Важнейшие достижения ИЯИ РАН в 2013 году

**Подтверждено существование бозона Хиггса.**

В международном эксперименте на детекторном комплексе Компактный мюонный соленоид на Большом адронном коллайдере надёжно подтверждено существование бозона Хиггса – новой элементарной частицы, завершающей построение Стандартной модели элементарных частиц.

ИЯИ РАН в международной коллаборации CMS, Н.В.Красников

**Лучшие ограничения на массу правого бозона и тяжёлого нейтрино.**

По результатам международного эксперимента на детекторном комплексе Компактный мюонный соленоид на Большом адронном коллайдере при полной энергии 8 ТэВ, группа ИЯИ РАН в коллаборации с университетом г. Миннесота (США) получила лучшие на сегодняшний день ограничения на возможную массу правого W-бозона и тяжёлого майорановского нейтрино - новых частиц, существование которых предсказывается теоретическими моделями.

ИЯИ РАН в международной коллаборации CMS, Н.В.Красников

**Обнаружено превращение мюонных нейтрино в электронные нейтрино**

В международном нейтринном эксперименте с длинной базой Т2К обнаружено превращение мюонных нейтрино в электронные нейтрино. Зарегистрировано 28 электронных нейтрино в чистом пучке мюонных нейтрино при ожидаемом фоне 4.6 событий в отсутствие осцилляций, т.е. вероятность того, что случайная статистическая флуктуация может привести к такому эффекту, меньше чем 10-12 .

Результат Т2К является первым наблюдением эффекта появления другого аромата нейтрино, отличающегося от аромата нейтрино в начальном пучке. Открытие нового типа осцилляций предоставляет уникальные возможности для поиска нарушения комбинированной СР чётности в нейтринных осцилляциях. Распределение по энергии зарегистрированных событий и уровень фона в отсутствие осцилляций показаны на рисунке 1.

ИЯИ РАН в международной коллаборации Т2К, Ю.Г.Куденко

 

Рис.1. Распределение по энергии 28 зарегистрированных электронных нейтрино.

**Лучшее в мире ограничение на примесь тяжёлой («стерильной») компоненты к электронному нейтрино**

Получено лучшее в мире ограничение на примесь тяжёлой («стерильной») компоненты к электронному нейтрино в диапазоне масс от 2 до 100 электрон-вольт. Результат основан на обработке данных по измерению массы электронного антинейтрино в бета-распаде трития, собранных за пятилетний период на установке "Троицк-ν-масс" ИЯИ РАН.

Результат важен для актуальной задачи поиска нового тяжёлого нейтрино, существование которого предсказывается в некоторых теоретических моделях.

ИЯИ РАН, В.С.Пантуев

Рис.1. Верхний предел примеси стерильной компоненты в зависимости от массы дополнительного тяжёлого состояния в различных экспериментах.



**Лучший в мире предел для двойного безнейтринного бета распада.**

В рамках международного эксперимента GERmanium Detector Array (GERDA) по поиску двойного безнейтринного бета распада изотопа 76Ge сотрудниками ИЯИ РАН получена нижняя граница периода полураспада 2.1∙1025 лет на уровне достоверности 90%. Измерения проводились в период с ноября 2011 по май 2013 с полной экспозицией 21.6 кг\*год. Достигнут рекордно низкий уровень фона за счёт отбора сигналов по форме импульса. Величина времени жизни изотопа по отношению к указанному распаду позволяет оценить массу нейтрино – одной из основных составляющих Стандартной модели элементарных частиц.

ИЯИ РАН**,** И.Р.Барабанов

**Ограничение на массу фотона в межгалактическом масштабе**

Из анализа данных астрономических наблюдений квазара через гравитационную линзу получено новое ограничение сверху на массу фотона - менее 4.1\*10-42 грамм на 95% уровне достоверности.

Если бы фотон имел небольшую массу, то излучение на разных частотах по-разному отклонялось бы в гравитационном поле. Такой эффект не наблюдается, что и позволило ограничить массу фотона. Это - единственное в мире ограничение, относящееся к межгалактическим масштабам. Данное замечание важно, поскольку в ряде теоретических моделей масса фотона может быть разной в разных местах Вселенной.

