

Важнейшие достижения ИЯИ РАН в 2017 году

1 Лучшие в мире ограничения на существование нового типа частицы – стерильного нейтрино – в диапазоне масс 0.1 – 2 кэВ.

После обработки набранной ранее статистики были получены лучшие в мире ограничения на существование нового типа частицы – стерильного нейтрино – в диапазоне масс 0.1 – 2 кэВ. Результаты были опубликованы в журнале «Письма в ЖЭТФ» под заглавием «Первые измерения по поиску стерильных нейтрино в распаде трития на установке Троицк ню-масс».

Pis'ma v ZhETF

First measurements in search for keV-sterile neutrino in tritium beta-decay by Troitsk nu-mass experiment

J. N. Abdurashitov⁺, A. I. Belesev⁺, V. G. Chernov⁺, E. V. Geraskin⁺, A. A. Golubev⁺, P. V. Grigorieva^{+,},
G. A. Koroteev^{*}, N. A. Likhovid⁺, A. A. Nozik^{+,*}, V. S. Pantuev^{+,1)}, V. I. Parfenov⁺, A. K. Skasyrskaya⁺,
I. I. Tkachev^{+,#}, S. V. Zadorozhny⁺*

⁺Institute for Nuclear Research RAS, 117312 Moscow, Russia

^{}Moscow Institute of Physics and Technology, Institutsky lane 9, Dolgoprudny, Moscow region, 141700*

[#]Physics Department, Novosibirsk State University, Novosibirsk 630090, Russia

We present the first measurements of tritium β -decay spectrum in the electron energy range 16–18.6 keV. The goal is to find distortions which may correspond to the presence of a heavy sterile neutrinos. A possible contribution of this kind would manifest itself as a kink in the spectrum with a similar shape but with end point shifted by the value of a heavy neutrino mass. We set a new upper limits to the neutrino mixing matrix element U_{e4}^2 which improve existing limits by a factor from 2 to 5 in the mass range 0.1–2 keV.

Выше приведена часть заглавной страницы статьи, опубликованной в журнале «Письма в ЖЭТФ»: *Pisma Zh.Eksp.Teor.Fiz.* 105 (2017) no.12, 723-724, *JETP Lett.* 105 (2017) no.12, 753-757.

Контакты: Пантуев Владислав Сергеевич, внс ИЯИ РАН, тел. +7-965-219-7854 e-mail: pantuev@inr.ru

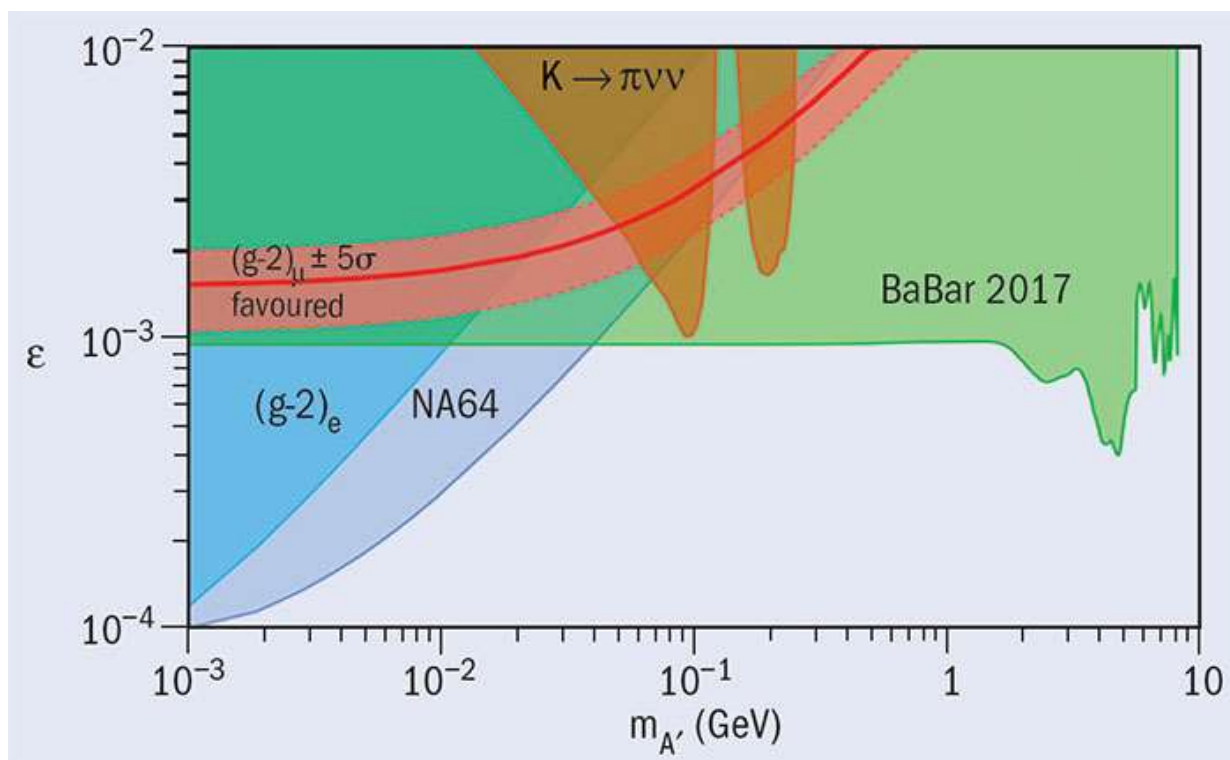
2 В результате анализа данных, накопленных в эксперименте GERDA за первые пять месяцев работы установки, установлен предел на период двойного безнейтринного бета полураспада $T_{1/2}^{0\nu} > 5,3 \times 10^{25}$ лет.

В 2017 году опубликована статья в журнале Nature интернациональной Европейской коллаборацией - GERDA, в состав которой входят физики из ИЯИ РАН, ИТЭФ и КИ, внесшие вклад, определивший успех эксперимента. Новейшие методики подавления фоновых сигналов обеспечили рекордно низкий уровень фона, что позволяет считать GERDA первым «бесфоновым» экспериментом по поиску двойного безнейтринного бета распада. После анализа данных, накопленных за первые пять месяцев работы установки, установлен предел на период полураспада $T_{1/2}^{0\nu} > 5,3 \times 10^{25}$ лет. Достигнутый уровень фона должен обеспечить отсутствие фоновых событий в течение всего периода накопления данных вплоть до завершения набора статистики в 2019 году. К этому моменту чувствительность эксперимента превысит 10^{26} лет. «Бесфоновый» режим работы делает проект GERDA наиболее чувствительным к регистрации двойного безнейтринного бета распада среди всех конкурирующих экспериментов.

Контакты: Л.Б.Безруков, заведующий ЛГАРН ИЯИ РАН, e-mail: bezrukov@ms2.inr.ac.ru

3 В Эксперименте NA64 получены новые рекордные ограничения на константы связей легкого векторного бозона – переносчика взаимодействия легкой темной материи с наблюдаемым веществом.

В эксперименте NA64 в ЦЕРНе по поиску легкой темной материи получены новые рекордные ограничения на константы связей легкого векторного бозона – переносчика взаимодействия легкой темной материи с наблюдаемым веществом.



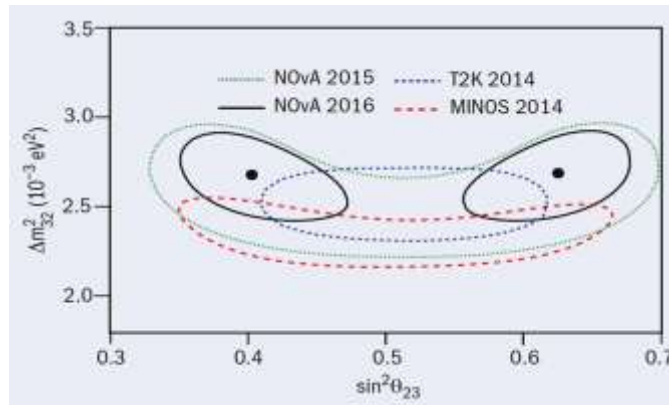
Литература

NA64 Collaboration (Gninenko S.N. et al.). Search for invisible decays of sub-GeV dark photons in missing-energy events at the CERN SPS // Phys. Rev. Lett. V.118. P.011802. 2017
NA64 Collaboration (Gninenko S.N. et al.). Search for vector mediator of Dark Matter production in invisible decay mode // arXiv: 1710.00971 (to be published in Phys. Rev. D)

4 Регистрация мюонных нейтрино в эксперименте NOvA

Целью эксперимента NOvA (NuMI Off-axis ν_e Appearance) является определение параметров нейтринных осцилляций. В этом эксперименте используется самый мощный пучок (мощностью 700 кВт) мюонных нейтрино с энергией 1-3 ГэВ и два подобных детектора - ближний и дальний. Ближний детектор расположен вблизи источника нейтрино (Фермилаб, США), а дальний детектор находится на расстоянии 810 км Аш-Ривер (ш. Миннесота, США). Для экспозиции $6 \cdot 10^{20}$ протонов на мишень получены следующие результаты.

На дальнем детекторе зарегистрировано 78 событий (включая 7 фоновых событий), рожденных мюонными нейтрино. В отсутствии осцилляций ожидалось зарегистрировать 473 события. Полученные ограничения на разности квадратов масс нейтрино $|\Delta m_{32}^2| = |m_3^2 - m_2^2|$ и значения $\sin^2(\theta_{23})$ угла смешивания θ_{23} представлены на рисунке



В плоскости $(\Delta m_{32}^2, \sin^2 \theta_{23})$ имеется две изолированных области разрешенных значений параметров осцилляций. Впервые было показано, что максимальное смешивание, т. е. значение $\theta_{23} = \pi/4$, когда примеси мюонных ν_μ и тау ν_τ нейтрино в третьем массовом состоянии ν_3 одинаковы (т. н. μ - τ симметрия в состоянии ν_3) исключается со значимостью 2.6 σ . Этот результат позволяет, также, исключить ряд моделей, предложенных для описания больших углов смешивания лептонов и нарушения CP-инвариантности, которые основываются на μ - τ симметрии.

ИЯИ РАН в NovA Collaboration: P. Adamson et al. Phys. Rev. Lett. 118, 151802 (2017)

Буткевич А. В. (495)850 42 52 butkevic@inr.ru

5 Наиболее точное измерение CKM угла γ из комбинации $B \rightarrow DK$ распадов.

В LHCb, проект «Изучение редких распадов В-мезонов в эксперименте LHCb», выполнено обновление результата по измерению на древесном уровне угла γ матрицы смешивания CKM из комбинации $B \rightarrow DK$ распадов. Используя этот результат в комбинации с другими измерениями LHCb, значение угла смешивания оказывается равным $\gamma = (76.8^{+5.1}_{-5.7})^\circ$. Полученный результат является наиболее точным измерением в отдельном эксперименте в мире и дает важный вклад в глобальный фит параметров CKM матрицы.

