Важнейшие достижения ИЯИ РАН в 2014 году

стр

Фундаментальные исследования

Поиск безнейтринного двойного бета-распада 76Ge. Проект GERDA 5
Первое измерение спиновых поляризуемостей протона 7
Наблюдение суточных и годовых вариаций периода полураспада 214Po 9
Поставка и запуск прецизионного магнитного соленоида позитронного накопителя установки AEGIS 2
Предложение нового эксперимента по поиску лёгкой, в диапазоне масс 1 – 100 MeV, тёмной материи на ускорителе SPS в ЦЕРНе 3
Разработка предложения для эксперимента ICARUS по поиску радиационного распада тяжёлого нейтрино 4
Модернизация установки проекта NA6 14
Модернизация установки ALICE 15
Исследование рождения пионов на внутреннем пучке Нуклотрона ОИЯИ 16
Объяснение ядерного глория-эффекта ('Света Будды' кумулятивных частиц) 20
частоту нейтринных всплесков от гравитационных коллапсов звёзд в Галактике: менее 1 события за 16.07 года на 90% уровне достоверности. 23
С помощью детектора LVD, получена экспериментальная величина выхода нейтронов, генерированных мюонами космических лучей в железе, дополнительно установленном внутрь структуры установки. Yn = (16±4)×10-4 n/μ/(г·см-2). 23
В международном эксперименте OPERA, с участием российских ученых ИЯИ РАН, обнаружено четвертое событие-кандидат на появление тау нейтрино 23
«Горячее пятно» на карте космических лучей ультравысоких энергий 24
Открытие статистически значимой аномальной прозрачности Вселенной для гамма-излучения высоких энергий 25
рекордные ограничения на параметры моделей, в частности, масса правого W бозона исключена вплоть до 3 Tev для массы тяжелого нейтрино равной половине массы правого W-бозона 27
На сильноточном линейном ускорителе ИЯИ РАН проведено пять сеансов 28

Инновационные разработки, готовые к практическому применению

Разработка технологии производства нового источника для брахитерапии на основе иттербия 6
Разработка технологии протонной терапии 6
Использование электронных ускорителей для наработки радиоизотопа 18F для медицинской позитронно – эмиссионной томографии 8
Система мониторирования транспортировки терапевтического пучка протонов на медицинском канале ИЯИ РАН по вторичному нейтронному излучению 11
Исследование влияния техногенного воздействия линейного ускорителя и естественной радиоактивности на окружающую среду 12
В рамках исследований естественного радиационного фона, создаваемое космическими лучами высоких энергий 13
Радиоизотопные исследования 17
…арктической электростанции, вырабатывающей электрическую энергию за счет кристаллизации воды с отводом тепла охлаждением холодным арктическим воздухом 21
Завершено выполнение НИР по договору с ОИЯИ 28

Поставка и запуск прецизионного магнитного соленоида позитронного накопителя установки AEGIS

Создание прецизионного соленоидального магнита является важным этапом создания позитронного накопителя установки AEGIS (эксперимент AEGIS – измерение ускорения свободного падения атомов антиводорода в поле Земли, предназначен для проверка принципа эквивалентности материи и антиматерии). В 2014 году прецизионный соленоид был запущен в эксплуатацию в ЦЕРНе для проведения первых тестовых измерений, и установки в накопитель на канале установки. Внешний вид соленоида установленного в накопитель позитронов показан на Рис.1. Величина неоднородности магнитного поля была улучшена с помощью подстройки корректирующими катушками и составляет +- 0.1 %, что находится в хорошем согласии с требуемой величиной неоднородности поля для накопления проектного числа позитронов. В 2014 г. на установке была получена рекордная интенсивность позитронов близкая к проектной величине 10^8. (РАЗМЕРНОСТЬ ???)

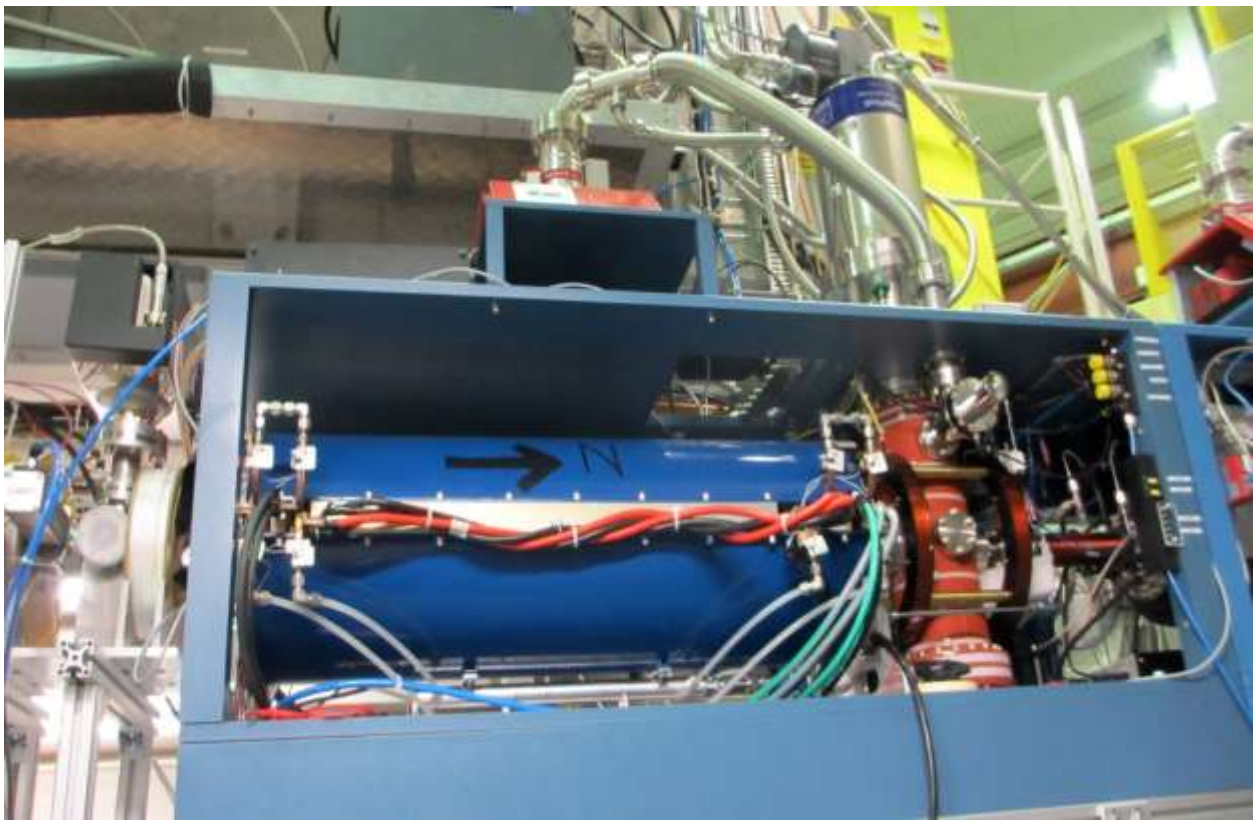


Рис. 1 – Общий вид прецизионного магнитного соленоида разработанного сотрудниками ИЯИ РАН, поставленного и установленного в установке AEGIS.

Научный руководитель работы: с.н.с , к.ф.-м.н. С.Н.Гниненко
Телефон: 89653988483
Email: Sergey.Gninenko@cern.ch

Новый ~~тип~~ эксперимент по поиска у лёгкой, в диапазоне масс 1 – 100 MeV, тёмной материи на ускорителе SPS в ЦЕРНе.

В работе показано, что если фотоны скрытого сектора, возникающие в различных расширениях Стандартной Модели, существуют, то они могут рождаться за счёт кинетического смешивания с солнечными фотонами в области энергий порядка электронвольт. Поток таких фотонов мог бы быть зарегистрирован в эксперименте Super-K и/или модифицированной установке CAST в ЦЕРНе, предназначенной для поиска

солнечных аксионов. Чувствительность предлагаемых экспериментов была оценена с помощью методов моделирования предлагаемого эксперимента. Предполагаемая область чувствительности к параметру смешивания фотонов в зависимости от массы парафотона. Чем ниже уровень шума и чем больше диаметр вакуумного объёма, тем выше уровень чувствительности к параметру смешивания. Для большинства рассмотренных значений параметров чувствительность выше, чем у недавно выполненных поисков регенерации скрытых фотонов в лазерных экспериментах.

