания обзора всего неба в энергетическом диапазоне выше 20 кэВ. В данной работе мы приводим обзор неба на более высоких энергиях (выше 100 кэВ), где основной механизм излучения компактных объектов смещается от теплового к излучению нетепловых частиц. Представлен каталог зарегистрированных за 10 лет наблюдений источников, их статистики и спектральные свойства.

Анна Александровна Чашкина (ГАИШ МГУ)

Эддингтоновский предел для тонких релятивистских аккреционных дисков // Чашкина Анна и Аболмасов Павел

В данной работе мы рассматриваем тонкий аккреционный диск вокруг вращающейся черной дыры и показываем, что эддингтоновский предел за счет релятивистских эффектов повышается в 2.5-3 раза по сравнению с классическим приближением. При этом увеличение радиуса сферизации незначительное. Переход к сверхкритической аккреции также сопровождается появлением оптически толстой оболочки, свойства которой можно изучать с помощью эффектов квазарного микролинзирования. Данные микролинзирования позволяют сделать вывод не только о наличии у отдельных квазаров оптически толстой оболочки, но и канала, излучающего в далеком УФ диапазоне.

Иван Васильевич Человеков (ИКИ РАН)

Каталог рентгеновских всплесков I рода, зарегистрированных обсерваторией ИНТЕГРАЛ в 2003-2013 гг

// Человеков И.В., Мереминский И.А., Гребенев С.А., Просветов А.В.

В работе представлено современное состояние каталога рентгеновских всплесков I рода, зарегистрированных телескопами JEM-X и IBIS/ISGR1 обсерватории ИНТЕГРАЛ в 2003-2013 гг. На основе каталога сделаны оценки параметров нескольких рентгеновских барстеров (расстояние, период рекуррентности, состав аккрецируемого вещества). На основе данных обсерватории построена функция светимости рентгеновских барстеров нашей галактики, а также зависимость темпа генерации всплесков I рода от темпа аккреции в системе. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 12-02-31251 мол_а).

Дмитрий Олегович Чернышов (ФИАН)

Ионизация вещества в центре Галактики

// Д. Чернышов, В. Догель, В. Татищев, Р. Териер, К.С. Ченг

Нами были проведены исследования аномально высокого темпа ионизации молекулярного газа в центре Галактики и связи данного явления с интенсивной линией нейтрального железа 6.4 кэВ, наблюдаемой из диффузного газа в галактическом центре. Были рассмотрены два способа ионизации молекулярного водорода и атомов железа: рентгеновскими фотонами и заряженными частицами. Общепризнанной теория излучения в линии нейтрального железа из молекулярных облаков галактического центра предполагает, что за излучение возбуждается фотонами рентгеновской вспышки, произошедшей в данной области 100 лет назад. Мы показали, что данная вспышка также может быть ответственна за формирование излучения из диффузного газа. С другой стороны, фотоны данной вспышки не могут воспроизвести наблюдаемый темп ионизации молекулярного газа, и, что более важно, его пространственную однородность. Наиболее вероятной причиной ионизации молекулярного водорода является взаимодействие с суб-релятивистскими заряженными частицами. Мы также оценили возможный вклад данных частиц в излучение из молекулярных облаков и выяснили, что он очень мал и может быть обнаружен только при благоприятном наборе параметров.

Андрей Игоревич Чугунов (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

Горячие вдовы/HOFNAR: гипотеза о новом классе нейтронных звёзд

// А.И. Чугунов, М.Е. Гусаков, Е.М. Кантор

Выдвинута гипотеза о новом классе нейтронных звёзд (НЗ) - быстровращающихся горячих неаккрецирующих нейтронных звёздах, которые мы предлагаем называть HOFNARs (от Hot and Fast Non-Accreting Rotators) или “горячие вдовы” (по аналогии с пульсарами черная вдова). Такие звёзды должны возникать в маломассивных рентгеновских двойных системах (LMXB) в том случае, если нейтронная звезда была неустойчива относительно γ -мод в конце периода аккреции (когда компаньон перестал заполнять полость Роша). Высокая температура “горячих вдов”/HOFNAR обеспечивается диссипацией γ -моды, а не аккрецией. Проанализированы наблюдательные свойства “горячих вдов”/HOFNAR и показано, что их можно выделить в особый класс нейтронных звёзд. В частности, некоторые рентгеновские источники, относимые к кандидатам в LMXB в спокойном состоянии (qLMXBs) могут в действительности принадлежать этому новому классу. Сформулированы наблюдательные критерии по которым можно отличать “горячих вдов”/HOFNARs от qLMXB систем и показано, что наблюдения рентгеновских источников 47 Tuc X5 и X7 согласуются (или, по крайней мере,

не противоречат) этими критериями. Кроме того, проанализированы косвенные свидетельства в пользу гипотезы о “горячих вдовах”/HOFNARs, следующие из анализа наблюдений и результатов популяционного синтеза. Существование “горячих вдов”/HOFNARs позволит доказать возможность излучения гравитационных волн мультиполюм тока массы и может дать новые ограничения на свойства сверхплотного вещества.