ИЯИ РАН в коллаборации LHCb, руководитель Е.Н. Гущин

By LHCb Collaboration. "Update of the LHCb combination of the CKM angle γ using $B \rightarrow DK$ decays". *LHCb-CONF-2017-004*. By LHCb Collaboration. "Measurement of CP observables in $B^\pm \rightarrow D(*) K^\pm$ and $B^\pm \rightarrow D(*) \pi^\pm$ decays", *LHCb-PAPER-2017-021* ; *CERN-EP-2017-195*.

6 Запуск второго кластера детектора Baikal-GVD.

В рамках программы работ по проекту создания на оз.Байкал глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD с эффективным объемом порядка кубического км, выполнен монтаж и запуск в режиме тестирования и постоянного набора данных второго кластера детектора в составе восьми гирлянд глубоководных оптических модулей (по 36 модулей на каждой). Запущенная в середине апреля 2017 года установка в составе двух кластеров обладает эффективным объемом близким к 0.1 км³ для событий от нейтрино с энергией порядка 100 ТэВ, что позволяет вести на ней поиск событий от внеатмосферных нейтрино высоких и сверхвысоких энергий, зарегистрированных впервые в эксперименте на детекторе IceCube (ИЯИ РАН, ОИЯИ).

Г.В.Домогацкий

7 Изучены эффекты конденсации лёгкой бозонной аксионной материи в компактные Бозе звёзды.

Изучены эффекты конденсации лёгкой бозонной аксионной материи в компактные Бозе звёзды. Исследованы возможные астрофизические и космологические следствия этого явления.

Литература:

D.G.Levkov, A.G.Panin and I.I.Tkachev, Phys.Rev.Lett. 118 (2017) 011301.

Д.Г.Левков, А.Г.Панин, И.И.Ткачёв

8 Новая оценка значений nn -длины рассеяния, извлекаемых из реакций nd и dd – развала.

Известно, что количественным параметром нарушения зарядовой симметрии (НЗС) ядерных сил является разность nn - и pp - длин рассеяния в 1S_0 состоянии. Однако, экспериментальные данные о nn - длине рассеяния имеют существенный разброс значений, что не дает возможности однозначно ответить на вопрос о степени НЗС и даже о ее знаке.

Проведен анализ данных о величинах a_{nn} полученных в ИЯИ в реакциях $nd \rightarrow pnn$ [1] и $dd \rightarrow ppnn$ [2], а также данных других экспериментов по определению длины nn -рассеяния в реакции $nd \rightarrow pnn$. Обнаружена зависимость полученных значений a_{nn} от скорости разлета nn -системы и заряженного фрагмента, которая может быть объяснена введением механизма обмена скалярным σ -мезоном между nn -парой и фрагментом [3]. При этом с увеличением скорости разлета время взаимодействия уменьшается и в пределе стремится к нулю, а длина рассеяния к значению в отсутствие влияния на эту величину σ -обменного взаимодействия ~ -16 фм.

1. Konobeevski E.S. et al., Physics of Atomic Nuclei **73**, 1302 (2010).
 2. Konobeevski E.S. et al., Few-Body Syst. **58**, 107 (2017)
 3. Konobeevski E.S., Zuyev S.V., Kukulin V.I., and Pomerantsev V.N. / New estimation for neutron-neutron scattering length: charge symmetry and charge independence breaking revisited / arXiv:1703.00519v1 [nucl-th]
- Конобеевский Евгений Сергеевич, 499-1354025, konobeev@inr.ru

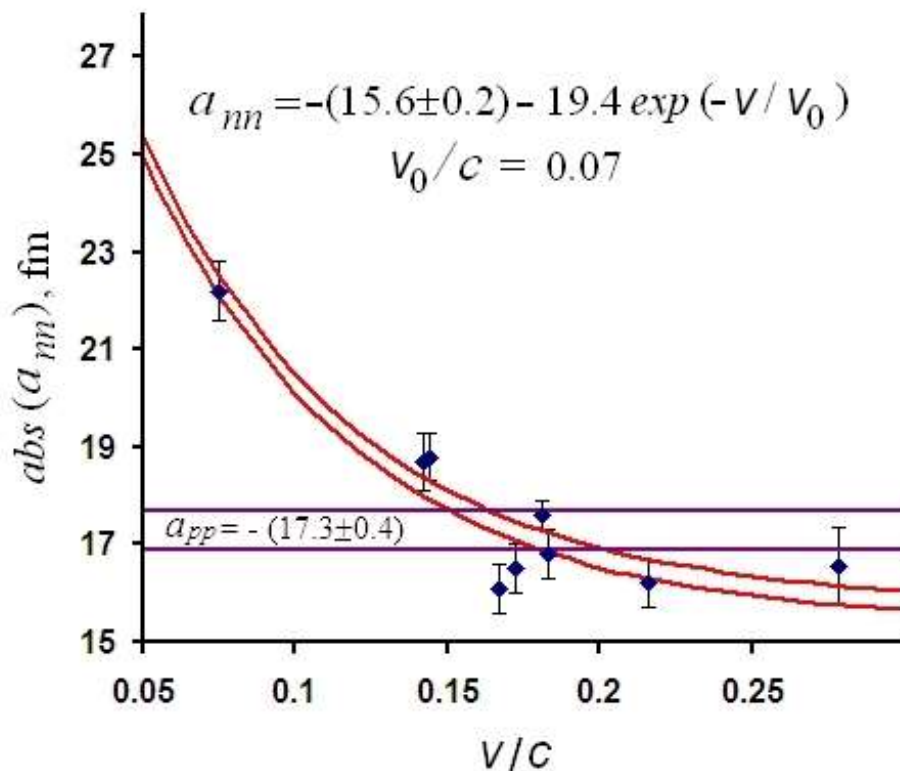


Рис. 1. Зависимость значений a_{nn} , полученных в реакциях nd - и dd -развала (BONN, TUNL, ИЯИ [1] и ИЯИ-НИИЯФ [2]), от относительной скорости разлета nn -системы и заряженного фрагмента. Красные кривые – аппроксимация указанной формулой с предельными значениями постоянного члена, горизонтальные прямые – предельные значения протон-протонной длины рассеяния.

9 Успешно осуществлён физический пуск Европейского рентгеновского лазера на свободных электронах (XFEL, DESY, Гамбург, Германия), включающего специальную диагностическую станцию, созданную в ИЯИ РАН.

В Лаборатории DESY, Гамбург, Германия успешно осуществлен физический пуск Европейского рентгеновского лазера на свободных электронах (XFEL). Для измерения эмиттанса инжектора лазера используется специальная высокочастотная диагностическая станция, разработанная и изготовленная в ИЯИ РАН. Проведенные измерения показали, что эмиттанс электронного пучка в инжекторе приблизительно на 40% лучше проектного (рис.2).

Руководитель работ: Л.В.Кравчук

10 Новый способ измерения поляризуемости протона

Впервые в мире выполнены измерения пучковой асимметрии Σ_3 комптоновского рассеяния на протоне ниже порога фоторождения пионов (рис. 1). Полученные результаты подтверждают предсказания моделей, основанных на теории возмущений и дисперсионных соотношениях, и существенно отличаются от борновского члена, в котором не учтены вклады скалярных поляризуемостей протона. Полученные результаты показывают, что измерение пучковой асимметрии ниже порога является альтернативным способом определения скалярных поляризуемостей по отношению к измерениям неполяризованного сечения комптоновского рассеяния. Эксперимент выполнен коллаборацией A2 на пучке поляризованных меченых фотонов ускорителя MAMI (Майнц).

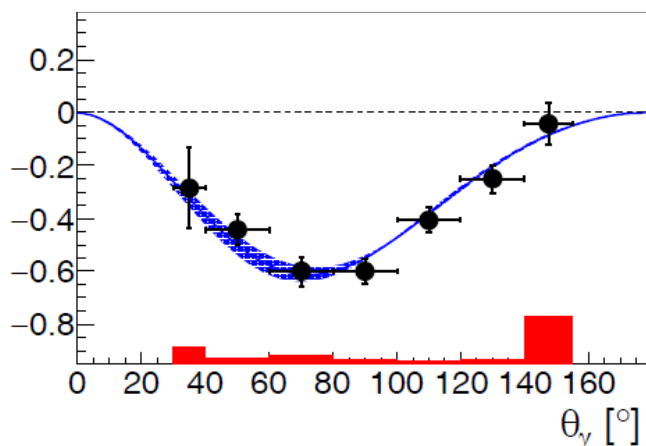


Рис. 1. Пучковая асимметрия Σ_3 в диапазоне энергий 119-139 МэВ. Точки – эксперимент, кривая – расчет по теории возмущений

V.Sokhoyan, G.M.Gurevich, R.Kondratiev, V.Lisin, A.Mushkarenkov, A.Polonski et al. Determination of the scalar polarizabilities of the proton using beam asymmetry Σ_3 in Compton scattering. Eur. Phys. J. A, v. 53, No. 2 (2017) 14.

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

11 На основе анализа данных установки ШАЛ-МГУ получено наиболее строгое в мире ограничение на поток астрофизических фотонов с энергиями порядка 10^{17} эВ.

На основе анализа данных установки ШАЛ-МГУ получено наиболее строгое в мире ограничение на поток астрофизических фотонов с энергиями порядка 10^{17} эВ,

Литература:

Constraints on the flux of $\sim (10^{16} — 10^{17.5})$ eV cosmic photons from the EAS-MSU muon data, Yu,A, Fomin, N.N, Kalmykov, I.S, Karpikov, G.V, Kulikov, M, Yu Kuznetsov, G.I, Rubtsov, V.P, Sulakov, S.V, Troitskv, arXiv:1702.08024 [astro-ph.HE]; Phvs.Rev. D95 (2017) no.12, 123011.