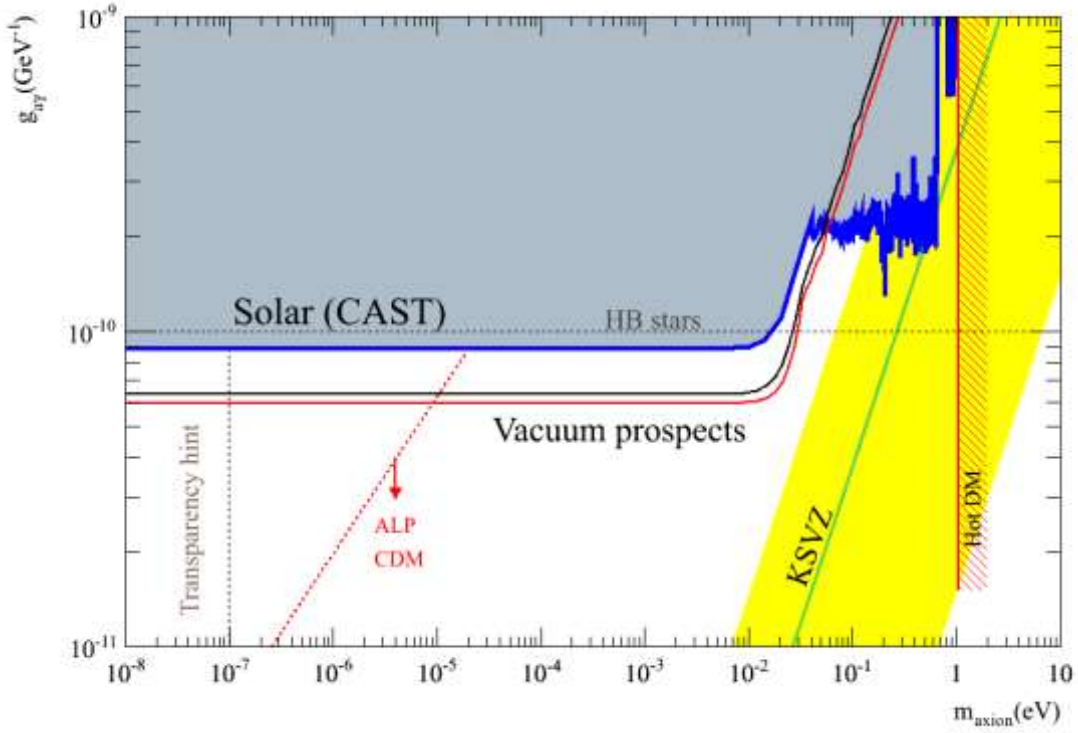


Рис. 1. Планируемая чувствительность модернизированного эксперимента CAST по поиску аксиона в вакууме.

Научный руководитель работы: с.н.с , к.ф.-м.н. С. Н. Гниненко
Телефон: 89653988483
Email: Sergei.Gninenko@cern.ch

Разработка предложения для эксперимента ICARUS по поиску радиационного распада тяжёлого нейтрино.

Предложено объяснение наблюдения избытка событий от электронных антинейтрино в области энергий 200-400 МэВ в эксперименте MiniBooNE. Предложено использовать прототип установки ИКАРУС в качестве жидкого аргонового детектора для регистрации радиационных распадов тяжёлого нейтрино. Основная идея поиска распада тяжёлого нейтрино относится к случаю, когда рождение тяжёлого нейтрино происходит в beam dump'e нейтринного пучка CERN PS, Рис. 1. Если тяжелое нейтрино является относительно долгоживущей частицей, то после образования оно успевает пролететь заметное расстояние и распасться на фотон и более легкое нейтрино в ближнем детекторе ИКАРУС. В последующем, в этой части детектора распад тяжёлого нейтрино на гамма квант и легкое нейтрино сопровождается конверсией гамма кванта в жидком аргоне в электрон–позитронную пару. Экспериментальной сигнатурой события от распада тяжёлого нейтрино является наблюдение избытка электрон–позитронных пар над хорошо предсказанным уровнем фона. Оценка чувствительности этого эксперимента показывает, что параметры массы и смешивания тяжёлого нейтрино с мюонным нейтрино могут быть также надежно проверены или исключены.

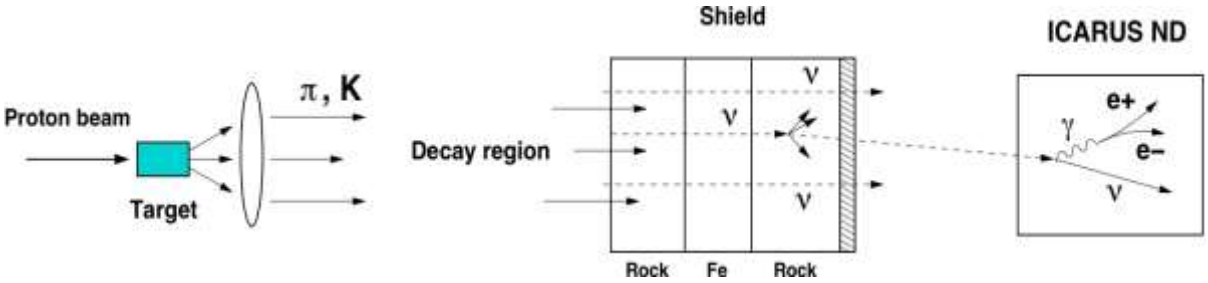


Рис. 1. Схематичная иллюстрация метода поиска радиационного распада тяжёлого нейтрино в эксперименте ИКАРУС.

Научный руководитель работы: с.н.с , к.ф.-м.н. С. Н. Гниненко

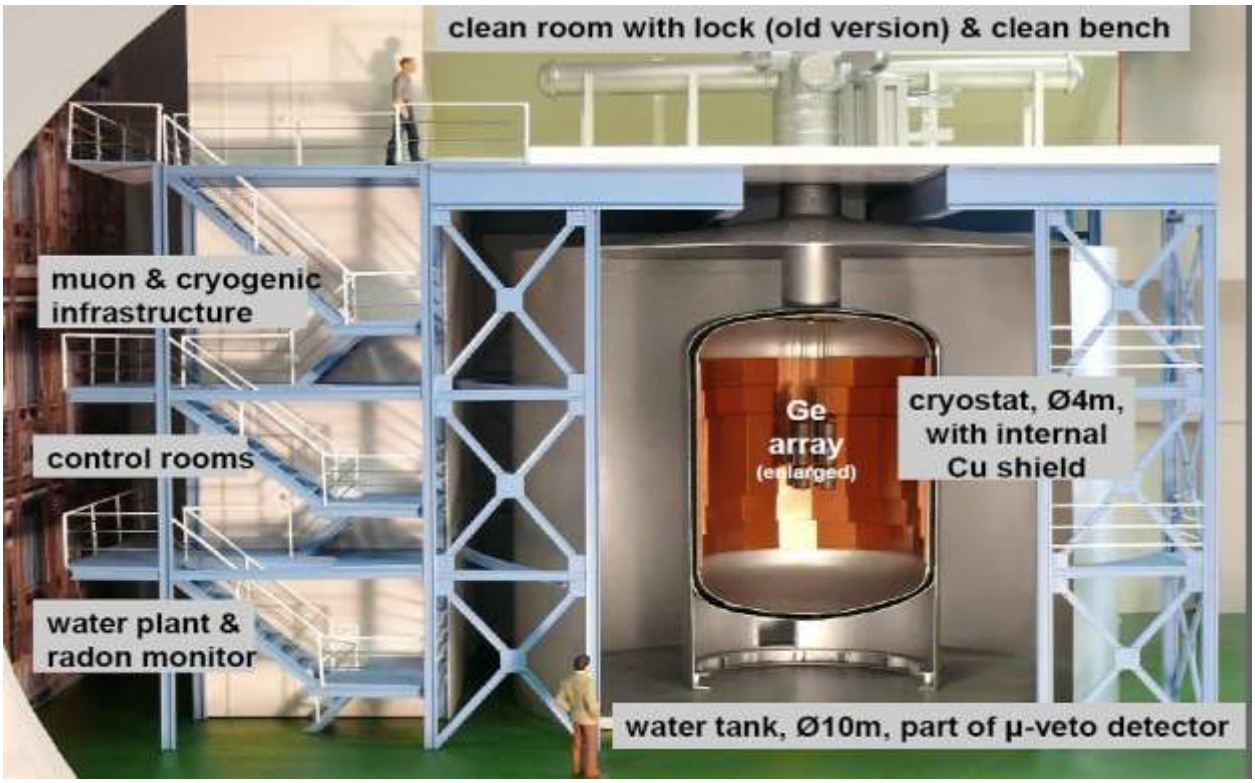
Телефон: 89653988483

Email: Sergei.Gninenko@cern.ch

Поиск безнейтринного двойного бета-распада ^{76}Ge. Проект *GERDA*

Экспериментальная установка состоит из системы германиевых детекторов (обогащённых по изотопу Ge-76), помещённых в пассивную защиту из жидкого аргона, который очищен от радиоактивных примесей до высокой степени чистоты. В течение 2014 г. закончена первая фаза эксперимента. Используемые в анализе данные были получены с полной экспозицией 21,6 кг.год. Из отсутствия сигнала получен верхний предел для периода полураспада ^{76}Ge – $2{,}1 \cdot 10^{25}$ лет (90%). Полученное значение не подтверждает, стоящий на повестке дня в течение 10 лет интригующий положительный результат группы Клапдора по $2\beta0\nu$ распаду ^{76}Ge $(1{,}19(+0{,}37\text{-}0{,}23) \cdot 10^{25}$ лет). Результат является наилучшим по сравнению с другим современными экспериментами по поиску двойного безнейтринного бета распада.