Работа поддержана Советом по грантам Президента Российской Федерации (гранты НШ-294.2014.2 и МК-506.2014.2), РФФИ (гранты 14-02-31616-мол_а и 14-02-00868-а) и фондом “Династия”.

Андрей Игоревич Чугунов (ФТИ им. А.Ф. Иоффе)

R-моды в замагниченных нейтронных звёздах

// А.И. Чугунов

Реццолла и др. [Rezzolla et al., ApJ 531 (2000), L139; PRD 64 (2001), 104013; PRD 64 (2001), 104014] исследовали эволюцию магнитного поля в нейтронной звезде, неустойчивой относительно γ -мод колебаний. Они пришли к выводу, что стоковский вековой дрейф, возникающий во втором порядке теории возмущений, может приводить к усилению магнитного поля до величин $10^{14} - 10^{15}$ Гс и это приводит к подавлению неустойчивости γ -мод колебаний. Sa [PRD 69 (2004), 084001] построил аналитическое решение для γ -мод колебаний незамагниченных нейтронных звёзд во втором порядке теории возмущений. Он показал, что решение определено с точностью до дифференциального вращения, допустимого для неколеблующейся звезды, но заключил, что крупномасштабный вековой дрейф является неотъемлемым свойством γ -мод колебаний. Последнее утверждение, подтверждавшее модель Реццоллы и др., является неверным - в докладе представлена γ -мода колебаний с нулевым вековым дрейфом. Показано, что это решение остаётся справедливым при наличии магнитного поля $B \ll B_{crit} \sim 10^{17}$ Гс и не приводит к его усилению. В отсутствие неустойчивости и диссипации, общее решение для γ -мод колебаний в замагниченной нейтронной звезде может быть представлено (с точностью до второго порядка по амплитуде α) в виде суперпозиции двух решений, описывающих: (а) эволюцию дрейфа в незамагниченной нейтронной звезде и (б) решения с нулевым дрейфом. При этом, вековая эволюция магнитного поля связана только с дрейфовой частью решения. Поэтому, начальная энергия дрейфового движения позволяет наложить верхний предел на увеличение энергии магнитного поля, что даёт оценку $\Delta B^2 \sim 10^{16}(\alpha/10^{-4})^4$ Гс² для типичных параметров нейтронных звёзд. Такое увеличение поля не может повлиять на неустойчивость γ -мод колебаний.

Работа поддержана грантом РФФИ 14-12-00316.

Виктория Александровна Янкелевич (ЮФУ)

Новый комбинированный метод получения функции масс гало темной материи

// Янкелевич Виктория Александровна, Пилипенко Сергей Владимирович

Функция масс гало темной материи является одной из важнейших составляющих описания характеристик темного вещества. Она показывает, сколько гало данной массы в среднем приходится на единицу объема. Для получения теоретической функции масс сейчас используется несколько приближенных аналитических методов, самым простым из которых является метод Пресса-Шехтера, а также применяются численные модели образования и эволюции крупномасштабной структуры. Последние дают наилучшую точность, но являются очень затратными по времени и требуемым ресурсам вычислительной техники. Нами исследована возможность получения функции масс комбинированным методом, при котором численная функция масс, полученная для одной космологической модели, модифицируется с помощью метода Пресса-Шехтера для другой модели. Точность данного метода превышает точность самого Пресса-Шехтера на более чем порядок. Это позволяет очень быстро получить функцию масс с ошибкой до 5.% в зависимости от разности космологических параметров. Предлагаемый подход может применяться для исследования ограничений на космологическую модель по наблюдательным данным, как для скоплений галактик, так и для карликовых галактик.

