

Лаборатория Астрофизики объектов с экстремальным энерговыделением

*(договор 11.G34.31.001 от 24.11.2010 между
Минобрнауки, СПбГПУ и Г.Г. Павловым)*

Причины и мотивации

Астрофизические исследования имеют приоритетное значение для развития Российской науки, так как, в силу своей междисциплинарной природы, стимулируют исследования во многих смежных областях фундаментальных исследований (физика плазмы, атомная физика, ядерная физика, физика твердого тела, физическая электроника, и т.д.).

Международный престиж Российской науки во многом определяется её достижениями в астрофизических исследованиях, как в одной из наиболее фундаментальных и ресурсоемких областей. В частности, этот престиж определяется способностью Российских ученых играть заметную роль в масштабных международных коллаборациях, связанных с разработкой и эксплуатацией орбитальных и наземных обсерваторий нового поколения, стоимость которых составляет около 5-10 млрд. долл. США.

По инициативе Премьер-Министра Российской Федерации В.В. Путина 9 апреля 2010 года Правительство России приняло постановление N 220 "О мерах по привлечению ведущих учёных в российские образовательные учреждения высшего профессионального образования", где астрофизика указана на первом месте в списке приоритетных направлений развития науки в ВУЗах.

Минобрнауки считает крайне важным развивать астрофизическое направление в СПбГПУ, которое было заложено в конце 1960-ых годов акад. Б.П. Константиновым.

Объекты и методы исследования

1. **Гамма-всплески:** самые яркие события во Вселенной.

- разработка и конструирование гамма-детекторов и полетных блоков обработки данных
- анализ накопленных данных

2. **Остатки сверхновых звезд:** источники всех химических элементов тяжелее гелия и ускорители космических лучей сверхвысоких энергий до 10^{18} эВ.

- многоволновые наблюдения галактических остатков сверхновых на современных наземных и орбитальных обсерваториях от радио- до гамма-диапазона
- анализ многоволновых архивных данных
- количественное моделирование физических процессов в оболочках остатков сверхновых, в частности, генерации магнитных полей и ускорения частиц сверхвысоких энергий на бесстолкновительных ударных волнах

3. **Компактные звёзды:** уникальные физические лаборатории, позволяющие изучать состояния вещества, недостижимые на Земле, в частности, вещество сверхъядерной плотности и магнитные поля до 10^{14} Гс.

- многоволновые наблюдения нейтронных звезд и пульсарных туманностей на современных наземных и орбитальных обсерваториях от радио- до гамма-диапазона
- количественное моделирование структуры и эволюции нейтронных звезд, а также их атмосфер

Научный коллектив

В составе научного коллектива **60 человек**, в том числе:

Докторов наук — 10

Кандидатов наук — 21

Молодых специалистов — 12

Аспирантов — 6

Студентов — 10

В научный коллектив входят представители **5 кафедр 3 факультетов**:

Каф. Космических Исследований ФТФ

Каф. Физики Плазмы ФТФ

Каф. Теоретической Физики ФМФ

Каф. Высшей Математики ФМФ

Каф. Информационных Управляющих Систем ФТК

Абсолютное большинство членов научного коллектива – выпускники ЛПИ – ЛГТУ – СПбГТУ – СПбГПУ, начиная с ведущего ученого Г.Г. Павлова, который **в 1967 с отличием окончил кафедру Ядерной Физики ФМФ ЛПИ.**

Основные результаты работы в 2010 году

Произведен анализ данных о пульсарной туманности Vela, полученных на орбитальной обсерватории Chandra. На этой же обсерватории в режиме высокого разрешения произведены рентгеновские наблюдения двух массивных двойных звездных систем, являющихся источниками гамма-излучения: микроквара LS 5039 и пульсара B1259-63.

В ходе анализа архивных данных орбитальной обсерватории XMM-Newton, в остатке сверхновой G27.8+0.6 обнаружена структура, которая может быть интерпретирована как пульсарная туманность.

Дан старт программе радионаблюдений пульсарных туманностей на телескопах VLA (Нью-Мексико, США) и ATCA (Наррабри, Австралия). Проанализированы архивные данные о пульсарах Vela и Geminga, полученные в ближнем инфракрасном диапазоне на орбитальной обсерватории Spitzer.