PHYSICAL REVIEW LETTERS, **111, p.122501-506**



Установка *GERDA*

Руководитель проекта Л.Б. Безруков

- По теме «Разработка технологии производства нового источника для брахитерапии на основе иттербия» были проведены исследования, которые показали применимость и дополнительные преимущества новых отечественных источников с иттербием для различных современных направлений в брахитерапии: низкодозовая брахитерапия, выскодозовая брахитерапия, импульсная брахитерапия и брахитерапия с визуальным контролем. Эти результаты являются новыми для мировой науки и готовятся к опубликованию.

- По теме «Разработка технологии протонной терапии» была создана авторская программная система, позволяющая на основе методов Монте-Карло в автоматическом режиме рассчитывать конструкцию индивидуальных формирующих устройств для протонной терапии с заданной точностью. Точность формирующих устройств, полученных с помощью данной программной системы, находится на мировом уровне.

С.В.Акулиничев, akulinic@inr.ru , +7-495-851-01-80

Первое измерение спиновых поляризуемостей протона

В результате международного эксперимента, выполненного коллаборацией A2 на пучке поляризованных фотонов от ускорителя MAMI с использованием поляризованной протонной мишени ОИЯИ-ИЯИ, впервые определены все четыре спиновые поляризуемости протона γ_{E1E1}, γ_{M1M1}, γ_{E1M2}, γ_{M1E2}, которые описывают воздействие внешнего электромагнитного поля на спиновую структуру протона. Определение этих фундаментальных структурных констант дает новую фундаментальную информацию о строении ядерной материи на уровне нуклонных степеней свободы.

Приложение – рис.1.

ИЯИ РАН в коллаборации A2, Г.М.Гуревич (499-1354043, gurevich@cpc.inr.ac.ru), ЛФЯР.

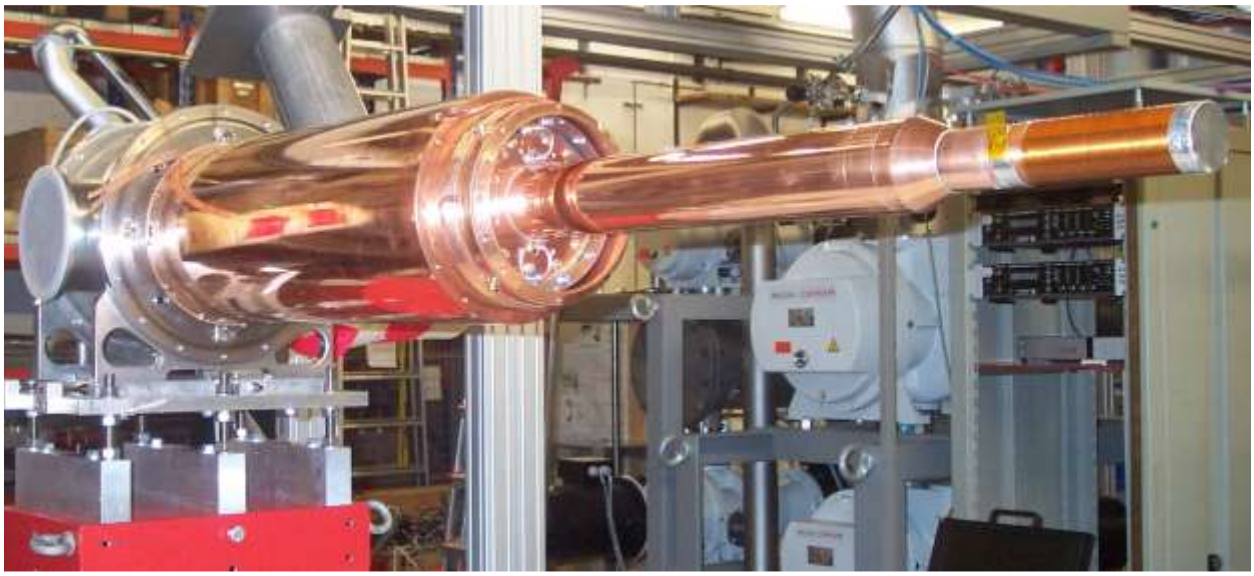


Рис. 1.
Поляризованная мишень с рекордными на мировом уровне параметрами – российскй вклад в эксперимент

Использование электронных ускорителей для наработки радиоизотопа ^{18}F для медицинской позитронно – эмиссионной томографии.

Получен патент на способ наработки радиоизотопов для целей ядерной медицины (совместно с ФИАН им.П.Н. Лебедева). Экспериментально показано (совместно с НИИЯФ МГУ им.Ломоносова), что на ускорителях электронов с энергией 55 МэВ и средним током пучка ~ 40 мкА. в результате облучения мишени из NaOH толщиной 10 г/см^2 в течение времени ~ 5.5 час возможно получение радиоизотопа ^{18}F в водном растворе с полной активностью ~ (40÷60) мКи и удельной активностью ~ (2÷3) мКи/мл. Указанный изотоп предназначен для использования в медицинских позитронно – эмиссионных томографах.

Приложение – рис.1.

ИЯИ РАН, ЛФЯР, Л.З.Джилавян dzhil@cpc.inr.ac.ru

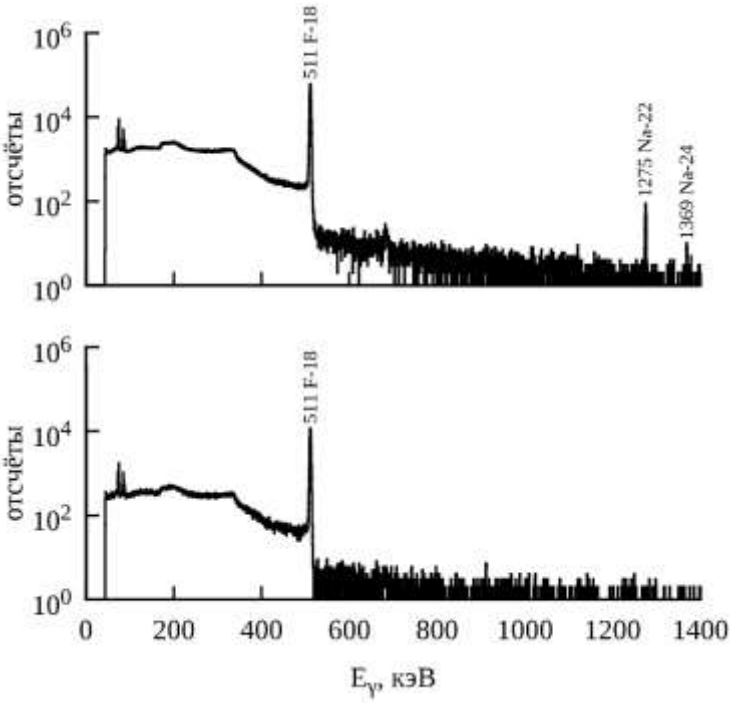


Рис.1.

γ- спектры облученной мишени (вверху) и выделенного препарата (внизу).

Наблюдение суточных и годовых вариаций периода полураспада ^{214}Po

Е.Н.Алексеев[1], Ю.М.Гаврилюк[1], А.М.Гангапшев[1], В.В.Казалов[1], В.В.Кузьминов[1], С.И.Панасенко[1,2], С.С.Раткевич[1,2].
1. Институт ядерных исследований РАН (г. Москва, Россия).
2. Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина (г. Харьков, Украина)

В БНО ИЯИ РАН с 2008 года проводится с возрастающей точностью непрерывное экспериментальное исследование поведения во времени периода полураспада (**τ**) ядра ^{214}Po. Предметом анализа являются временные ряды значений **τ** с различным временным шагом. Полное время измерений после последней модернизации составило 590 дней. В ряду значений **τ** впервые обнаружены годовая вариация с амплитудой $A=(8.3\pm2.5)\cdot10^{-4}$, солнечно-суточная вариация с амплитудой $A_C=(7.5\pm2.8)\cdot10^{-4}$, лунно-суточная вариация с амплитудой $A_Л=(7.0\pm1.8)\cdot10^{-4}$ и звёздно-суточная вариация с амплитудой $A_З=(7.1\pm2.0)\cdot10^{-4}$. Усреднённое за 590 дней значение периода полураспада ^{214}Po составило величину **τ** = 163.46±0.04 мкс.