С.В.Троицкий

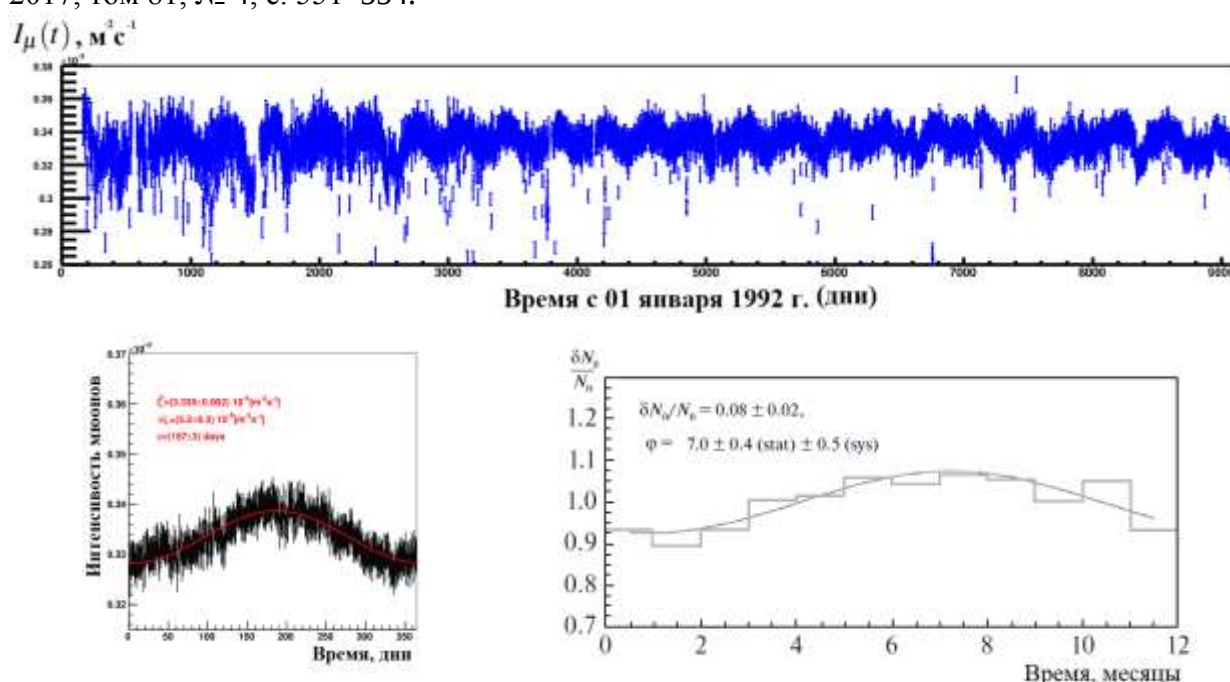
12 Получены вариации интенсивности мюонов за 25 лет набора данных установки LVD.

Получены вариации интенсивности мюонов за 25 лет набора данных установки LVD. Амплитуда модуляции мюонного потока составляет 1.5% с периодом $T_\mu = 365.1 \pm 0.2$ дня и максимумом в начале июля ($\phi_\mu = 187 \pm 3$ день). Имеется четкая корреляция с изменениями температуры атмосферы ($\alpha_T = 0.93 \pm 0.02$). Получены сезонные модуляции нейтронов, генерированных мюонами космических лучей в подземном детекторе LVD за 16 лет набора данных. Амплитуда модуляции нейтронов составляет $8 \pm 2\%$, $\phi_n = 7.0 \pm 0.4 \pm 0.5$.

LVD Collaboration "Modulation of the underground muon flux in the last 25 years with the LVD experiment at LNGS" in Proc. of Science, 35 ICRC, 2017, Korea;

Н.Ю. Агафонов и др. (Коллаборация LVD), «Сезонные вариации потока нейтронов от мюонов и

фона естественной радиоактивности лаборатории Гран Сассо» Известия РАН. Сер. Физ., 2017, том 81, № 4, с. 551–554.



Проведен международный Симпозиум «30 лет Сверхновой SN187A», 2- 3 марта 2017. В Симпозиуме участвовали ученые из 17-ти научных институтов и университетов России, ОИЯИ (Дубна) и 4-х институтов и университетов Италии. Сотрудниками подразделения сделаны 5 докладов.

Ряжская О.Г. «Проблемы нейтринного излучений от SN1987A. Тридцать лет спустя» // Яд. Физ. (2018).

Ряжская О.Г., Надежин Д.К., Агафнова Н.Ю. «Симпозиум 30 лет Сверхновой SN187A» // Вестник РАН 2018

Проведены Зацепинские чтения вместе с Научной сессией ОФН, посвященной 100 - летию Г.Т. Зацепина (24, 26 мая 2017).

Ряжская О.Г. «Создание Лаборатории нейтрино ФИАН и подземных лабораторий» //УФН (DOI: 10.3367/UFNr.2017.05.038186).

Зав. Отдела ЛВЭНА, зав. Лаб. ЭМДН

О.Г. Ряжская

13 В эксперименте NA61 впервые в мире, измерены выходы частиц в столкновениях ядер ксенона с ядрами лантана при энергиях налетающих ядер ксенона 13 - 150 ГэВ на нуклон по программе поиска деконфайнмента и критической точки сильно взаимодействующей ядерной материи.

В 2017 г. на установке NA61/SHINE в ЦЕРНе, с участием физиков ИЯИ РАН, впервые в мире, измерены выходы частиц в столкновениях ядер ксенона с ядрами лантана при энергиях налетающих ядер ксенона 13, 20, 30, 40, 75 и 150 ГэВ на нуклон от ускорителя SPS. Эти измерения являются частью программы по поиску и исследованию начала деконфайнмента, т.е. перехода между двумя фазами сильно взаимодействующей материи в ядро-ядерных взаимодействиях и поиску критической точки сильно взаимодействующей ядерной материи. Исследования проводятся посредством сканирования фазовой диаграммы с помощью реакций с легкими и тяжелыми ядрами при энергиях налетающих частиц в диапазоне от 13 до 158 ГэВ на нуклон. К настоящему времени уже получены и анализируются экспериментальные данные для протон-протонных столкновений, столкновений ядер бериллия и ядер аргона с ядрами скандия. Для определения центральности столкновений используется передний адронный калориметр созданный в ИЯИ РАН, Рисунок 1.

Предварительный анализ полученных данных для протон-протонных столкновений и столкновений ядер бериллия показал, что в зависимости отношения выходов K^+/π^+ от энергии налетающих частиц в этих реакциях наблюдается эффект выхода на плато при той же энергии, при которой наблюдался максимум этого отношения для столкновений ядер свинца, который исследовался ранее на установке NA49 и который интерпретировался как начало деконфайнмента, Рисунок 2.



Рисунок 1. Передний адронный калориметр установки NA61, созданный в ИЯИ РАН

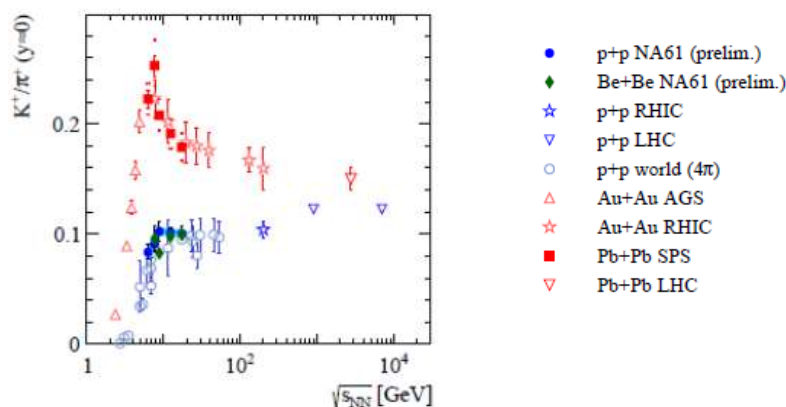


Рисунок 2. Отношение выходов K^+/π^+ в зависимости от энергии налетающей частицы.

Результаты опубликованы: Recent results from NA61/SHINE, A. Aduszkiewicz for NA61/SHINE Collaboration, Nucl. Phys. A967 (2017) 35-42.

Контакты: Губер Федор Фридрихович, внс ИЯИ РАН, тел. +7-903-629-3268 e-mail: guber@inr.ru

14 Запаздывающий барометрический эффект для фонового потока тепловых нейтронов под землёй.

По программе изучения вариаций природных нейтронных потоков в различных геофизических условиях в 2016 г. с помощью разработанных в ИЯИ РАН специализированных электронно-нейтронных детекторов (эн-детекторов) был обнаружен новый эффект: «запаздывающий барометрический эффект для фонового потока тепловых нейтронов под землёй». Эффект может приводить к существенному искажению результатов подземных низкофоновых экспериментов, чувствительных к нейтронному фону.

Аналог обнаруженного явления известен в геофизике для подземных газов как «barometric pumping effect». Спорадическое существенное возрастание фонового нейтронного потока в подземном помещении связано с предшествующим продолжительным падением атмосферного давления и вызываемого градиентом давления диффузии из нижележащих слоев грунта радиоактивного газа радона (^{222}Rn), производящего нейтроны через (α, n) -реакции в грунте.

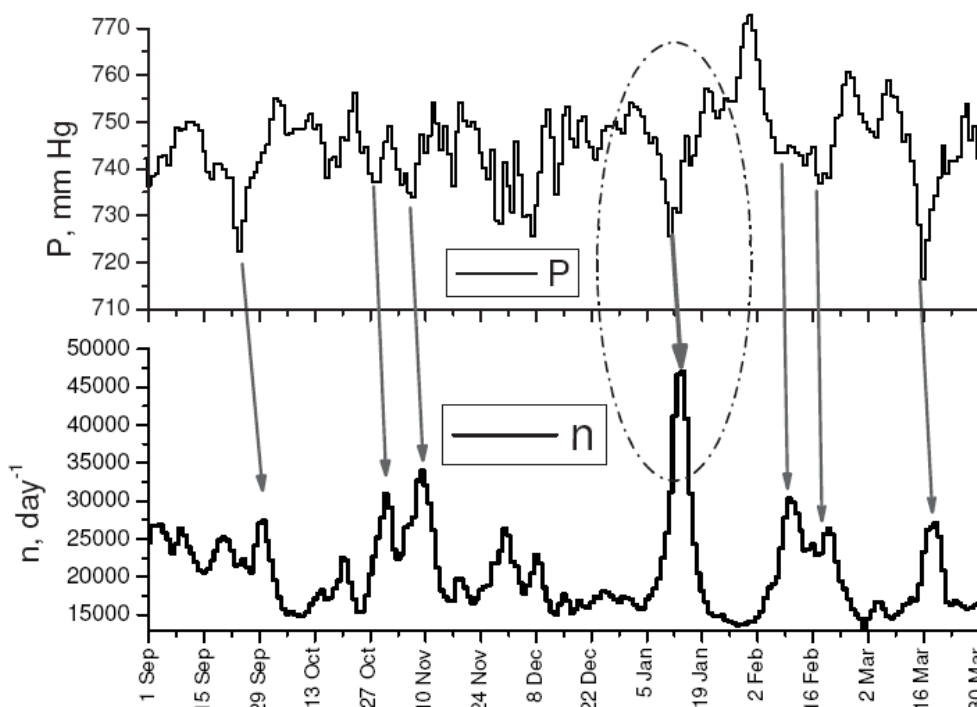


Рис. Наблюдение эффекта задержанных на 2 дня антикорреляций между подземным потоком тепловых нейтронов и атмосферным давлением.

Ю.В. Стенькин, В.В. Алексеенко, Д.М. Громушкин, В.П.Сулаков, О.Б. Щеголев. «Подземная физика и эффект влияния барометрического давления на подземный фоновый поток тепловых нейтронов». ЖЭТФ, т. 151, №5, (2017), 845–849.