Произведен анализ наблюдений остатка сверхновой Kes 69, выполненных на орбитальном рентгеновском телескопе XMM-Newton. Помимо протяженных тепловых структур в поле остатка обнаружено несколько жестких точечных источников, некоторые из которых могут быть интерпретированы как изолированные фрагменты эжекты.

Произведен анализ временных профилей и спектров энергии гамма-всплесков, полученных в эксперименте КОНУС-Винд, и сравнение данных КОНУС-Винд с результатами более ранних экспериментов КОНУС-А и КОНУС-РФ. В эксперименте КОНУС-ВИНД получены новые данные о сильной спектральной переменности нового источника мягких повторных всплесков SGR 0501+4516. Открыт новый источник мягких повторных гамма-всплесков - гамма-репитер SGR 0418+5729.

Произведено моделирование тепловой эволюции нейтронных звезд. Разработанный метод применен для исследования тепловой структуры нейтронной звезды в остатке сверхновой Кассиопея А. Произведены расчёты моделей молодых нейтронных звезд со сверхсильными магнитными полями и неоднородным нагревом коры за счёт диссипации этих полей.

План работ на 2011 год

1. Создание **учебно-научной лаборатории**, состоящей из 2-3 стендов-прототипов:
 - рентгеновский поляриметр,
 - детектор мюонов,
 - орбитальный масс-спектрометр.
2. Приобретение и запуск в эксплуатацию **испытательной термокамеры и анализатора гамма-спектров**, необходимых для разработки детекторов космического гамма-излучения.
3. Вхождение в состав **международной коллаборации** по созданию **перспективного гамма-телескопа GRTE**:
 - (i) Расчет черенковского излучения широких атмосферных ливней,
 - (ii) Проведение НИОКР для разработки современных полупроводниковых фотоумножителей для детекторного блока GRTE.
4. Участие в **более чем 10 международных конференциях** и совещаниях по тематике проекта. Члены научного коллектива в 2011 году являются **организаторами** как минимум **2 крупных международных конференций** по тематике проекта:
 - (i) Physics of Neutron Stars — 2011, St. Petersburg, July 11-15 и
 - (ii) European Week of Astronomy and Space Science (JENAM-2011), St. Petersburg, July 4-8.
5. Защита **4 кандидатских диссертаций** и **2 докторских диссертаций**.
6. Проведение **тематических семинаров и рабочих совещаний** с участием ведущих специалистов из Европы и США.

План семинаров, конференций и рабочих совещаний на май-июль 2011 года

1. Совещания с участием ведущих специалистов, приглашенных сотрудниками ЛАОЭЭ:

24 мая — а) "Spectroscopy of Supernova Remnants" с участием проф. Дж. Раймонда (Гарвардский университет), создателя самой известной и широко используемой модели излучения тонкой астрофизической плазмы (модель Раймонда-Смита).

б) "Particle Acceleration Processes" с участием проф. Д. Эллисона (Университет Северной Каролины), автора широко известных и используемых моделей ускорения космических лучей в остатках сверхновых звезд.

4 — 8 июля — а) "X-ray Spectroscopy with Space Observatories of the Future" с участием проф. Й. Каастра (Нидерландское Агентство Космических исследований), создателем рентгеновских спектрометров, установленных на самых современных орбитальных обсерваториях Chandra и XMM-Newton.

б) "10 years of Chandra: a Revolution on the X-ray sky" с участием проф. М. Вайскопфа (Маршаловский центр НАСА), создателем орбитальной рентгеновской обсерватории Chandra.

в) "Gamma-ray bursts: Black holes shining brightly?" с участием проф. Р. Вийерса (Амстердамский астрономический институт «Anton Pannekoek»), ведущего специалиста по генезису гамма-всплесков и их связи со вспышками сверхновых, одного из создателей гигантского радиотелескопа-интерферометра LOFAR.

План семинаров, конференций и рабочих совещаний на май-июль 2011 года (продолжение)

2. Семинары:

31 мая — С.Б. Попов (ГАИШ МГУ) «Магнито-вращательная эволюция и популяционный синтез одиночных нейтронных звезд» (по материалам докторской диссертации).