Публикации:
1. E.N. Alexeyev, V.V. Alekseenko, Ju.M. Gavriljuk, A.M. Gangapshev, A.M. Gezhaev, V.V. Kazalov, V.V. Kuzminov, S.I. Panasenko, S.S. Ratkevich, S.P. Yakimenko. "Experimental test of the time stability of the half-life of alpha-decay ^{214}Po nuclei" Astroparticle Physics, 46 (2013) 23-28.
2. E.N.Alexeev, Yu.M. Gavrilyuk, A.M. Gangapshev, V.V. Kazalov, V.V. Kuzminov, S.I. Panasenko, S.S. Ratkevich. "Sources of the systematic errors of ^{214}Po half-life measurements."
The talk given at the Workshop on Prospects of Particle Physics 2014 "Neutrino Physics and Astrophysics", January 26 - Ferbuary 2, 2014, Valday, Russia.
arXiv: 1404.5769v1 [nucle-ex] 23 Apr 2014.
Направлена для публикации в трудах конференции
3. Доклад /Е.Н.Алексеев, Ю.М.Гаврилюк, А.М.Гангапшев, В.В.Казалов, В.В.Кузьминов, С.И.Панасенко, С.С.Раткевич. «Предварительные результаты поиска суточных и годовых вариаций периода полураспада ^{214}Po»/. Заявлен для представления на сессии-конференции секции ЯФ ОФН РАН «Физика фундаментальных взаимодействий» // « ICSSNP2014 (17.11.2014 - 21.11.2014)//.

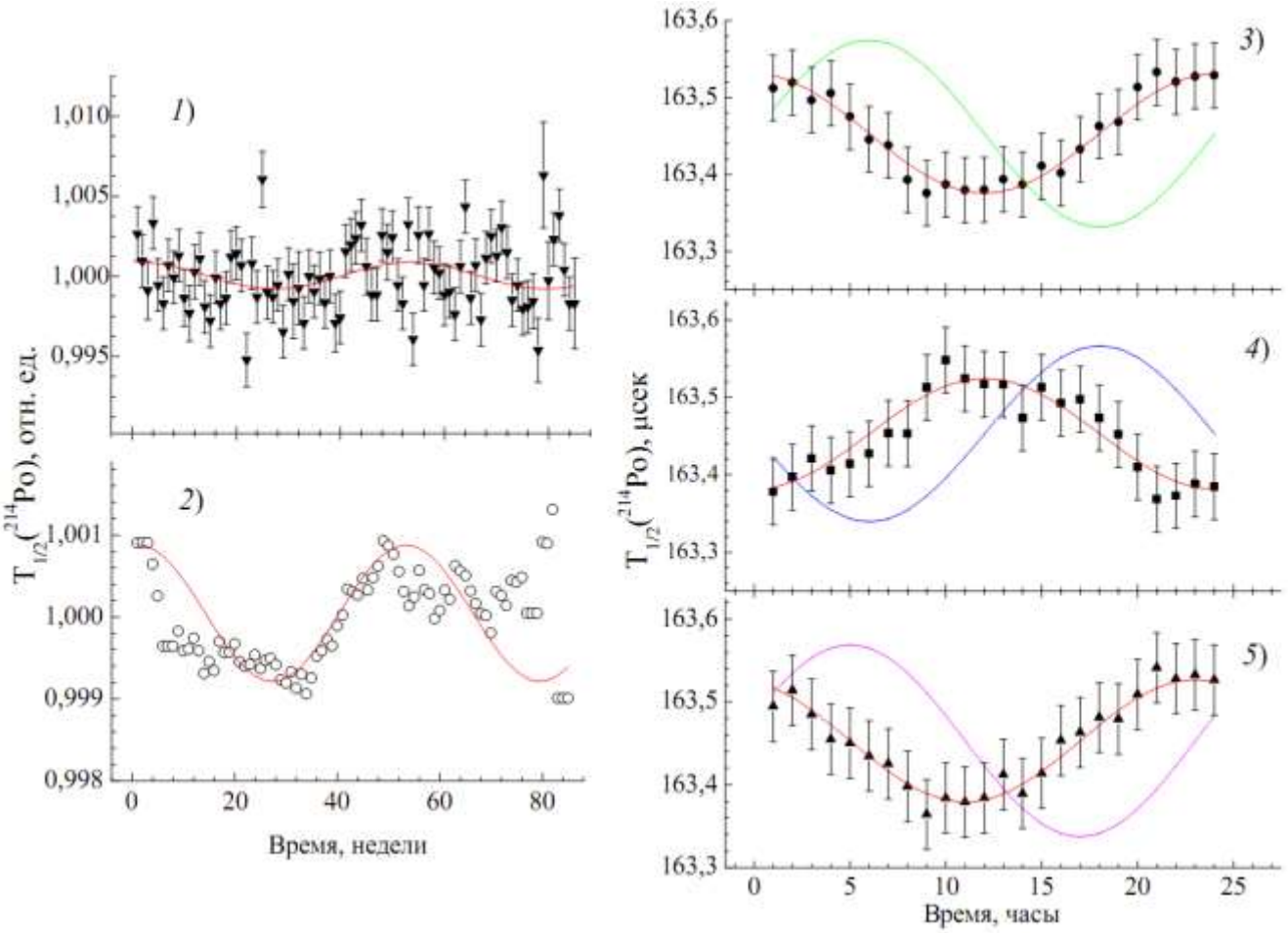


Рис.1. **Левая панель** – временно**е** распределение нормированных на среднее значений периода полураспада ^{214}Po, определённых по распадным кривым, накопленным за неделю. *1*) (▼) - исходные значения; *2*) (○) - значения, полученные скользящим усреднением по 18 точкам исходных данных (первые и последние 9 точек получены усреднением по 3 точкам слева и справа). Красным цветом нанесена аппроксимирующая годовая синусоида.

Правая панель – временное распределение с часовым шагом значений периода полураспада ^{214}Po, полученных из интегральных распадных кривых, накопленных за 12 часов средних за период наблюдения суток (полученное значение отнесено к часу, открывающему интервал усреднения). *3*) 24-часовые сутки в солнечном времени; *4*) 24-часовые сутки в лунном времени; *5*) 24-часовые сутки в звёздном времени. Цветные синусоиды – дифференциальные распределения, восстановленные из красных аппроксимирующих кривых.

Система мониторирования транспортировки терапевтического пучка протонов на медицинском канале ИЯИ РАН по вторичному нейтронному излучению

Создана система мониторирования транспортировки терапевтического пучка протонов на медицинском канале ИЯИ РАН по вторичному нейтронному излучению от потерь пучка (на уровне лучших в мире систем мониторинга ???). Система регистрирует в режиме реального времени изменения интенсивности нейтронного излучения в канале транспортировки и в процедурной протонной терапии при открытом и закрытом затворе пучка (рис. 1). Это позволяет контролировать терапевтическую дозу на биологическую мишень (пациент) при проведении лечебных процедур.

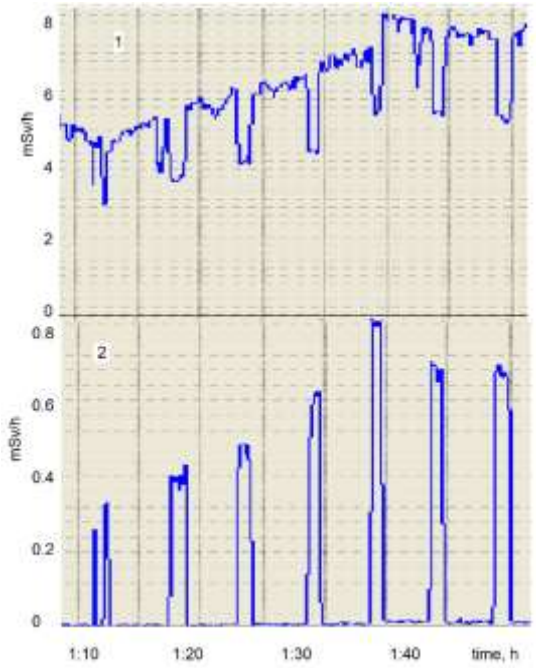


Figure 1: The profile of the neutron background:
1 - in the medical channel in front procedural;
2 - in the procedural of proton therapy (PT).