ИЯИ РАН, С.В.Троицкий

**Эмиссия нейтронов ядрами индия в ультрапериферических взаимодействиях с ядрами Al, Cu, Sn, Pb.**

Сотрудниками ИЯИ РАН в международной коллаборации ALICE на встречных пучках ускорителя LHC CERN впервые получены новые экспериментальные данные по эмиссии нейтронов ядрами индия с энергией 158 А ГэВ в ультрапериферических взаимодействиях с ядрами Al, Cu, Sn и Pb. Полученные данные раскрывают электромагнитную природу процесса. Получено хорошее согласие экспериментальных данных с предсказаниями модели RELDIS , разработанной в ИЯИ РАН. Эти данные могут быть использованы на LHC для оценки светимости коллайдера и потерь в нём. Возможна экстраполяция данных на более высокие энергии.

ИЯИ РАН в международной коллаборации, А.Б.Курепин

**Рекордный коллапс кристалла, содержащего церий**

Сотрудниками ИЯИ РАН экспериментально обнаружен рекордный коллапс элементарной кристаллической ячейки на основе церия. В валентно-нестабильном интерметаллиде CeNi происходит фазовый переход первого рода с уменьшением объёма на 21%. Работа выполнена методами дифракции нейтронов, дифракции и спектроскопии с использованием синхротронного излучения, техники высокого давления. Определена пространственная группа и структурный тип фазы высокого давления CeNi, что ранее не удавалось сделать научным группам из США, Франции, Германии, России.

Выяснение физического механизма фазовых переходов в соединениях на основе церия — объёмного Кондо-коллапса — до сих пор является одной из главных задач в физике сильнокоррелированных электронных систем и одной из важнейших проблем физики конденсированного состояния.

ИЯИ РАН, Е.С.Клементьев



Кристаллическая структура фазы высокого давления CeNi, подрешетки атомов церия и никеля показаны разными цветами.

Значение скачка объёма при Кондо-коллапсе в соединениях 4f элементов:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| элемент или соединение  | относительное изменение объема, %  | кристаллические структуры фаз  |
| Ce  | 15  | из ГЦК в ГЦК  |
| Ce1-x(Th,La)x  | 10-12  | из ГЦК в ГЦК  |
| Sm(Y)S  | 13  | из кубической в кубическую  |
| YbInCu4  | 0.5  | из кубической в кубическую  |
| **CeNi**  | **21**  | **из орторомбической в кубическую**  |

**Спиновая поляризуемость протона**

В эксперименте по комптоновскому рассеянию поляризованных фотонов на поляризованных протонах, проведённом коллаборацией A2 на ускорителе MAMI (Майнц, Германия) с участием российских учёных из ИЯИ РАН, впервые получена оценка величины спиновой поляризуемости протона – фундаментальной структурной константы, характеризующей отклик спина протона на изменяющееся электромагнитное поле. Этот результат (см.рис.1) открывает принципиальную возможность для прецизионного исследования спиновой структуры нуклонов в электромагнитных взаимодействиях.

ИЯИ РАН в международной коллаборации, Г.М.Гуревич



Рис. 1.

Спиновая поляризуемость протона γE1E1, полученная из измерений

асимметрии комптоновского рассеяния Σ2x.

Точки – эксперимент, кривые – расчёт по дисперсионной модели.

**Ограничение на вероятность рассеяния реликтовых частиц тёмной материи на нуклонах**

Из анализа данных по поиску нейтрино высоких энергий от аннигиляции тёмной материи в Солнце, за 30 лет наблюдений на Баксанском подземном сцинтилляционном телескопе, сотрудниками ИЯИ РАН получено лучшее в мире ограничение на вероятность рассеяния реликтовых частиц тёмной материи на нуклонах.

ИЯИ РАН, О.В. Суворова

**Ограничение на частоту нейтринных всплесков от гравитационных коллапсов звёзд в Галактике**

По данным работы нейтринных телескопов ИЯИ РАН: АСД (Артёмовской научной станции, Украина) и российско-итальянской установки LVD (Гран Сассо, Италия) в течение 36 лет получено самое сильное экспериментальное ограничение на частоту нейтринных всплесков от гравитационных коллапсов звёзд в Галактике: менее 1 события за 15.6 года на 90% уровне достоверности.

ИЯИ РАН в международной коллаборации, О.Г.Ряжская

**Новые ограничения на переход мюонных нейтрино в стерильные нейтрино**

Анализ данных международных экспериментов OPERA и IKARUS, полученных с участием ИЯИ РАН, по поиску стерильных нейтрино позволил поставить новые ограничения на параметры осцилляций мюонных нейтрино в стерильные нейтрино.

ИЯИ РАН в международной коллаборации, В.А.Матвеев, О.Г.Ряжская



Рис. Диаграмма исключений для параметров нестандартных νμ → νe осцилляций, полученная с использованием метода Байеса.