Стенькин Ю.В. E-mail: stenkin@sci.lebedev.ru, т. 916-389-09-6

=====

Обнаружен новый нуклонный резонанс

На пучке монохроматических (меченых) фотонов ускорителя МAMI коллаборацией A2 выполнены исследования реакций $\gamma p \rightarrow \eta p$ и $\gamma p \rightarrow \eta' p$ от порога до энергии в системе центра масс $W = 1.96$ ГэВ. Дифференциальные сечения этих реакций впервые измерены в полном угловом диапазоне с рекордной статистической точностью и с лучшим в мире энергетическим разрешением. В полном сечении фоторождения η -мезона (рис. 2) обнаружен резкий излом при энергиях вблизи порога рождения η' -мезона $W = 1896$ МэВ ($E_\gamma = 1447$ МэВ). В рамках развитой новой изобарной модели η MAID2017 этот излом в сочетании с крутым нарастанием полного сечения фоторождения η' -мезона от его порога (рис. 3) однозначно объясняется вкладом предсказанного ранее нуклонного резонанса $N(1895)1/2^-$. Полученные новые прецизионные данные позволили впервые в мире определить свойства этого резонанса.

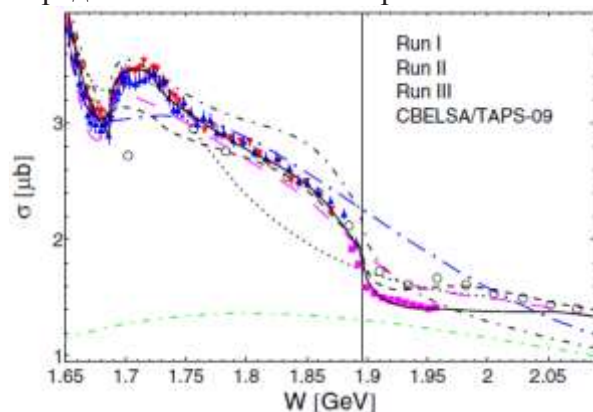


Рис. 2

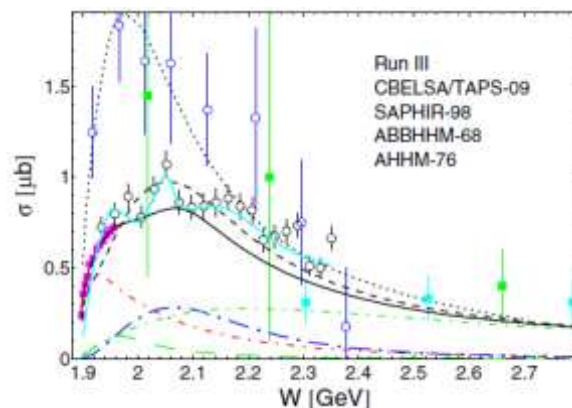


Рис. 3

V.L.Kashevarov, G.M.Gurevich, R.Kondratiev, V.Lisin, A.Mushkarenkov, et al. Study of η and η' photoproduction at MAMI. Phys. Rev. Lett. 118, Iss. 21, 212001 (2017).

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

Регистрация электронных нейтрино в эксперименте NOvA

Целью эксперимента NOvA (NuMI Off-axis ν_e Appearance) является определение параметров нейтринных осцилляций. В этом эксперименте используется самый мощный пучок (мощностью 700 кВт) мюонных нейтрино с энергией 1-3 ГэВ и два подобных детектора - ближний и дальний. Ближний детектор расположен вблизи источника нейтрино (Фермилаб, США), а дальний детектор находится на расстоянии 810 км Аш-Ривер (шт. Миннесота, США). Для экспозиции $6 \cdot 10^{20}$ протонов на мишень получены следующие результаты.

На дальнем детекторе зарегистрировано 33 события кандидата (ожидаемый фон 8 событий), рожденных электронными нейтрино ν_e , которые появились в пучке мюонных нейтрино из-за $\nu_\mu \rightarrow \nu_e$ осцилляций. В результате фитирования спектров мюонных и электронных событий, как функций параметров Δm^2_{32} , $\sin^2 \theta_{23}$ и фазы нарушения CP-инвариантности δ_{CP} получены вырожденные решения:

а) $\theta_{23} < \pi/4$, нормальная иерархия масс ($m_1 < m_2 < m_3$) и $\delta_{CP} \sim 3\pi/2$ (максимальное нарушение CP-инвариантности)

б) $\theta_{23} > \pi/4$, обратная иерархия масс ($m_3 < m_1 < m_2$) и $\delta_{CP} \sim 3\pi/2$, или нормальная иерархия масс и $\delta_{CP} \sim \pi/2$ (минимальное нарушение CP-инвариантности)

ИЯИ РАН в NovA Collaboration: P. Adamson et al. Phys. Rev. Lett. 118, 231801 (2017)

Буткевич А. В. (495)850 42 52 butkevic@inr.ru

Первое наблюдение распада $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$ в одном эксперименте.

Впервые LHCb коллаборация, проект «Изучение редких распадов В-мезонов в эксперименте LHCb», представила результат наблюдения сигнала от распада $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$ на уровне 3.5σ в 2012 г. Затем в 2015 г. был опубликован совместный с CMS результат наблюдения на уровне 6.2σ . Теперь после обработки новых данных впервые достигнуто наблюдение распада на уровне 7.8σ в отдельном эксперименте. Измеренная величина вероятности распада $(3.0 \pm 0.6^{+0.3}_{-0.2}) \times 10^{-9}$ совпадает с предсказаниями Стандартной Модели. Точность результата позволяет отсеять многие модели расширения и сфокусировать будущие поиски Новой Физики.

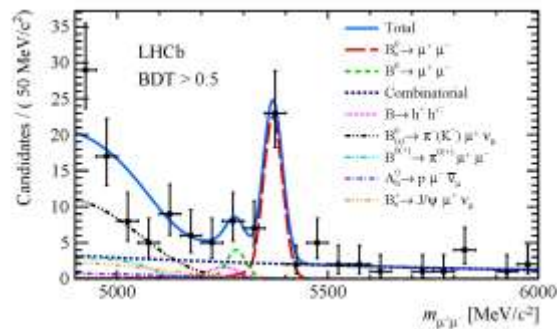


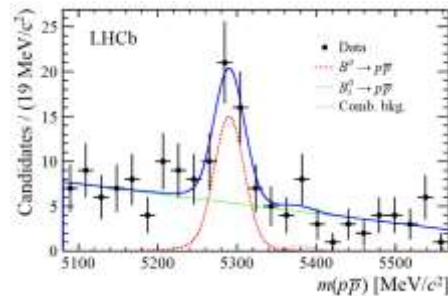
Рисунок 1. Показаны результаты измерений масс $\mu^+ \mu^-$ мезонов в LHCb за 2011-2016 г.г.

ИЯИ РАН в коллаборации LHCb, руководитель Е.Н. Гуцин

By LHCb Collaboration. "Measurement of the $B_{0s} \rightarrow \mu^+ \mu^-$ branching fraction and effective lifetime and search for $B_0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ decays", Phys. Rev. Lett. 118, 191801 (2017); arXiv:1703.05747

Первое наблюдение наиболее редкого распада B^0 мезона.

В LHCb, проект «Изучение редких распадов В-мезонов в эксперименте LHCb», произведено первое в мире наблюдение распада $B^0 \rightarrow p^+ p^-$ на уровне достоверности 5.3 стандартных отклонений. Данная мода распада происходит с вероятностью $(1.25 \pm 0.27 \pm 0.18) \times 10^{-8}$. Данный результат поможет понять динамику адронных распадов и уточнить модельные расчеты в рамках квантовой хромодинамики. Спектр $p^+ p^-$ масс показан на рисунке ниже.



ИЯИ РАН в коллаборации LHCb, руководитель Е.Н. Гущин

By LHCb Collaboration. "First observation of the rare purely baryonic decay $B^0 \rightarrow p \bar{p}$ ", LHCb-PAPER-2017-022 ; CERN-EP-2017-190 ; arXiv:1709.01156

Уникальная научная установка «Троицк ню-масс» вышла на международную арену и стала одной из немногих отечественных установок, на которой продуктивно работают учёные из Германии и Франции.

Уникальная научная установка «Троицк ню-масс» вышла на международную арену и стала одной из немногих отечественных установок, на которой продуктивно работают учёные из Германии и Франции. В ходе двух успешных сеансов измерений зарубежными коллегами были испытаны образцы новых типов детекторов, которые будут использованы сначала в Троицке, а затем и в Германии на установке KATRIN, Карлсруэ. Для дальнейшего объединения усилий подготовлено соглашение о международном сотрудничестве между ИЯИ РАН и институтом Макса Планка в Мюнхене. На 2019 год подана заявка на совместный грант РФФИ (Россия) и DFG (Германия).



Совместное фото на фоне установки после завершения сеанса измерений в мае 2017 г.

Предложен рескейлинг солитона в топологических моделях барионов и ядер.

В 1983-1984 г. в работах Е.Виттена, Г.Адкинса и Ч.Наппи был развит революционно новый подход к описанию свойств барионов и барионных систем как топологических (киральных) солитонов эффективных лагранжианов, записываемых в терминах мезонных полей.

Этот подход, предложенный изначально Т.Скирмом ещё в 1961 г., успешно применяется для описания барионов и барионных систем в течение многих лет, вплоть до настоящего времени.

В.Б.Копелиович обнаружил, что энергия квантованных конфигураций, состоящая из массы солитона и квантовой поправки, не является минимумом энергии и может быть понижена, в частности, посредством изменения размера солитона (рескейлинга). При этом масса нуклона уменьшается незначительно, масса Дельта-изобары уменьшается на 100 - 150 Мэв, что приводит к необходимости изменить параметры модели (в сторону их увеличения), которые в пионерских работах определялись именно подгонкой масс нуклона и Дельта(1232).

По-видимому, учёт рескейлинга потребует пересмотра многих результатов, полученных в топологических солитонных моделях в течение последних 30 лет.

Результат опубликован: V.B.Kopeliovich, I.K.Ponashnikova, Rescaling of quantized skyrmions: From nucleon to heavy flavored baryons. Phys. Rev.D, 96 (2017) 056020.

Руководитель внс В.Б.Копелиович

Проведены измерения энергетического разрешения и линейности отклика переднего адронного калориметра, создаваемого для эксперимента CBM (FAIR).

В 2017 г. проведены измерения энергетического разрешения и линейности отклика переднего адронного калориметра, который создается в ИЯИ РАН для эксперимента CBM на ускорительном комплексе ФАИР в г. Дармштадт, Германия. В данном эксперименте будут исследоваться свойства ядерной материи в сверхплотном состоянии, которая образуется при столкновениях тяжелых ядер при энергиях несколько ГэВ, и поиск фазового перехода из состояния обычной ядерной материи в кварк-глюонную плазму.

Измерения были проведены на тестовых пучках в ЦЕРНе в диапазоне энергий протонов 2 - 6 ГэВ для супермодуля калориметра, который представляет собой сборку 3x3 из 9 модулей (рисунок 1). Получены предварительные результаты измерения энергетического разрешения в указанном диапазоне энергий для протонов и пионов (рисунок 2, слева) и линейности отклика калориметра (Рисунок 2, справа), которые удовлетворяют требованиям эксперимента CBM.



