

## Заявление для прессы 20 – августа – 2007

### Детектор Борексина регистрирует нейтрино, рожденные в центре Солнца.

Детектор Борексина, созданный при международной кооперации ведущих мировых научных центров в подземной лаборатории, расположенной в горном массиве Гран Сассо (Италия), начал регистрацию нейтрино, излучаемых Солнцем. Впервые были наблюдаены солнечные нейтрино с энергией меньше 1 МэВ (мегаэлектронвольт), которые рождаются в ядерных реакциях, происходящих в центральной области Солнца. Среднее количество регистрируемых нейтрино составляет десятки событий в день. Излучаемые нейтрино очень слабо поглощаются в веществе и являются единственным носителем информации о механизмах генерации энергии и структуре Солнца.

Созданный высокочувствительный детектор предназначен для многоцелевых исследований в области физики нейтрино, астро- и гео-нейтринной физики.

Видео материалы для журналистов доступны на сайте: <http://www.infn.it/comunicazione/media/>

В международном эксперименте Борексина, реализуемом в подземной лаборатории Национального института ядерной физики Италии (INFN), расположенной в горном массиве Гран Сассо в центре Аппенин, получены первые результаты, которые расширяют фундаментальные знания о свойствах нейтрино, механизмах генерации энергии и структуре Солнца. Впервые в режиме реального времени наблюдались солнечные нейтрино с энергией менее 1 МэВ (миллион электрон-вольт), рождаемые в ядерных реакциях в центре Солнца. До настоящего времени только нейтрино более высоких энергий (более 5 МэВ), излучаемые в других и более редких реакциях, детектировались в экспериментах, выполненных в Канаде и Японии. Подготовка и запуск столь крупномасштабного эксперимента являются выдающимся успехом мировой физики. Борексина продолжит набор данных в течении 10 лет, на протяжении одного солнечного цикла.

Исследования свойств нейтрино и распространения нейтрино в веществе и вакууме, с одной стороны, открывают возможность изучения явлений, актуальных для построения более фундаментальной теории субатомной материи, теории эволюции Вселенной.

С другой стороны нейтрино используются как инструмент для исследования внутреннего строения Солнца и проверки Стандартной солнечной модели, теоретически разработанной для объяснения механизмов генерации энергии Солнца. Нейтрино, рожденные в центре Солнца, по пути к Земле проходят огромные слои солнечной материи и приблизительно через 2 секунды покидают его, практически не взаимодействуя с веществом и не изменяя энергии. Для сравнения фотоны, излучаемые в центре Солнца, не имеют ни малейшего шанса вылететь из него, сохранив при этом свои первоначальные свойства. Таким образом, регистрация в подземной лаборатории Гран-Сассо нейтрино, обладающих невероятной проникающей способностью, позволяет осуществить нечто подобное компьютерной томографии Солнца для изучения его свойств и строения.

Детектор Борексина обладает высокой чувствительностью к антинейтрино, излучаемых продуктами распада естественных радиоактивных изотопов, которые содержатся в недрах Земли. Естественная радиоактивность является одним из основных вкладов в достаточно мощный подогрев нашей планеты. Регистрация гео-нейтрино, для изучения радиогенной составляющей теплового потока Земли, затруднена на фоне потоков антинейтрино от реакторов атомных электростанций. Поэтому Гран Сассо является очень

удачным местом, так как лаборатория расположена в центре Италии и достаточно далеко удалена от европейских атомных реакторов, которых в самой Италии нет.

Детектор Борексино будет включен в мировую сеть для регистрации нейтринного излучения, сопровождающего вспышки сверхновых.

Эксперимент Борексино – результат многолетних исследований, которые привели к созданию методик отбора сверхчистых материалов, а также технологий очистки жидкостей и газов от природных радиоактивных примесей до уровней, казавшихся ранее недостижимыми. Очевидно, разработанные новые технологии окажут огромное влияние на фармацевтическую индустрию, индустрию наноматериалов и технологию производства электронных компонент нового поколения.

### **Детектор Борексино, принцип работы.**

Проект Борексино выполняется при участии более 100 высококлассных специалистов разных специальностей, включая физиков, инженеров, технологов.

Финансирование проекта осуществлялось агентствами стран – участников эксперимента. Базовое финансирование было внесено Италией (INFN) при значительном вкладе США, Германии, Франции и **России (Роснаука, ОИЯИ)**.