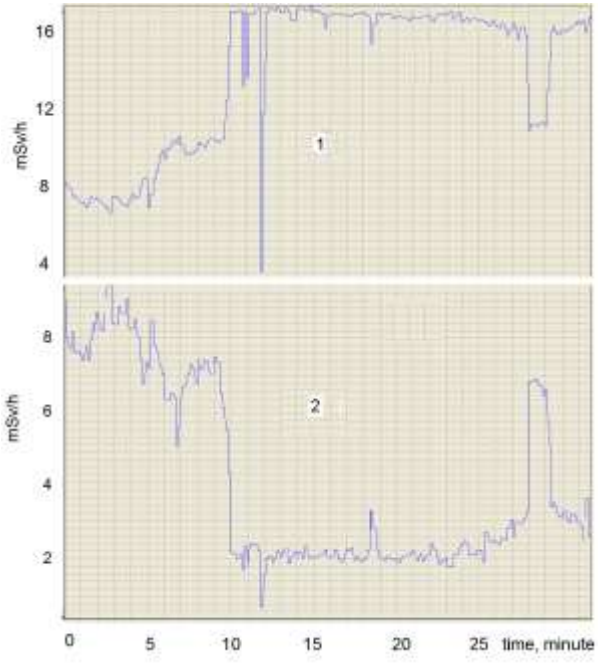


Figure 2: The profile of the neutron background:
1 - in the near the bending magnet of medical channel;
2- in the front of the procedural of proton therapy.

Система регистрирует в режиме реального времени изменения интенсивности нейтронного излучения в канале транспортировки из-за нестабильной работы формирующих элементов (рис. 2). Это позволяет своевременно получать информацию о потерях пучка и оперативно проводить коррекцию параметров формирующих устройств канала транспортировки для улучшения качества проводки пучка.

Руководитель ст. н. с. ЛМФ Скоркин В.М.

Исследование влияния техногенного воздействия линейного ускорителя и естественной радиоактивности на окружающую среду.

1. Разработана система непрерывного радиационного мониторинга уровня рентгеновского, гамма, бета и нейтронного излучений линейного ускорителя и радионуклидов газоаэрозольных выбросов на территории и в санитарно-защитной зоне ИЯИ РАН и в прилегающей жилой зоне г. Троицка г. Москва (на уровне лучшего в мире ???).

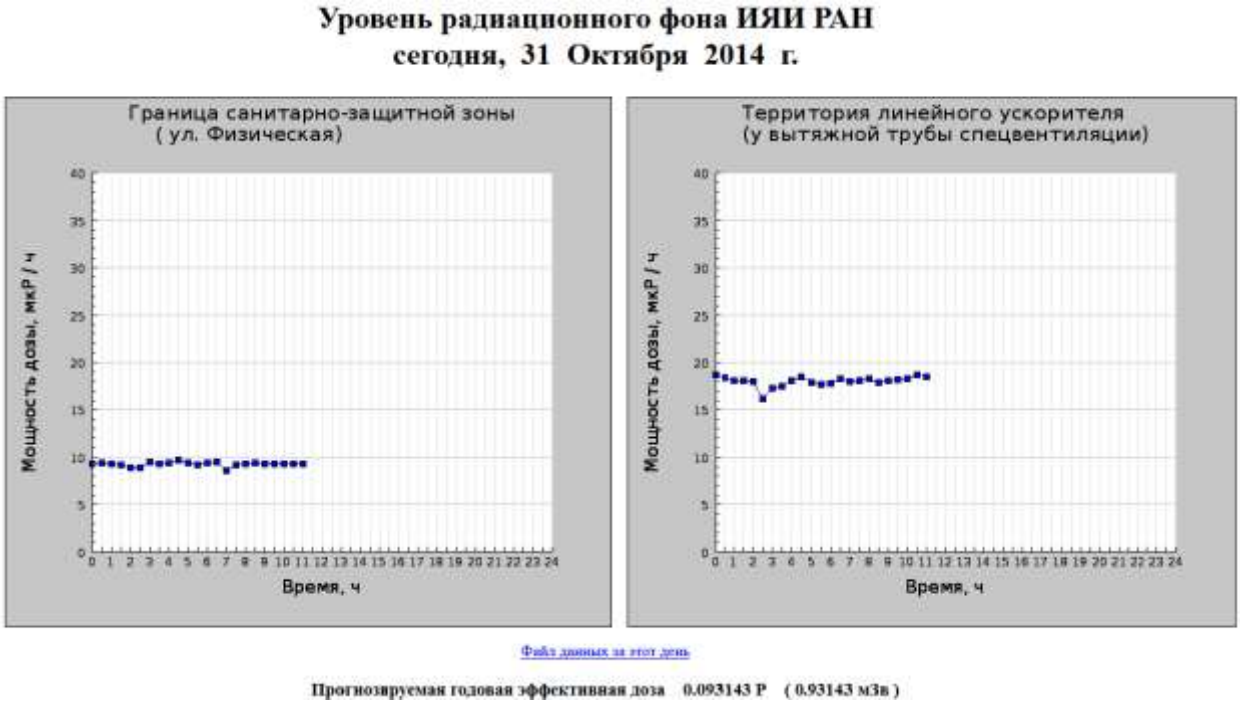


Рис.3. Уровень рентгеновского, г. Гамма и бета радиационного фона в пунктах радиационного мониторинга территории и санитарно-защитной зоны ИЯИ РАН

Рис.4. Территория и санитарно-защитная зона ИЯИ РАН и прилегающая жилая зона. 1- Пункт непрерывного радиационного мониторинга вблизи вытяжной трубы линейного ускорителя; 2- Пункт непрерывного радиационного мониторинга на границе санитарно-защитной зоны на ул. Физическая; --- граница СЗЗ

В рамках исследований естественного радиационного фона, создаваемое космическими лучами высоких энергий

Проведено исследование повышенного радиационного фона (нейтронного) на высокогорном научном полигоне “Ак-Архар”, расположенном в Мургабском р-оне Горно-Бадахшанской автономной области Республики Таджикистан (ГБАО РТ) на высоте 4370 м н.у.м. в Международном научно-исследовательском центре Памир-Чакалтая Академии наук Республики Таджикистан.

В ходе исследований проведён радиационный мониторинг нейтронного (медленных нейтронов), а также гамма, бета и альфа радиационного фона. Был зарегистрирован повышенный уровень гамма и нейтронного фона на установке рентгеноэмульсионой камеры (РЭК), а также на территории полигона в сборках свинца и резины. Повышенного бета и альфа радиационного фона не обнаружено.

Заключение: Источником радиационного фона являются космические лучи высоких энергий, создающие излучение быстрых нейтронов в сборках свинца, которые замедляются до тепловых нейтронов. Вредное воздействие на окружающую среду и население могут оказывать быстрые нейтроны от космических лучей и повышенный уровень радоновой активности отдельных регионов Земли (Памир).

Для исследований воздействия быстрых нейтронов от космических лучей высоких энергий на человека и космических ливней был разработано предложение исследовать нейтронную компоненту космических ливней на установке по времени замедления в свинце СВЗ -100. С помощь имеющихся детекторов медленных нейтронов возможно измерение временной структуры и интенсивности нейтронной компоненты космических ливней.

И.о. зав. сек. РМ ОС Скоркин В.М.

skorkin@inr.ru телефон: 8 925 8075785

Важнейшие достижения

Лаборатории релятивистской ядерной физики в 2014 г.

1) Модернизация установки проекта NA61 (отв. исп. Ф.Ф.Губер)

Успешно выполнена модернизация аналоговой электроники считывания, системы температурной стабилизации и системы управления и контроля переднего адронного калориметра эксперимента NA61 в ЦЕРНе. Калориметр разработан и изготовлен силами ИЯИ РАН и является важнейшей детекторной системой в эксперименте NA61 по поиску критической точки фазового перехода из состояния обычной ядерной материи в состояние кварк-глюонной плазмы. Калориметр полностью подготовлен к физическому сеансу на пучке ядер аргона, который состоится в начале 2015г.

Рис.1. Фото переднего адронного калориметра эксперимента NA61,

разработанного и изготовленного ИЯИ РАН.