Рисунок 1. Фото супермодуля переднего адронного калориметра.

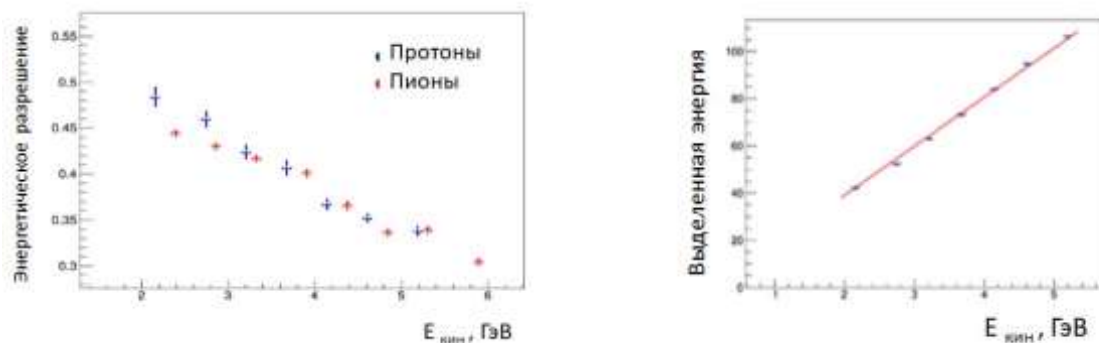


Рисунок 2. Зависимость энергетического разрешения (в центре) и отклика супермодуля от энергии адронов.

Результаты исследований доложены на международной конференции ICPPA-2017, готовится публикация.

Подписано трехстороннее соглашение ИЯИ – ОИЯИ – CBM коллаборация о совместном использовании изготовленных в ИЯИ РАН модулей калориметра в эксперименте BM@N на Нуклотроне в ОИЯИ в период времени до запуска CBM на ускорительном комплексе ФАИР.

Контакты: Губер Федор Фридрихович, внс ИЯИ РАН, тел. +7-903-629-3268 e-mail: guber@inr.ru

Проведены стендовые испытания ECAL-модулей калориметра, создаваемого для эксперимента HADES.

ИЯИ РАН участвует в создании нового электромагнитного калориметра (ECAL), который будет использоваться в экспериментах по исследованию свойств сверхплотной ядерной материи в столкновениях тяжёлых ионов на ускорителях SIS18 и SIS100 (ГСИ, ФАИР, г. Дармштадт, Германия). Новый ECAL будет состоять из 978 черенковских детекторных модулей с радиаторами из свинцового стекла. С помощью ECAL предполагается выполнить прецизионные измерения инклюзивных сечений рождения π^0 and η -мезонов и существенно повысить эффективность разделения пионов и электронов при значениях импульса частиц $p > 400$ МэВ/с.

В 2017 г. в ГСИ с участием ИЯИ РАН проведены сборка и стендовые испытания 278 ECAL детекторных модулей на космическом излучении и LED-оптической системе со светодиодным источником, а также сборка двух секторов ECAL на платформе установки ХАДЕС (Рис.1) [1].

Основной целью стендовых испытаний ECAL-модулей являлись выбор рабочего HV-напряжения на ФЭУ Hamamatsu R6091 и THORN EMI 9903 и изучение возможностей использования LED-оптической системы для амплитудной калибровки индивидуальных модулей;

Пример амплитудного и интегрального зарядового спектров космических частиц в одном из ECAL-модулей показан на Рис.2. Энергетическое разрешение ECAL-модулей, измеренное на космическом излучении, составило 8 – 12 % для интегральных зарядовых спектров.



Рисунок 1. Секторы 3 и 6 калориметра ECAL в сборке из детекторных модулей на платформе установки ХАДЕС

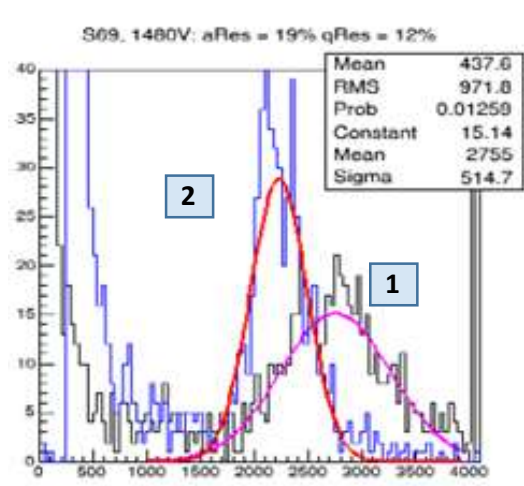


Рисунок 2. Пример амплитудного (1) и интегрального зарядового (2) спектров, измеренных на космическом излучении в одном из ECAL-модулей

T.Galatuyk et al. Tests of the Electromagnetic Calorimeter for HADES Experiment at GSI, to be published in Journal of Physics in January 2018.

Контакты: Решетин Андрей Игоревич, снс ИЯИ РАН, тел. +7-903-128-9673 e-mail: reshetin@inr.ru

Разработаны модули переднего адронного калориметра с использованием новейших микропиксельных лавинных фотодиодов в рамках мегапроекта НИКА в Дубне MPD (NICA).

В Отделе экспериментальной физики ИЯИ РАН создается передний адронный калориметр в рамках мегапроекта НИКА в Дубне. Данный калориметр предназначен для измерения геометрии столкновений тяжелых ионов, исследования фазовых переходов и свойств ядерной материи. Калориметр состоит из отдельных независимых модулей, образующих требуемую детектирующую область с достаточно сложной геометрией. Поскольку адронный калориметр будет работать в сильном поле сверхпроводящего магнита, все элементы калориметра выполнены из немагнитных материалов, а регистрирующая электроника нечувствительна к магнитным полям. Каждый модуль калориметра представляет собой многослойную структуру с перемежающимися слоями пассивного абсорбера адронного ливня (свинцовый сплав) и пластин органического сцинтиллятора, измеряющими энергию частиц в ливне.

В создании адронного калориметра используются современные технологии захвата и транспортировки фотонов в переизлучающих оптоволокнух. Разработанные методы позволяют собирать световое излучение одновременно с десятков сцинтилляционных пластин большого размера и транспортировать фотоны к компактным фотодетекторам, размещенным в задней части калориметра. В качестве детекторов света используются новейшие микропиксельные лавинные фотодиоды, способные детектировать сверхслабые световые сигналы на уровне одиночных фотонов.

Разработанные методы регистрации фотонов могут быть с успехом использованы в прикладных областях, в частности, в создании твердотельных сцинтилляционных детекторов тепловых нейтронов для систем безопасности и в ядерной медицине.



Рисунок 1. Слева - фото нескольких модулей адронного калориметра. Справа – фото активных элементов калориметра, сцинтилляторов и переизлучающих оптических световодов.

Контакты: Ивашкин Александр Павлович, снс ИЯИ РАН, тел. +7-909-625-34-47 e-mail: ivashkin@inr.ru

Признан высокий уровень технических решений конструкции фронтального интеллектуального триггера FIT для исследования ядро-ядерных столкновений на установке ALICE на встречных пучках ускорителя LHC CERN.

Научная программа ЦЕРН предусматривает значительное усовершенствование БАК в 2018-2020 гг., что позволит увеличить его светимость более, чем в 10 раз. Это позволит на порядок увеличить скорость набора экспериментальных данных и, следовательно, сделает возможными исследования редких процессов, недоступных при более низкой светимости. Увеличение на порядок скорости набора экспериментальных данных требует существенного усовершенствования детекторных систем супердетектора АЛИСА, так как существующие детекторные системы не способны эффективно работать в новых условиях. В рамках программы модернизации супердетектора АЛИСА в ЛРЯФ и КОРЭ ведутся работы по поиску новых технических решений детекторных систем для экспериментальных исследований свойств кварк-глюонной материи, т.е. ядерной материи, характеризующейся экстремально высокой плотностью энергии, совершившей фазовый переход в состояние свободных кварков и глюонов. ИЯИ РАН является основным институтом по созданию фронтального интеллектуального триггера (FIT -Fast Interaction Trigger). Результаты разработки модернизированных фотоумножителей XP85012, тестовых измерений на пучках PS в ЦЕРНе, разработка механической конструкции детектора FIT для мюонного плеча (-C), разработка и создание прототипов интегрированных модулей электроники были представлены в ЦЕРНе на LARGE HARDON COLLIDER COMMITTEE (14-15 September 2017) and FIT Engineering Design review (EDR 26 September 2017, <https://indico.cern.ch/event/653177/>). В настоящее время в документах этих ревью отмечен хороший статус разработок и высокий уровень технических решений. На рис.1 представлены результаты разработок по созданию детектора (рис.1-а,1-в), прототипы электронных модулей (рис.1-с,1-д) и результаты измерений временного разрешения детекторов FIT и T0 (рис.1-е). В настоящее время детектор T0 является передним триггерным детектором АЛИСА.

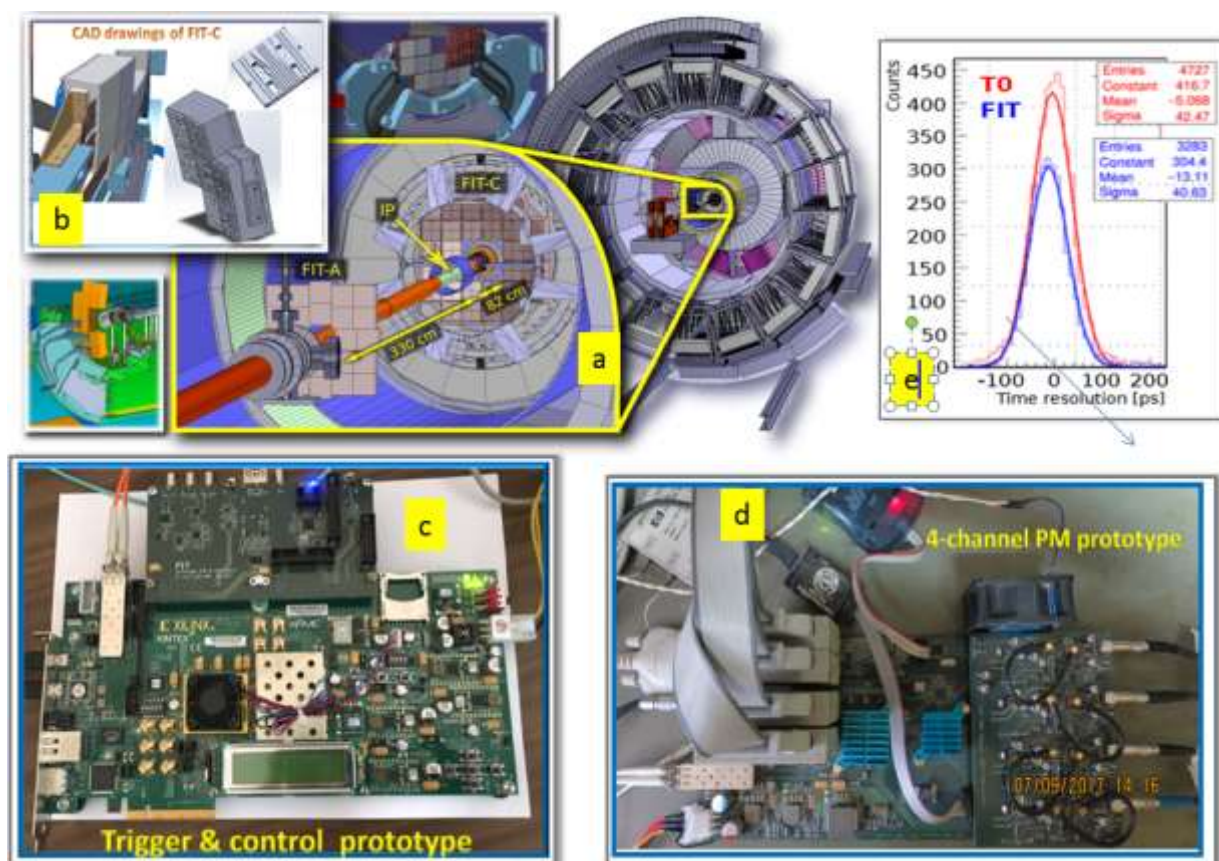


Рисунок 1. Разработка детектора FIT.