Список участников конференции

Аболмасов П. К., ГАИШ МГУ
Акинъщиков А. Н., ГАИШ МГУ
Акопян А. Л., МФТИ
Александрович Н. Л., ИКИ РАН
Арефьев В. , ИКИ РАН
Арзамасова Н. И., САО РАН
Арзамасский Л. , МФТИ
Атапин К. Е., ГАИШ МГУ
Афанасьев В. Л., САО РАН
Балашев С. А., ФТИ им. А.Ф. Иоффе
Банникова Е. Ю., Радиоастрономический институт НАН Украины
Барков М. В., RIKEN, Япон
Барсуков Д. П., ФТИ им. А.Ф. Иоффе, СПбГПУ
Беленькая Е. С., НИИЯФ МГУ
Бикмаев И. Ф., Казанский федеральный университет
Бикмаева М. И., Казанский Федеральный Университет
Бирюков А. В., ГАИШ МГУ
Блинников С. И., ИТЭФ и ГАИШ
Боговалов С. В., НИЯУ МИФИ
Болиев М. М., ИЯИ РАН
Булига С. Д., ГАО РАН
Буренин Р. А., ИКИ РАН
Валеев А. Ф., САО РАН
Васильев Е. О., НИИФ ЮФУ
Васильев В. В., Max Planck Institute for Astronomy
Веденькин Н. Н., ДАУРИЯ АЭРОСПЕЙС
Винокуров А. С., САО РАН
Вольнова А. А., ИКИ РАН
Воробьев В. С., ИКИ РАН
Воропаев В. А., ИПМ им. М.В. Келдыша РАН
Выборнов В. И., ИКИ РАН
Гарасев М. , ИПФ РАН
Гладилин П. Е., ФТИ им. А.Ф.Иоффе
Глазкова В. В., МГУ им. М.В.Ломоносова
Глазырин С. И., ФГУП ВНИИА, ФГБУ ГНЦ РФ ИТЭФ
Глушков М. В., Казанский Федеральный Университет
Гнедин Ю. Н., ГАО РАН
Гогличидзе О. А., ФТИ им. А.Ф. Иоффе
Горбунов Д. , ИЯИ

Гребенев С. А., ИКИ РАН
Григорьева А. И., Казанский Федеральный Университет
Грузинов А. В., Нью-Йоркский университет
Гузинин М. В., МФТИ
Гусинская Н. В., СПбГУ
Даниленко А. А., ФТИ им. А. Ф. Иоффе
Деришев Е. В., ИПФ РАН
Добрынина А. А., ЯрГУ им.П.Г.Демидова, Max Planck Institute for Physics
Докучаев В. И., Институт ядерных исследований РАН
Доммес В. А., ФТИ им. А.Ф. Иоффе
Дородницын А. В., ИКИ РАН/University of Maryland
Дудоров А. Е., Челябинский госуниверситет
Жежер Я. В., МГУ им. М.В. Ломоносова, физический факультет, кафедра физики частиц и космологии
Журавлев В. В., ГАИШ МГУ
Загидуллин А. А., Казанский Федеральный Университет
Закутняя О. В., Институт космических исследований РАН
Захаров А. Ф., ИТЭФ
Зиракашвили В. Н., ИЗМИРАН
Золотухин И. Ю., IRAP (Тулуза, Франция)
Зюзин Д. А., Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе
Иванов М. М., Физический факультет МГУ
Игошев А. П., Department of Astrophysics/IMAPP, Radboud University Nijmegen
Иногамов Н. А., Институт теоретической физики им. Ландау РАН
Казанцев А. Н., ФИАН, ПРАО АКЦ ФИАН.
Каминкер А. Д., Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе
Карасев Д. И., ИКИ РАН
Карпова А. В., ФТИ им. А. Ф. Иоффе / СПбГПУ
Каршенбойм С. Г., ГАО РАН & MRQ
Каспарова А. В., ГАИШ МГУ
Катков И. Ю., ГАИШ МГУ
Кийков С. О., Южно-Уральский государственный университет
Ким В. Ю., ГАО РАН
Клименко В. В., СПбГПУ
Клиничев А. Д., ГАИШ МГУ
Кожберов А. А., ФТИ им. А.Ф. Иоффе
Комаров С. В., МРА/ИКИ
Кондратьев В. Н., Киевский Национальный университет им. Тараса Шевченко
Конторович В. М., Радиоастрономический институт НАН Украины
Кривонос Р. А., ИКИ РАН
Курбатов К. А., НИИЯФ МГУ
Лапшов И. Ю., ИКИ РАН
Ларченкова Т. И., ФИАН
Лежнин К. В., МФТИ
Липилин В. А., ИКИ РАН
Лисаков М. М., АКЦ ФИАН
Лозников В. М., ИКИ РАН