Модернизация установки ALICE (отв. исп. Т.Л.Каравичева)

Разработана концепция черенковского T0-Plus-детектора на основе кварцевых радиаторов и микроканальных ФЭУ для триггерного FIT-детектора установки АЛИСА. Для проведения исследований временных и амплитудных характеристик микроканальных ФЭУ был подготовлен прототип элемента детектора . Основными компонентами детектора являются микроканальных ФЭУ XP85012/A1-QMCP-PMTPlanacon с кварцевым окном, кварцевые радиаторы и пассивная быстрая электроника. На рис.2 показан механический корпус, четыре кварцевых радиатора, XP85012/A1-QMCP-PMT.Тестовые испытания были проведены в июле 2014 года на пучке PS,CERN. На рис.3 показана экспериментальная установка и расположение триггерных детекторов вдоль оси пучка.

Рис.2 Прототип элемента детектора FIT

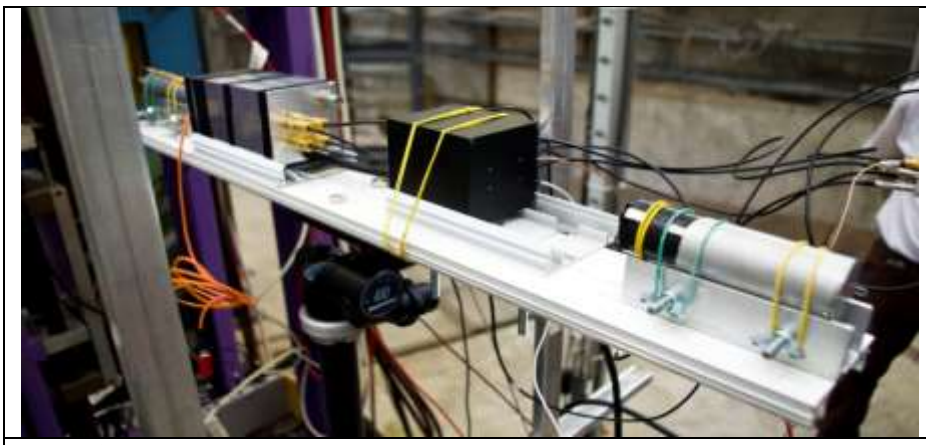


Рис.3 Экспериментальная установка и расположение триггерных детекторов вдоль оси пучка PS,CERN.

3) Исследование рождения пионов на внутреннем пучке Нуклотрона ОИЯИ (отв. исп. Е.В.Карпечев)

Завершена обработка данных, полученных в двух сеансах измерений на внутреннем пучке Нуклотрона по исследованию аномальной зависимости от энергии выхода пи-мезонов с использованием пробежного телескопа. В результате анализа данных по времени пролета и по потерям энергии выполнена идентификация пионов и протонов. Измерено отношение выходов пионов к протонам.

Радиоизотопные исследования
(01.2.00 305488)
Б.Л. Жуйков

Совместно с РНЦ РХТ (С-Петербург) проведены работы по изучению выхода рубидия-82 из генератора $^{82}Sr/^{82}Rb$ с исходной активностью 160 мКи в разных режимах медицинской эксплуатации. Генератор изготавливается в условиях GMP с использованием стронция-82, произведенного в ИЯИ РАН и выделенного в Лос-Аламосе. В результате, достигнуты рекордные характеристики генератора и продемонстрирована возможность эффективной ПЭТ-диагностики в течении длительного времени (78 дн.) не только кардиологических, но и ряда онкологических заболеваний. Эта разработка внедряется также во Франции совместно с научно-производственным центром ARRONAX и компанией LEMER PAX.

Совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова разработана методика получения медицинских терапевтических α-активных радионуклидов актиния-225 и одновременно - радия-223, включающая облучение металлической ториевой мишени на ускорителе ИЯИ РАН протонами средних энергий и радиохимическое выделение актиния и радия с помощью экстракционной хроматографии.

Разработана концепция сооружение нового циклотрона 70 МэВ фирмы IBA в зд. 25 для производства стронция-82 и др. изотопов. Согласно проведенным расчетам и модельным экспериментам, стронций-82 можно получать на пучке протонов высокой интенсивности (около 500 мкА) на мишени из циркулирующего металлического рубидия. Финансирование проекта будет осуществляться компанией Центр развития ядерной медицины (при НЦ «Курчатовский институт») .

Публикации

1. В. М. Чудаков, Б. Л. Жуйков, С. В. Ермолаев, В. М. Коханюк, М. И. Мостова, В. В. Зайцев, С. В. Шатик, Н.А. Костеников, Д. В. Рыжкова, Л. А. Тютин. Исследование характеристик генератора ^{82}Rb для позитронно-эмиссионной томографии. Радиохимия, 2014,т. 56, Вып. 5, с. 455-461.
2. R.A. Aliev, S.V. Ermolaev, A.N. Vasiliev, V.S. Ostapenko, E.V. Lapshina, B.L. Zhuikov, N.V. Zakharov, V.V. Pozdeev, V.M. Kokhanyuk, B.F. Myasoedov, S.N. Kalmykov. Isolation of medicine-applicable actinium-225 from thorium targets irradiated by medium-energy protons. Solvent Extraction and Ion Exchange, 2014, v. 32, p. 468-477.
3. B.L. Zhuikov. The future of isotope production on medium and high energy proton beams. 8th Int. Conf. on Isotopes. Chicago, August 24-29, 2014. Abstracts. P. 252.
4. E. Lapshina, S. Ermolaev, B. Zhuikov, A. Vasiliev, V. Ostapenko, R. Aliev, S. Kalmykov. Recovery of actinium-225 and radium-223 from natural thorium irradiated with protons. 4th International Nuclear Chemistry Congress, Maresias, São Paulo, Brazil, 14-19 September, 2014.
5. Ostapenko, A. Vasiliev, E. Lapshina, S. Ermolaev, R. Aliev, S. Kalmykov, B. Zhuikov. Separation of ^{225}Ac from rare earth elements generated by proton irradiation of natural thorium. 4th International Nuclear Chemistry Congress, Maresias, São Paulo, Brazil, 14-19 September, 2014.

6. Жуйков Б.Л. Методы выделения и разделения медицинских радионуклидов, получаемых на ускорителях. Материалы IV Всероссийского симпозиума с международным участием «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии», Краснодар, 28 сентября - 04 октября 2014 г., с. 132.
7. Е.В. Лапшина, С.В. Ермолаев, Б.Л. Жуйков, С.Н. Калмыков, Р.А. Алиев, В.С. Остапенко, А.Н. Васильев, С.С. Данилов. Выделение и концентрирование ^{223}Ra из облученного протонами природного тория. Материалы IV Всероссийского симпозиума с международным участием «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии», Краснодар, 28 сентября - 04 октября 2014 г., с. 146.
8. В.С. Остапенко, А.Н. Васильев, Е.В. Лапшина, С.В. Ермолаев, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков, Б.Л. Жуйков. Выделение ^{225}Ac из природного тория, облученного протонами средней энергии. Материалы IV Всероссийского симпозиума с международным участием «Разделение и концентрирование в аналитической химии и радиохимии», Краснодар, 28 сентября - 04 октября 2014 г., с. 155.
9. Ostapenko V., Vasiliev A., Lapshina E., Ermolaev S., Aliev R., Totskiy Yu., Zhuikov B., Kalmykov S. Separation of actinium-225 from fission and spallation products by extraction chromatography. J.Radioanalyt. Nucl. Chem., submitted, 2014.

Важнейшие достижения Копелиович В.Б.

1. Краткое наименование достижения

Объяснение ядерного глория-эффекта ('Света Будды' кумулятивных частиц).

2. Краткое изложение сути достижения, доступное пониманию неспециалиста, по-возможности без формул, не более 10 строк, с указанием уровня достижения (лучшее в мире, на уровне лучшего в мире…)

Впервые (в мире) дано объяснение ядерного глория эффекта, или

эффекта обратной фокусировки, наблюденного экспериментально в ОИЯИ (Дубна) и ИТЭФ (Москва) в 70-е и 80-е годы. Эффект состоит в увеличении дифференциального сечения рождения кумулятивных частиц вблизи от направления строго назад. Объяснение дано аналитически в рамках механизма многократных взаимодействий. Его следствием является предсказание этого же эффекта для кумулятивных гиперонов, каонов и других частиц.

Публикация:

статья "Buddha's light" of cumulative particles, J.Phys. G 41 (2014) issue 12;

arxiv:1403.1992 [nucl-th].

Были также представлены доклады на конференциях Quarks-2014 (Suzdal', June 2014): Quark Confinement (Saint Petersburg, September 2014) и на конференции, посвященной 80-летию В.М.Лобашева.