- а) расположение детектора FIT внутри супердетектора ALICE,
- б) элементы механической конструкции,
- с) прототип триггерного и управляющего модуля электроники,
- д) прототип электронного модуля обработки событий,
- е) временное разрешение FIT детектора и детектора T0.

Контакты: Каравичева Татьяна Львовна, и.о.зав.лаборатории РЯФ, внс ИЯИ РАН, тел. +7-903-798-71-56 e-mail: tatiana@inr.ru

Исследование столкновения протонов и ядер в проекте AD на установке ALICE коллайдера LHC: при столкновении ядер ксенона при энергии 5.44 ТэВ показана возможность определения центральности соударений с помощью детекторов ADA и ADC, по величине множественности.

AD детектор состоит из двух частей (A и C), расположенных по две стороны от точки взаимодействия эксперимента ALICE. Каждая часть представляет собой двухслойный годоскоп из сцинтилляторов, установленных на расстоянии 18 м от точки взаимодействия. Свет от сцинтилляторов собирается и передается спектро-сдвигающим волокном к ФЭУ. AD детекторы покрывают диапазон псевдобыстрот в интервале $4.8 < \eta < 6.3$ со стороны A и $-7.0 < \eta < -4.9$ со стороны C, что позволяет исследовать процессы столкновения протонов и ядер при малых поперечных импульсах. Детектор AD также используется в эксперименте ALICE как монитор светимости пучка и для сепарации фоновых событий. По сравнению с другими детекторами ALICE детекторы ADA и ADC работают в диапазоне максимальных псевдобыстрот, что позволяет проводить исследования по поиску новой физики.

В проведенном в октябре сеансе при столкновении ядер ксенона при энергии 5.44 ТэВ показана возможность определения центральности соударений с помощью детекторов ADA и ADC, по величине множественности. Распределение множественности для детекторов ADA и ADC показано на Рис. 1. На рисунке также показано двумерное распределение времени срабатывания ADA и ADC, что позволяет отделить реальные события от столкновения ускоренных ядер с атомами остаточного газа.

Plots from AD QA

Time resolution:

- 0.38 ns on A-side
- 0.35 ns on C-side

ADC saturation

- can be corrected in CPass1

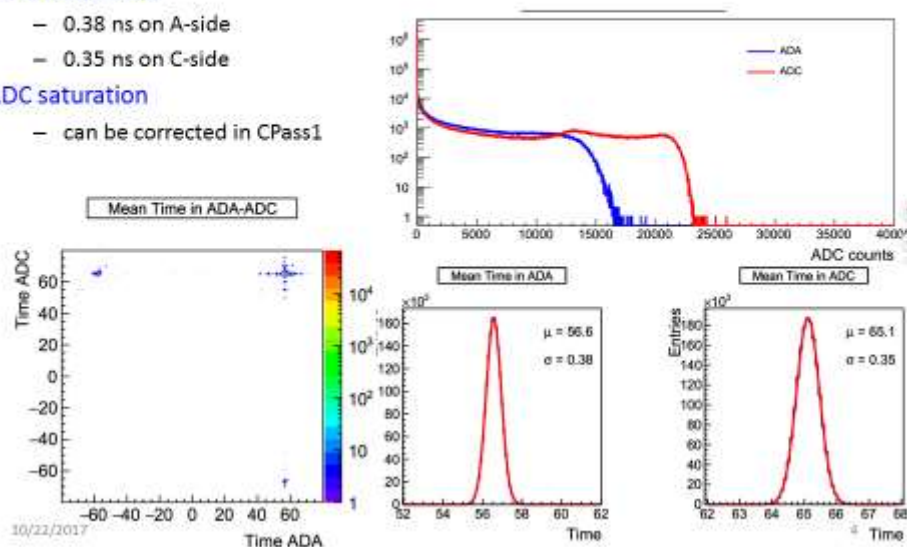


Рисунок 1. Временные распределения, распределения по множественности детекторов ADA и ADC и корреляция времени срабатывания детекторов ADA и ADC для столкновения ядер ксенона.

Контакты: Курепин Алексей Борисович, гнс ИЯИ РАН, тел. +7-903-629-32-67 e-mail: kurepin@inr.ru

Разработана модель фона сцинтилляционного низкофонового детектора, которая описывает экспериментальные данные при значениях концентрации $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ на уровне 10^{-16} .

Разработана модель фона сцинтилляционного низкофонового детектора. Измерения ведутся в низкофоновой камере БНО ИЯИ РАН на глубине 4900 мвэ. Проведены измерения концентрации ^{14}C в образце ЛАБ китайского производства. Чувствительность детектора позволяет мерить концентрации до 10^{-19} . Модель фона удовлетворительно описывает экспериментальные данные. Получено значение концентрации $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ на уровне 10^{-16} .

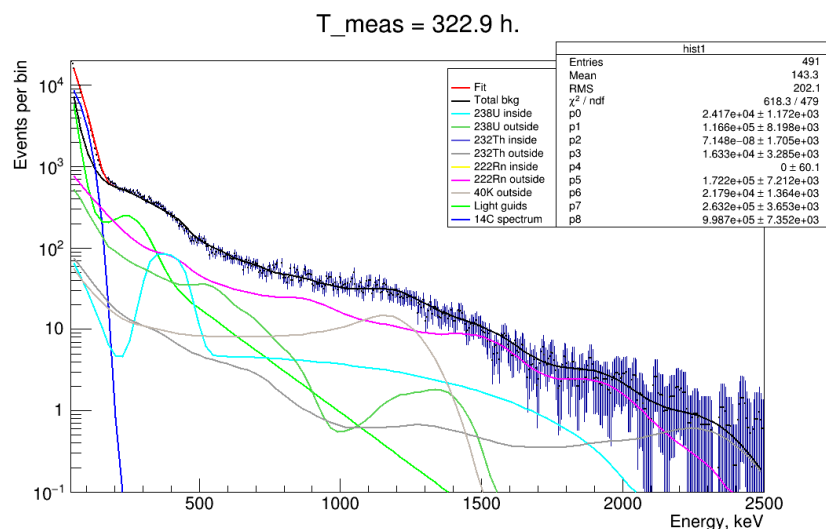


Рис. Измеренный спектр энергovyделений в детекторе за 322.9 часов. Показаны составляющие фона и спектр ^{14}C .

Готовится публикация.

Руководитель - д.ф.м.н. В. В.Синев

Разработана система классификации событий, позволяющая разделять одиночные события в центральной и периферийной частях детектора в эксперименте коллаборации Double Chooz.

В эксперименте коллаборации Double Chooz по измерению угла смешивания нейтрино θ_{13} ведется совершенствование анализа данных. В силу небольшой светосилы установки не удается достичь статистической погрешности, как в эксперименте Daya Bay, однако, наличие всего двух реакторов позволило лучше узнать фоны детектора, проведя измерения во время остановки сразу двух реакторов. Кроме этого, была усовершенствована система отбора событий. Разработана система классификации событий в детекторе, которая позволяет лучше отбирать события от взаимодействия антинейтрино в детекторе. На рисунке показано, как метод отбора событий с использованием Фурье анализа позволяет разделять одиночные события в центральной части детектора (мишени) и в наружном детекторе (гамма-поглотителе).

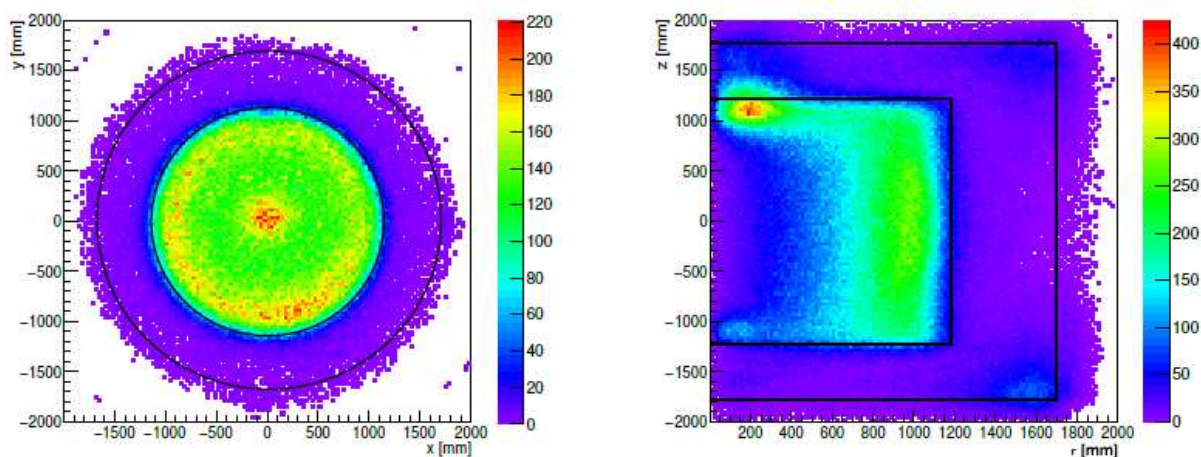


Рис. Вершины одиночных событий в диапазоне энергий 0.7-12 МэВ после применения отбора с параметром $\Omega > 5.2$. Черные линии показывают границы детекторов мишени и гамма-поглотителя. Слева показан вид на детектор сверху, справа – сбоку в двухмерных цилиндрических координатах (ρ , z).