Лутовинов А. , *ИКИ РАН*
Лютиков М. Ю., *Purdue University*
Мазаева Е. Д., *ИКИ*
Малов И. Ф., *Пушинская радиоастрономическая обсерватория АКЦ ФИАН*
Медведев П. С., *ИКИ РАН*
Медведев М. В., *Канзасский Университет*
Медведев А. , *СПбГУ*
Мереминский И. А., *ИКИ РАН*
Мещеряков А. В., *ИКИ РАН*
Минаев П. Ю., *ИКИ РАН*
Мингалиев М. Г., *САО РАН*
Михайлов Е. А., *МГУ*
Михайлов А. Г., *ГАО РАН*
Моисеев А. В., *САО РАН*
Мольков С. В., *ИКИ РАН*
Муштуков А. А., *Tuorla observatory, ГАО РАН*
Нагирнер Д. И., *СПбГУ*
Нацвлишвили Т. М., *ГАО РАН*
Наякшин С. В., *Лестер, Англия*
Нестеренок А. В., *ФТИ им. А.Ф. Иоффе*
Никитина Е. Б., *ПРАО АКЦ ФИАН*
Николаева Е. А., *КФУ*
Огнев И. С., *ЯрГУ им. П.Г. Демидова*
Окнянский В. Л., *ГАИШ МГУ*
Павлинский М. Н., *ИКИ РАН*
Панкратов А. Л., *Институт физики микроструктур РАН*
Панфёров А. А., *Тольяттинский государственный университет*
Петров В. С., *ГАИШ МГУ*
Позаненко А. , *ИКИ РАН*
Попков А. В., *ГАИШ МГУ*
Попов С. Б., *ГАИШ МГУ*
Порайко Н. К., *ГАИШ МГУ*
Постнов К. А., *ГАИШ МГУ*
Потапов А. , *Институт солнечно-земной физики СО РАН*
Потехин А. Ю., *ФТИ им. А.Ф. Иоффе*
Поутанен Ю. И., *Университет Турку*
Просветов А. , *ИКИ РАН*
Прыгунов А. И., *Мурманский государственный технический университет*
Пширков М. , *ГАИШ МГУ*
Раздобурдин Д. Н., *ГАИШ МГУ*
Рафиков Р. , *Princeton University*
Ревнивцев М. Г., *ИКИ РАН*
Рыспаева Е. Б., *СПбГПУ*
Сабурова А. С., *ГАИШ МГУ*
Сазонов С. Ю., *ИКИ РАН*
Сазонов А. Н., *АКЦ ФИАН*
Сахибуллин Н. А., *Казанский федеральный университет*

Сейфина Е. , ГАИШ МГУ
Семена А. Н., ИКИ
Сильверстова Н. В., Центр науки и творчества
Соколов В. В., САО РАН
Соловьева Ю. Н., Казанский (Приволжский) Федеральный Университет
Старикова С. В., ОИЯИ
Старобинский А. А., Институт теоретической физики им. Л. Д. Ландау РАН
Судов Л. Н., СПбГУ
Сулейманов В. Ф., Институт Астрономии и Астрофизики, Университет Тюбингена
Сюняев Р. А., ИКИ РАН
Тагирова Р. Р., ИКИ РАН
Тамбов В. , ИКИ РАН
Теплых Д. А., ПРАО АКЦ ФИАН
Тимиркеева М. , ПРАО АКЦ ФИАН/ПуцГЕНИ
Титаренко А. Р., ГАИШ МГУ
Ткаченко А. , ИКИ РАН
Трунковский Е. М., ГАИШ МГУ
Трушкин С. А., САО РАН
Тутуков А. , *Institute of astronomy Russian Acad. Sci.*
Уваров Ю. А., ФТИ им. А.Ф. Иоффе
Фабрика С. Н., САО РАН
Филиппова Е. , ИКИ РАН
Финогенов А. В., Хельсинкий Университет
Фоканова А. В., ГАИШ МГУ
Хабибуллин И. , ИКИ РАН
Хамитов И. М., Национальная обсерватория ТЮБИТАК, Турция
Хачатрян А. Г., Ереванский физический институт
Хорунжев Г. , ИКИ РАН
Цыганков С. С., Обсерватория Туорла
Чашкина А. А., ГАИШ МГУ
Человеков И. В., ИКИ РАН
Черепашук А. М., ГАИШ МГУ
Чернышов Д. О., ФИАН
Чилингарян И. , *Smithsonian Astrophysical Observatory*
Чугунов А. И., ФТИ им. А.Ф. Иоффе
Чуразов Е. , ИКИ РАН
Шакура Н. И., ГАИШ МГУ
Шарипова Л. М., Крымская астрофизическая обсерватория
Штернин П. С., ФТИ им. А.Ф. Иоффе, СПбПУ
Штыковский А. Е., ИКИ РАН
Щекочихин А. , Оксфордский Университет
Яковлев Д. Г., Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе
Янкелевич В. А., ЮФУ