3. Желательна иллюстрация в виде приложенного файла (картинки jpeg, gif, tiff или другого

формата, слайда презентации…)

4. Контактное лицо или Научный руководитель работы (телефон, адрес эл.почты),

подразделение-головной исполнитель (можно добавить ответственных исполнителей, подразделения-соисполнители)

В.Б.Копелиович kopelio@inr.ru 4957119841

Важнейшие достижения в 2014г. тематической группы поиска темной материи Вселенной и прикладных исследований ОЭФ ИЯИ РАН

(научный руководитель д.ф.м.н. Овчинников Б.М.)

Предложения в доклад президента РАН:

В соответствии с предложением Помощника Президента РФ А. Фурсенко, утвержденным

Президентом РФ В.В.Путиным, о реализации пилотных проектов по медицине и энергетике,

предлагаем включить в доклад президента РАН следующие важнейшие достижения группы:

1. Проведены экспериментальные исследования, направленные на создание арктической электростанции, вырабатывающей электрическую энергию за счет кристаллизации воды с отводом тепла охлаждением холодным арктическим воздухом. Показана реальность создания такой электростанции. Опубликовано ,ж-л Теплотехника ,№2(2004)72.Б.М.Овчинников и др.

2.Впервые разработаны и внедрены в широкую медицинскую практику терапевтические

методы лечения смесями благородных газов с кислородом таких заболеваний, как : острое

нарушение мозгового кровообращения, гипертония, депрессия, диабет, наркомания, возрастная атрофия коры головного мозга, мужская импотенция и др. В настоящее время аргон- кислородные смеси выпускаю т и продают более 10 фирм РФ.

- *3 Доклада по методам лечения БГ+O_2 на 3-м Евразийском конгрессе по медицинской*

Физике и инженерии МГУ ,июнь 2010.

- Доклад на международной научно-практической конференции “Высокие технологии.

Фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине”.

С-Петербург,ноябрь 2010.

- Сб. трудов: “Доклады на 6 Троицкой международной конф.”Мед.физика”,июнь 2014.

3. Проведены исследования возможности создания

а)жидкоаргонового детектора с массой аргона до 100000тонн с полным подавлением фона для поиска частиц темной материи Вселенной с массой частиц более100Гэв.

Письма в ЖЭТФ 96,вып.3(2012)163.Б.М.Овчинников и др.

б) создания детектора для поиска частиц темной материи с массой 1-10 Гэв.

Важнейшие достижения в научных исследованиях и инновационной деятельности подразделения в 2014 году

Лаборатория ЭМДН – Руководитель: Ряжская О.Г.

1. По данным работы нейтринных телескопов ИЯИ РАН: АСД (Артемовской Научной станции) и российско-итальянской установки LVD (Гран Сассо, Италия) в течение 37 лет (1977 - 2014) получено самое сильное экспериментальное ограничение на частоту нейтринных всплесков от гравитационных коллапсов звёзд в Галактике: менее 1 события за 16.07 года на 90% уровне достоверности.

2. С помощью детектора LVD, получена экспериментальная величина выхода нейтронов, генерированных мюонами космических лучей в железе, дополнительно установленном внутрь структуры установки. $Y_n = (16\pm4)\times10^{-4}$ n/μ/(г·см$^{-2}$).

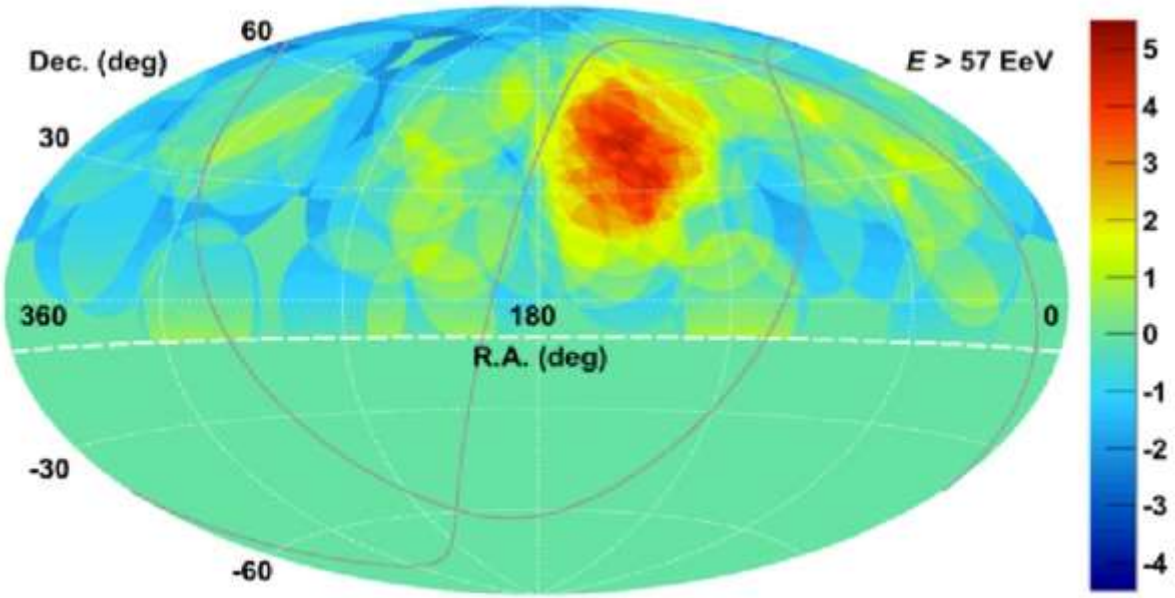
3. В международном эксперименте OPERA, с участием российских ученых ИЯИ РАН, обнаружено четвертое событие-кандидат на появление тау нейтрино в пучке мюонных нейтрино из ЦЕРНа. ***(N. Agafonova et al. OPERA Collaboration, "Evidence for $\nu_\mu \to \nu_\tau$ appearance in the CNGS neutrino beam with the OPERA experiment", arXiv:1401.2079; Phys. Rev. D 89, 051102)***

Зав. Отдела ЛВЭНА, зав. Лаб. ЭМДН О.Г. Ряжская

1. «Горячее пятно» на карте космических лучей ультравысоких энергий

2. Проведен поиск анизотропии направлений прихода космических лучей с энергиями выше 57 ЭэВ ($5.7x10^{19}$ эВ) на промежуточных угловых масштабах по данным 5 лет наблюдения наземной решетки обсерватории Telescope Array. Обнаружена область на небесной сфере радиусом 20 градусов, в которую попадает 19 из 72 событий. В случае изотропного распределения космических лучей в этой области должно содержаться в среднем 4.5 события. Экваториальные координаты центра «горячего пятна»: склонение 43.2 градуса, прямое восхождение 146.6 градусов. Статистическая значимость обнаруженной анизотропии 3.4 сигма после учета эффекта поиска. Горячее пятно может быть указанием на положение ближайшего источника космических лучей предельно высоких энергий.

3. Превышение числа фотонов в круге с центром в данной точке и радиусом 20 градусов над фоном, ожидаемым для изотропного распределения (в стандартных отклонениях).