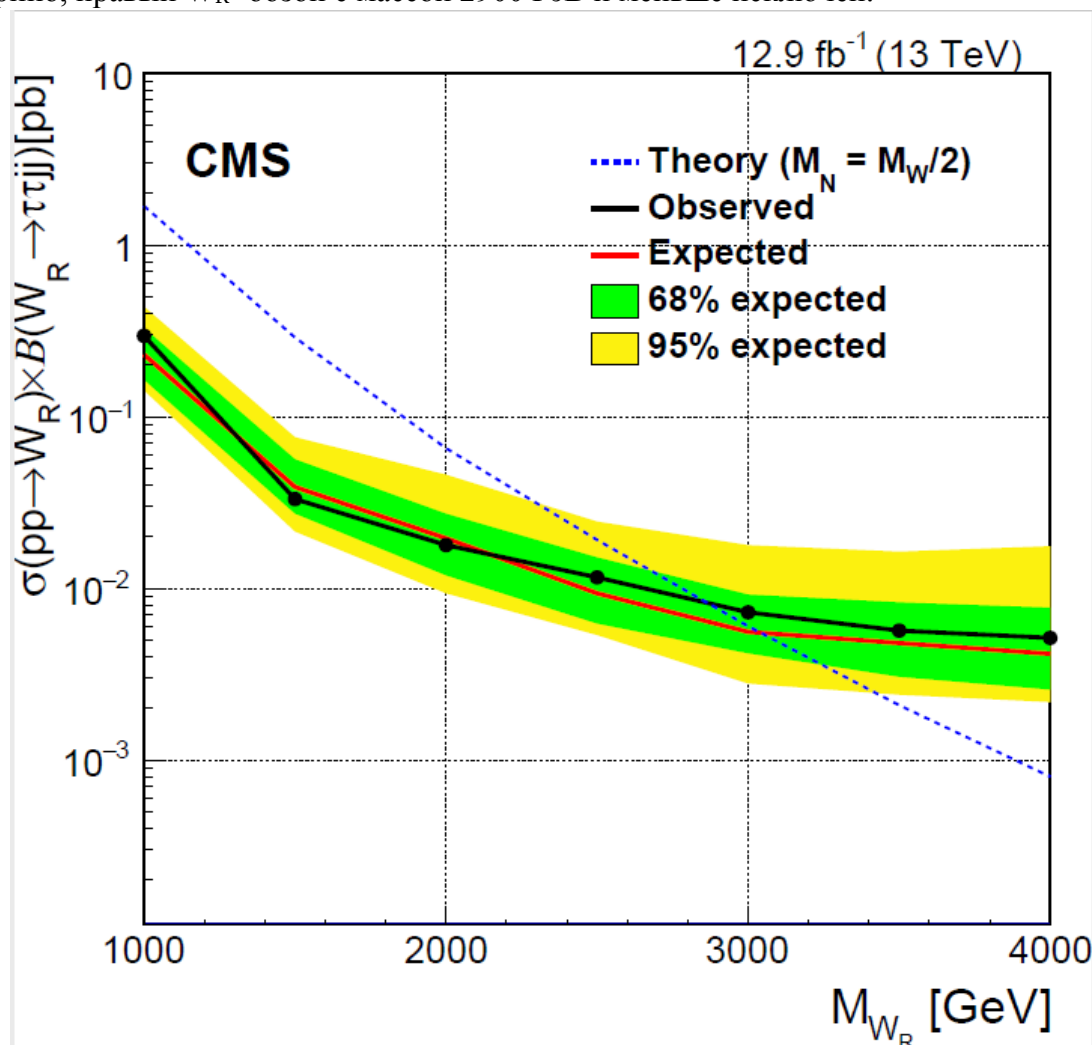
Публикации: arXiv: 1710.04315 [physics.ins-det] Направлено в JINST.

Руководитель - д.ф.м.н. В. В.Синев

Контакты: Валерий Витальевич Синев, тел.8(499)1354056, email: vsinev@inr.ac.ru

В эксперименте CMS получены новые ограничения на массу W_R -бозона и массу тяжелого нейтрино.

Произведен поиск правого W_R -бозона и тяжелого нейтрино в событиях, содержащих один электрон или мюон, один распадающийся на адроны тау-лептон и как минимум две адронные струи. Получены новые ограничения на массу W_R -бозона и массу тяжелого нейтрино. Для случая, когда масса тяжелого нейтрино равна половине массы правого нейтрино, правый W_R -бозон с массой 2900 ГэВ и меньше исключен.



Литература

CMS Collaboration (Andreev Yu.M. et al.). Search for third-generation scalar leptoquarks and heavy right-handed neutrino in final states with two tau leptons and two jets in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ // JHEP. V.07. P.121. 2017

Получено самое сильное экспериментальное ограничение на частоту нейтринных всплесков от гравитационных коллапсов звёзд в Галактике: менее 1 события за 17.37 года на 90% уровне достоверности.

По данным работы нейтринных телескопов АСД (Донецкая обл., Артемовская Научная станция, ИЯИ РАН), 40 лет работы, и LVD (Гран Сассо, Россия-Италия), 25 лет работы, получено самое сильное экспериментальное ограничение на частоту нейтринных всплесков от гравитационных коллапсов звёзд в Галактике: менее 1 события за 17.37 года на 90% уровне достоверности.

Антоненко А.Г., Борщевский В.П., Еникеев Р.И., Очкас О.В., Ряжская О.Г., Чернышов Л.В., Ярош А.П., Ярош Н.А. «Сорок лет Артемовскому Сцинтилляционному детектору нейтрино» // Яд. Физ. (2018);

Агафонова Н.Ю., Ашихмин В.В., Добрынина Е.А., Еникеев Р.И., Мальгин А.С., Ряжская О.Г., Шакирьянова И.Р., Якушев В.Ф. и Коллаборация LVD «Эксперимент LVD: 25 лет работы» // Яд. Физ. (2018).

Лаборатория ЭМДН – Руководитель: Ряжская О.Г.

Построена схема перенормировок для аналога извлекаемой из экспериментальных данных характеристики теории сильных взаимодействий функции, связанной с полным сечением процесса электрон--позитронной аннигиляции в неизвестные пока тяжёлые частицы, и ренорм-групповой функцией, связанной с определением масс СУСИ кварков.

Совместно с А.Е. Казанцевым (аспирантом физического факультета МГУ) и К.В. Степанынцем (кандидатом физ-мат наук, доцентом физического факультета МГУ) построена специфическое предписание (схема перенормировок) в суперсимметричном (СУСИ) варианте теории сильных взаимодействий КХД, в котором выполняется точное соотношение между разложенными по степеням малой константы взаимодействия этой теории рядами теории возмущений (ТВ) для аналога извлекаемой из экспериментальных данных ныне действующих электрон-позитронных ускорителей Новосибирска, Китая и Японии при промежуточных и низких энергиях $E=Q^2$ характеристики теории сильных взаимодействий - функции $D(E)$, связанной с полным сечением процесса электрон-позитронной аннигиляции в неизвестные пока тяжелые частицы, в состав которых входят очень тяжелые СУСИ партнеры кварков и глюонов, и ренорм-групповой функцией, связанной с определением масс СУСИ кварков (не исключается что данные СУСИ партнеры и новые тяжелые частицы могут быть обнаружены именно в процессе электрон-позитронных соударений при супер-высоких энергиях на ускорителе нового поколения, создание которого планируется в Японии). С использованием предложенным академиком А.А. Славновым известным методом регуляризации с высшими ковариантными производными в данной схеме перенормировок найдено выражение для коэффициента второй поправки теории возмущений для функции $D(E)$ и подтверждено вычисленное с помощью другой регуляризации значение лидирующей поправки по константе связи СУСИ КХД, полученное еще в 1983 г в работе A.~L.~Kataev and A.~A.~Pivovarov, "PERTURBATIVE CORRECTIONS TO $\sigma_t(e^+e^- \rightarrow \text{HADRONS})$ IN SUPERSYMMETRIC QCD," JETP Lett. **38** (1983) 369 (Письма в ЖЭТФ **38** (1983) 309; так-же переведено в Германии как Int Report DESY-L-Transl -385, November, 1983)

A.~L.~Kataev, A.~E.~Kazantsev and K.~V.~Stepanyantz, "The Adler β -function for $N_f=1$ SQCD regularized by higher covariant derivatives in the three-loop approximation," Preprint INR- TH-2017-017; arXiv:1710.03941 [hep-th], принято к публикации в Nucl.Phys. B

д.физ-мат-наук Андрей Львович Катаев, ОТФ ИЯИ РАН, kataev@ms2.inr.ac.ru

Вычислен аналогичный формфактор К-мезона как функция квадрата переданного импульса.

В модели, дающей успешное описание экспериментальных результатов и теоретической асимптотики электромагнитного формфактора пи-мезона, вычислен аналогичный формфактор К-мезона как функция квадрата переданного импульса. Показано, что учет такой функциональной зависимости дает хорошее согласие с решеточными результатами при получении значения зарядового радиуса К-мезона из экспериментальных данных, однако точность последних оставляет желать лучшего. Продемонстрировано, что ожидаемые в ближайшее время результаты эксперимента Jefferson Laboratory по измерению больших переданных импульсах помогут ограничить поведение формфактора при малых переданных импульсах и существенно улучшить точность определения зарядового радиуса каона.

Литература:

The K-meson form factor and charge radius: linking low-energy data to future Jefferson Laboratory measurements. By A.F. Krutov, S.V. Troitsky, V.E. Troitsky. arXiv: 1610.06405 [hep-ph], 10.1140/epje/sl0052-017-5038-8. Eur.Phys.J. C77 (2017) no.7, 464.

С.В. Троицкий

Наиболее значительные законченные в отчётном году исследования и разработки, переданные для практической реализации

Для квантовых интегрируемых систем выведены все функциональные соотношения в универсальном (модельно независимом виде).

Для квантовых интегрируемых систем, связанных с простейшей алгеброй петель выведены все функциональные соотношения в универсальном (модельно независимом виде). Впервые получены явные формулы для операторов монодромии в представлении спина 1 квантовой группы.

Литература:

Kh.S.Nirov and A.V.Razumov, Quantum groups and functional relations for lower rank, J.Geom.Phys, 112 (2017) 1-28,

Х.С.Ниров

Создан измерительно–активационный комплекс на базе фотонейтронного источника

Создан активационно-измерительного комплекс [1], включающий W-Be-фотонейтронный источник нейтронов и низкофоновый гамма-спектрометр. Фотонейтронный источник [2] установлен на пучке линейного ускорителя электронов ЛУЭ-8 и включает вольфрамовую тормозную мишень, фотонейтронную бериллиевую мишень и замедлитель быстрых нейтронов. Измерительная часть комплекса включает детектор из обособистого германия, размещенный в низкофоновой камере с «пассивной» защитой. Для определения содержания микропримесей в веществах используется метод нейтронно-активационного анализа (НАА). Выполнено высокочувствительное определение содержания и состава нерадиоактивных и радиоактивных элементов в атмосферных аэрозолях и выпадениях, отбираемых на специальные аналитические фильтрующие материалы вблизи земной поверхности. Оценены пределы определения микропримесей в материалах.

Получен патент РФ на изобретение «Фотонейтронный источник».