7 июня — А.А. Даниленко (ФТИ), Д.А. Зюзин (ЛАОЭЭ СПбГПУ) «Наблюдения пульсарных туманностей в инфракрасном диапазоне»

14 июня — А. Silbergleit (Stanford University) «Gravity Probe B: Final Results of a Space Experiment to Test General Relativity"»

3. Конференции:

а) Член научного коллектива проф. А.М. Быков является сопредседателем международной конференции «**Particle Acceleration in Cosmic Plasmas**», на базе International Space Science Institute (Bern, Switzerland), May 16-20, 2011

б) Несколько членов научного коллектива (в том числе, ведущий учёный Г.Г. Павлов) возглавляют оргкомитет международной конференции **Physics of Neutron Stars — 2011**, St. Petersburg, July 11-15 (на базе ФТИ им. А.Ф. Иоффе).

На этой конференции членами научного коллектива будет сделано около 20 докладов.

в) Член научного коллектива проф. А.М. Быков входит в оргкомитет международной конференции **European Week of Astronomy and Space Science (JENAM-2011)**, St. Petersburg, July 4-8 (на базе ГАО РАН), возглавляя секцию **S8**:

**«Status and prospects in high-energy & particle astrophysics
across the electromagnetic spectrum»**

Вклад лаборатории АОЭЭ в развитие и инфраструктуру СПбГПУ

1. Разработка современных лекционных курсов по основным направлениям астрономии, астрофизики и смежных разделов физики.

2. Оснащение университета современным оборудованием:

-- вычислительные мощности

-- учебно-научная лаборатория, содержащая

а) современные испытательно-аналитические стенды и

б) прототипы современных детекторов космического излучения и ускоренных частиц

3. Повышение интереса к СПбГПУ среди абитуриентов за счет активного вовлечения студентов и аспирантов в научные исследования мирового уровня.

4. Повышение международного престижа СПбГПУ за счет приглашения ведущих специалистов из Европы и США к участию в организуемых членами научного коллектива конференциях, семинарах и рабочих совещаниях.

5. Повышение международного престижа СПбГПУ за счет участия членов научного коллектива в крупнейших международных научных симпозиумах и конференциях, в том числе, в качестве приглашенных докладчиков и членов научных комитетов и комиссий.

**GRTE – уникальный гамма-телескоп для исследования быстропеременных процессов
в космических источниках с экстремальным выделением энергии**



GRTE – уникальный гамма-телескоп для исследования быстропеременных процессов в космических источниках с экстремальным выделением энергии

Целью проекта является **исследование фундаментальных свойств вещества и излучения** в экстремальных условиях, принципиально недостижимых в земных лабораториях. В рамках проекта будет построен уникальный высокогорный черенковский гамма-телескоп с низким порогом энергий квантов для наблюдения космических гамма-источников с чувствительностью более чем в 1000 раз превосходящей самый современный орбитальный телескоп Fermi (NASA 2009). Инновационные технологии сверхчувствительного детектирования на высокогорных телескопах позволят впервые **получить спектры и кривые блеска гамма-всплесков и гамма-излучения от релятивистских истечений (джетов) сверхмассивных черных дыр**. Рекордная чувствительность телескопа в диапазоне энергий 10-100 ГэВ позволит выполнить **поиск продуктов распада темной материи** – наиболее фундаментальной проблемы современной космологии и физики частиц.

ВЫВОДЫ

1. В ходе работ по трехстороннему Договору 11.G34.31.0001 **сформирован научный коллектив**, включающий в себя новую межфакультетскую научную лабораторию.
2. Во втором полугодии 2010 года силами научного коллектива **опубликовано 43** печатных труда и **принято к печати 16** печатных трудов; сотрудники коллектива участвовали в **8 международных и всероссийских научных конференциях** в качестве докладчиков и организаторов; членами научного коллектива прочитано **18 курсов лекций**. В первом квартале 2011 года силами научного коллектива **опубликовано 22** печатных труда и **принято к печати 4** печатных труда, читается **13 курсов лекций**.
3. **Отчет за 2010 год** и электронная версия отчета за **I квартал 2011 года одобрены** Минобрнауки и организацией-монитором «Инконсалт К».
5. В 2010 году приобретен **вычислительный комплекс производительностью 1.2 x 10(12)** операций в секунду, который будет использован для обработки данных орбитальных обсерваторий. В 2011 году планируется **приобретение оборудования** для разработки перспективных **детекторов космического гамма-излучения**, наблюдаемого от объектов с экстремальным энерговыделением, и создание учебно-научной лаборатории.
6. **Создание лаборатории АОЭЭ способствует развитию инфраструктуры Университета и повышению его престижа как в России, так и за рубежом.**

Спасибо за внимание!