Разработка и реализация проекта осуществлялись при многолетнем участии специалистов из отделений INFN (Италия) и университетов Милана, Генуи и Перуджи, а также Национальной лаборатории Гран Сассо; Мюнхенского технического университета и Института Макса Планка (Германия); Лаборатории астрочастиц и космологии IN2P3 (Франция), Ягеллонского университета Кракова (Польша); **ОИЯИ Дубна и РИЦ “Курчатовский Институт” (Россия)**; Принстонского университета и Политехнического института штата Виржиния (США). В последние годы в реализацию проекта были вовлечены **ПИЯФ и НИИЯФ МГУ (Россия)**.

Детектор представляет собой стальной цилиндр, соединенный сверху со сферой диаметром 16 метров. Внутренняя структура детектора состоит из нескольких слоев и напоминает русскую матрешку. Внешний слой заполнен 2400 тонн сверхчистой воды, защищающей детектор от естественной радиоактивности горных пород и материалов внешних конструкций. Этот же слой способен регистрировать редкие космические мюоны, не поглотившиеся в 1000-метровой толще скал, окружающих подземную лабораторию. Следующий слой – стальная сфера, заполненная 1000 тонн сверхчистого пседокумола – углеводородного соединения, используемого для защиты центральной части детектора. На внутренней поверхности стальной сферы установлены 2200 фотоэлектронных умножителей (ФЭУ), – чувствительных приборов, способных улавливать очень слабые вспышки света, происходящие при взаимодействии нейтрино в детекторе. И, наконец, в центре детектора находится прозрачный нейлоновый шар радиусом 4.25 метра, содержащий 300 тонн сцинтиллирующей жидкости. Вода и углеводородные соединения, используемые в детекторе, очищены до рекордно низких уровней собственной радиоактивности.

Детектор работает следующим образом: нейтрино при “столкновении” с электроном сцинтиллирующей жидкости передает ему часть энергии, вызывая вспышку света, которая и регистрируется ФЭУ. При этом измеряется не только энергия, высвободившаяся в соударении, но и определяется точка внутри детектора, где нейтрино “столкнулось” с электроном. Последнее обстоятельство очень важно для выделения центральной части детектора с радиусом около 3 метров, максимально защищенную от слабой остаточной радиоактивности внешних материалов.

## Ультра чистые материалы – новые технологии получения и анализа

Детектирование таких “неуловимых” частиц как нейтрино осложняется естественной радиоактивностью, всегда присутствующей в той или иной степени в любых материалах, которая имитирует процессы нейтринного взаимодействия. Поэтому, основные усилия исследователей в проекте Борексина были направлены на подбор радиационно-чистых материалов для сооружения детектора и разработку новых технологий очистки жидкостей и газов от естественных радиоактивных примесей.

В результате исследований, продолжавшихся более 8 лет, удалось достичь фантастических результатов: в каждом грамме вещества, в котором взаимодействует нейтрино, содержится лишь 0.0000000000000001 грамма посторонних примесей. Например, азот использованный в эксперименте обладает уровнем радиоактивности в миллиард раз меньшим, чем природный азот (составляющий почти 80% воздуха).

Для измерений и анализа сверхнизких уровней радиоактивности обычные, даже самые чувствительные, приборы не годились. Поэтому коллаборацией был создан специальный сверхчувствительный детектор - Counting Test Facility (CTF). Он представляет собой детектор, содержащий 4 тонны сцинтиллирующей жидкости внутри прозрачной нейлоновой сферы радиусом 1 метр, окруженной 1000 тоннами сверхчистой воды. Именно на детекторе CTF были отработаны все методики, позволившие достичь и измерить ультра низкие уровни содержания радиоактивных примесей.

Разработанные технологии могут быть адаптированы для нужд любой промышленности, требующей особенно чистые вещества, таких как фармацевтическая индустрия, индустрия производства наноматериалов и электронных компонент нового поколения.

Для дальнейшей информации:

д. физ-мат. наук М.Д.Скорохватов  
РНИЦ «Курчатовский институт», Москва  
[skoro@kiae.ru](mailto:skoro@kiae.ru)  
тел. 7 499 1969926

д. физ-мат. наук О.А.Займидорога  
ОИЯИ, Дубна  
[zaimidor@sunse.jinr.ru](mailto:zaimidor@sunse.jinr.ru)  
тел. 7 496 2167352