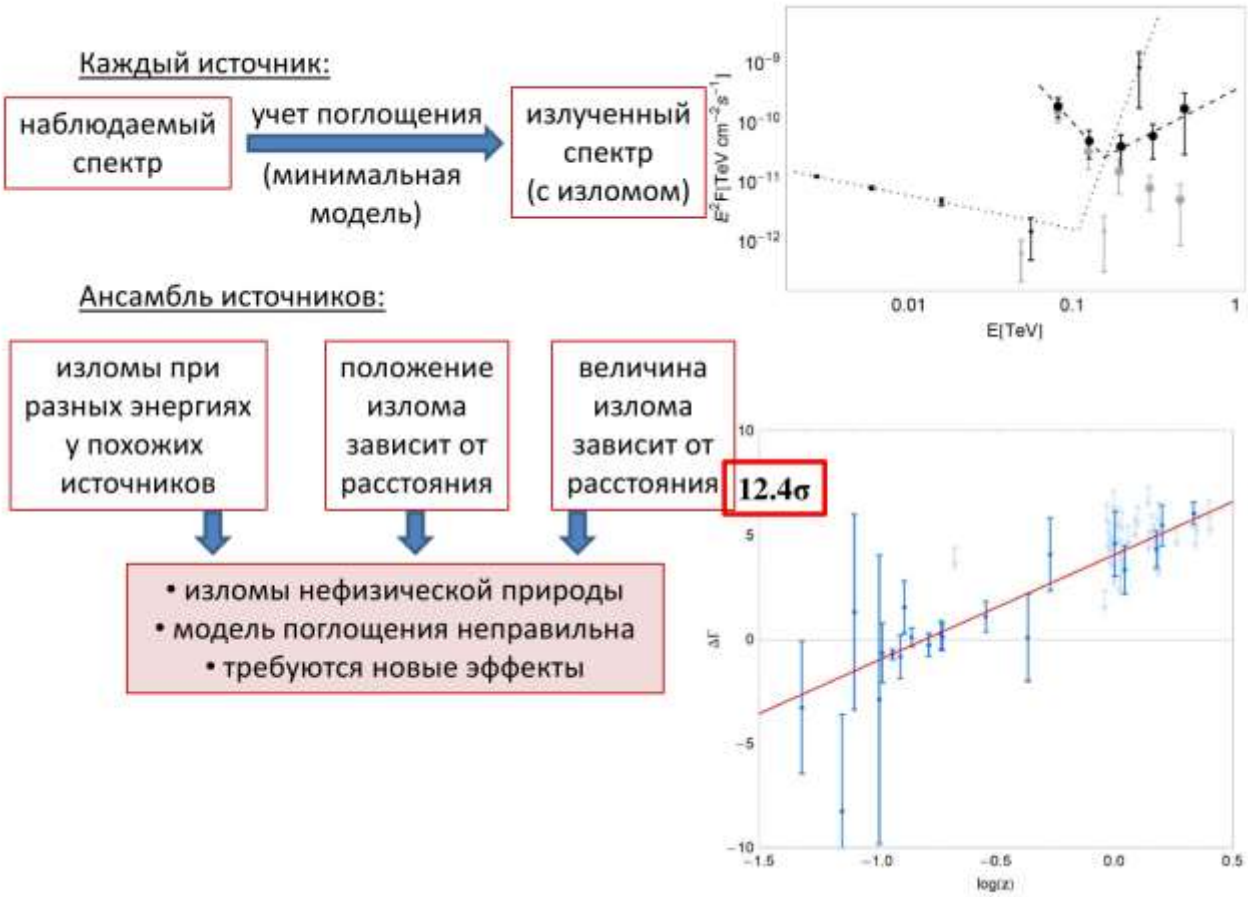
4. Ткачев Игорь Иванович, Троицкий Сергей Вадимович, Рубцов Григорий Игоревич, (495)8510190, tkachev@ms2.inr.ac.ru, ОТФ,ОЭФ

Публикация: Indications of Intermediate-Scale Anisotropy of Cosmic Rays with Energy Greater Than 57 EeV in the Northern Sky Measured with the Surface Detector of the Telescope Array Experiment, Telescope Array Collaboration, Astrophys.J. 790 (2014) L21 (2014)

1. Открытие статистически значимой аномальной прозрачности Вселенной для гамма-излучения высоких энергий.

2. Высокоэнергичное гамма-излучение, проходя через Вселенную, рассеивается на мягких фоновых фотонах, рождая электрон-позитронные пары. Учет этого поглощения позволяет восстановить спектр излученных в далеких источниках гамма-квантов с энергиями от 100 ГэВ до нескольких ТэВ. Ранее было отмечено, что для наиболее далеких источников такие восстановленные спектры имеют труднообъяснимые загибы вверх при высоких энергиях. В данной работе проведен анализ большой выборки источников и показано, на уровне статистической достоверности 12.4 сигма, что положение и величина такого загиба зависят от расстояния, а не от физического типа источника, что указывает на искусственный характер загибов, связанный с переоценкой величины поглощения даже в минимальной наблюдательно разрешенной модели фонового излучения. Такая аномальная прозрачность Вселенной может быть объяснена с помощью ранее не известной аксионоподобной частицы.

3.



4. ОТФ, Григорий Рубцов, Сергей Троицкий. Сергей Троицкий, +7(915)1163048, st@ms2.inr.ac.ru

Публикация: Breaks in gamma-ray spectra of distant blazars and transparency of the Universe. By G.I. Rubtsov, S.V. Troitsky. Письма ЖЭТФ 100 (2014) 397-401 (arXiv:1406.0239 [astro-ph.HE]).

ОТЧЕТ О ВАЖНЕЙШИХ ДОСТИЖЕНИЯХ ЛАБОРАТОРИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В 2014 ГОДУ

Эксперимент CMC произвел поиск тяжелых правых нейтрино и правого W бозона на основе данных 2012 года с полной интегральной светимостью. $19.7Fb^{-1}$. Для $SU_c(3)$ x $SU_L(2)$ x $SU_R(2)$ x U(1) калибровочной модели с лево-правой симметрии в плоскости параметров ($M_{WR,}$ M_N) получены рекордные ограничения на параметры моделей, в частности, масса правого W бозона исключена вплоть до 3 Tev для массы тяжелого нейтрино равной половине массы правого W-бозона.

Получены также рекордные ограничения на массы суперсимметричных частиц на основе обработки экспериментальных данных CMC эксперимента 2012 года с полной энергией 8 ТэВ и интегральной светимостью 20 fb^{-1}.

Литература

1. S.N.Gninenko et..al.
arxiv: 1407.3683 to be published in Eur.Phys. Journal

2. S.N.Gninenko et.al. (CMS collaboration)
Eur.Phys.J. C74 (2014) 9 3036

3. S.N.Gninenko et.al (CMS collaboration)
JHEP 06, 055 (2014)

На сильноточном линейном ускорителе ИЯИ РАН проведено пять сеансов, направленных на разработку технологии получения радиоизотопов и наработку радиоизотопов, на исследования и модернизацию ускорительного комплекса. Общая продолжительность сеансов в 2014 году составила 1812 часов. Наработка ускорителя по программе получения радиоизотопов составила свыше 90000 мкА·часов при среднем токе пучка до 120 мкА и энергии 143 МэВ. Основные усилия по модернизации ускорительного комплекса были направлены на совершенствование канала транспортировки пучка с выхода ускорителя до установки РАДЕКС. На основе проведенного анализа было принято решение временно отказаться от режима одновременной транспортировки пучков протонов и ионов Н-минус. При этом отпадает необходимость использования минус единичной оптики и расположения фокусирующих элементов со смещением по вертикали, что упрощает задачу транспортировки пучка, в том числе и с точки зрения устойчивости движения. Появляется возможность реализации традиционного расположения фокусирующих магнитных элементов без их относительного смещения по вертикали. Также отпадает потребность в транспортировке на подъеме пучков протонов и ионов Н-минус по раздельным трассам. В течение года выполнен комплекс работ по вертикальному смещению фокусирующих элементов и элементов ионопровода. При этом в ряде мест изменено расположение элементов вакуумной системы с целью удобства их эксплуатации, а также устройств диагностики с целью получения более подробной информации о пучке. Модернизирован участок подъема: исключена вторая трасса, что позволило не только упростить канал, но и увеличить его апертуру. Начаты работы по модернизации системы измерения потерь (ионизационные камеры, нейтронные детекторы), индукционных датчиков тока, а также электростатических датчиков положения пучка, продолжены работы по модернизации измерителей профиля пучка. Начато создание единой системы контроля ускоритель – экспериментальный комплекс. Выполненный комплекс работ позволил обеспечить надежную транспортировку ускоренного пучка с энергией 209 МэВ на установку РАДЕКС.

Инновационные работы:

- Завершено выполнение НИР по договору с ОИЯИ по теме «Разработка оборудования диагностики пучка для ЛУ-20 и HILAC комплекса NICA ОИЯИ».
- Завершено выполнение НИР по договору с Los Alamos National Security, LLC, США по теме «Разработка, изготовление, поставка и наладка двух измерителей формы сгустков (BSM) для линейного ускорителя Лос-Аламосского центра LANSCE». Измерители поставлены в LANSCE, выполнена сборка, наладка и лабораторные испытания измерителей. Измерители подготовлены для установки на ускорителе.
- Продолжено выполнение НИР по договору с ЦЕРН, Швейцария по теме «Разработка, изготовление, лабораторные испытания, поставка и наладка измерителя продольного распределения заряда в сгустках для канала транспортировки из ускорителя Linac-4 в бустер». Ведется изготовление оборудования.
- Завершено выполнение НИР по договору с ФБГУ ГНЦ ИФВЭ по теме «Оптимизация, разработка и исследование ускоряющих структур и схем фокусировки участков нормально проводящего сильноточного линейного

Ускорителя (ЛУ) отрицательных ионов водорода в диапазоне энергий от 18 МэВ до 400 МэВ для проекта ОМЕГА».

- Начато выполнение НИР по договору с ФБГУ ГНЦ ИФВЭ по теме «Разработка технического проекта модернизации источника ионов водорода в каскаде ускорителей ЛУ-30 и У-1.5».
- Завершено выполнение НИР по договору с лабораторией STFC (Великобритания) по теме «Исследование и разработка систем резонатора фотоинжектора для формирования сгустков электронов сверхвысокой яркости».