А.В. Андреев, Ю.М. Бурмистров, С.В. Зуев, Е.С. Конобеевский, М.В. Мордовской, В.Г. Недорезов, Известия РАН. Серия физическая, 2017, том 81, № 6, с. 824–827.

Андреев А.В., Бурмистров Ю.М., Зуев С.В., Конобеевский Е.С., Латышева Л.Н., Мордовской М.В., Пономарев В.Н., Солодухов Г.В., Соболевский Н.М. Фотонейтронный источник. Патент РФ на изобретение № 2 634 330, G21G 4/02, 01.02.2017/

Зуев Сергей Викторович, 499-1354025, zuyev@inr.ru

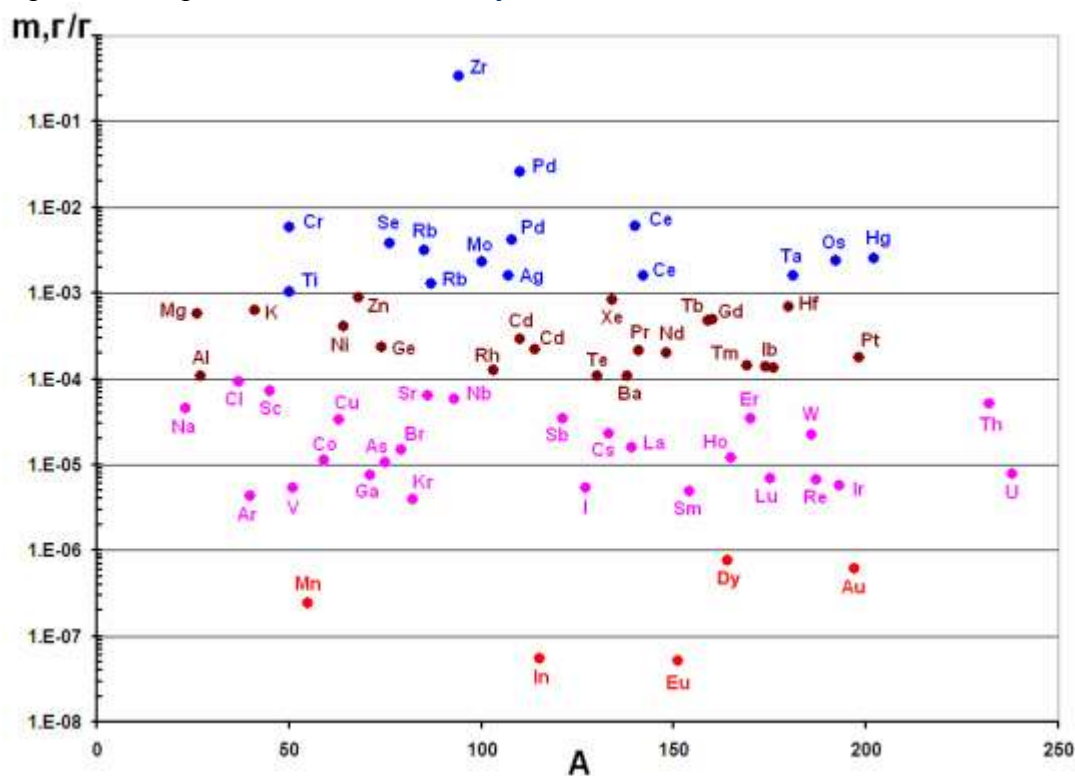


Рис. 1. Чувствительность определения содержания различных элементов активационно-измерительным комплексом (m – масса в г/г, A – атомный вес).

Исследование возможностей медицинского применения генератора стронций-82/рубидий-82 с позитронно-эмиссионной томографией.

Совместно с РНЦРХТ им. А.М. Гранова (г. Санкт-Петербург) показана возможность использования с ПЭТ радиофармпрепарата “Рубидия хлорид, ^{82}Rb ” для диагностики опухолей головного мозга. ^{82}Rb получали из генератора $^{82}\text{Sr}/^{82}\text{Rb}$, разработанного в ИЯИ РАН (стронций-82 массово получают на линейном ускорителе ИЯИ РАН). Выявлена тенденция к преобладанию повышенного накопления РФП в злокачественных новообразованиях, по сравнению с доброкачественными глиомами и артериовенозными мальформациями. Ультракороткий период полураспада радионуклида ^{82}Rb (76 с) и низкая лучевая нагрузка создают принципиально новую возможность последовательного использования двух или нескольких РФП при обследовании одного больного. Показано, что в ряде случаев применения ^{82}Rb -хлорида более эффективно в качестве диагностического средства у нейроонкологических больных, чем применение стандартных ПЭТ-препаратов (рис.1). По результатам работы подготовлены две научные статьи, которые направлены в редакции журналов «Brain and Behavior» и «Лучевая диагностика и терапия». Это будет способствовать внедрению в широкую медицинскую практику произведенных в России генераторов рубидия-82 в РФ и на Евразийском континенте.

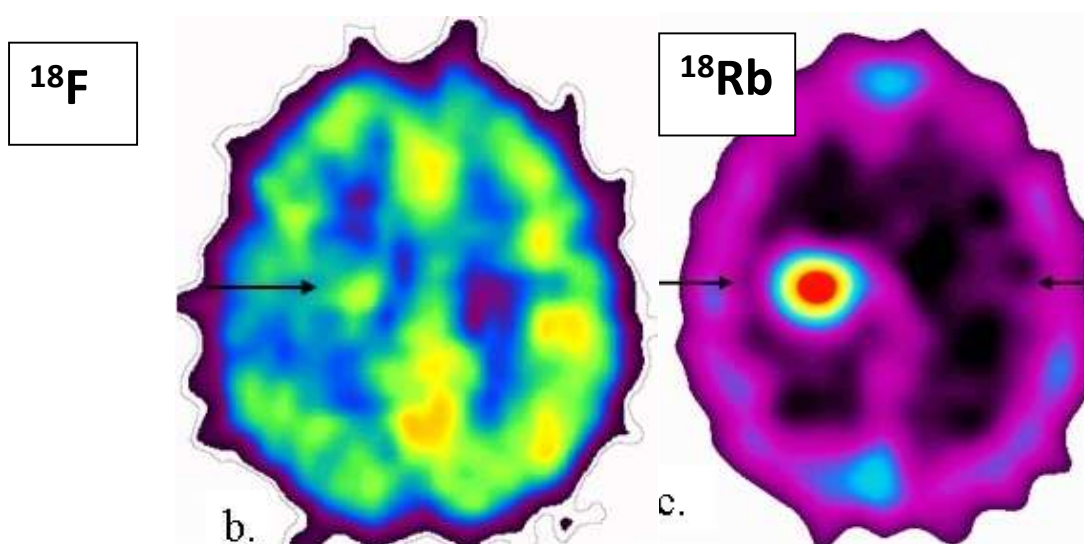


Рисунок 1. Данные обследования пациентки с продолженным ростом мультиформной глиобластомы правой теменной доли головного мозга.

Слева - при ПЭТ с ^{18}F -ФДГ указан неоднородный нечёткий очаг. Справа - при ПЭТ с ^{82}Rb -хлоридом обнаружен чёткий однородный очаг гиперперфузии.

Научный руководитель работ: Жуйков Борис Леонидович, док. хим. наук Зав. Лабораторией радиоизотопного комплекса ИЯИ РАН Тел. +7-495-8510185, +7-903-7977871. Эл. почта: bz@inr.ru

Ответственные исполнители: Ермолаев Станислав Викторович, канд. техн. наук, вед. научн.сотр. Тел. +7-495-8504254. Эл. почта: ermolaev@inr.ru

Чудаков Валерий Михайлович, канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Тел. +7-495-8504254. Эл. почта: tchoudakov@mail.ru

Разработка нового метода получения медицинского изотопа актиния-225 и генератора висмута-213 на его основе.

В ИЯИ РАН разработан способ получения ^{225}Ac из металлического тория, облученного протонами средних энергий. ^{225}Ac и его дочерний радионуклид ^{213}Bi являются α -излучателями, перспективными для проведения направленной терапии целого ряда онкологических заболеваний (таргетная альфа-терапия). Совместно с НИИ НПО «Луч» (г. Подольск), согласно патенту ИЯИ РАН, разработана конструкция ториевой мишени в металлической оболочке выдерживающих интенсивный ток протонов. Облучение таких мишеней на пучке протонов с энергией 160 МэВ линейного ускорителя ИЯИ РАН дает возможность получения больших количеств ^{225}Ac , превышающих мировое производство этого радионуклида.

Разработана схема нового генератора $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$, который рассчитан на использование больших активностей радионуклида, что важно в ряде медицинских случаев. Исследовано распределение радионуклидов в генераторной колонке (рис. 2). Благодаря использованию системы с двумя колонками с Actinide Resin (производство TrisKem Int., France) примесь исходного ^{225}Ac в элюате была доведена до уровня менее $10^{-6}\%$. Достигнутые параметры не уступают лучшему на данный момент $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$ -генератору (Karlsruhe, Germany), а по примеси ^{225}Ac превосходят его.

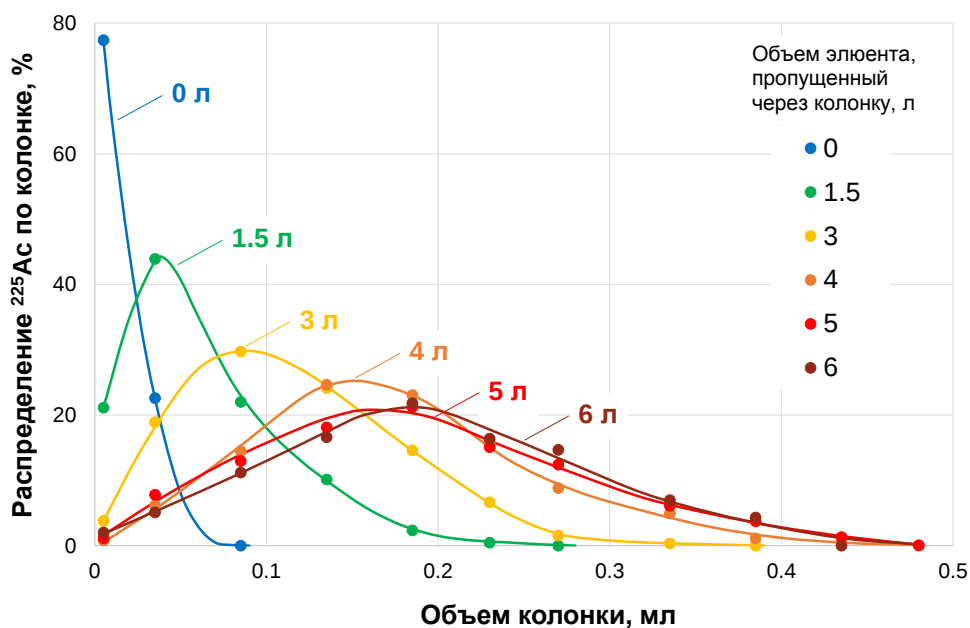


Рисунок 2. Распределение ^{225}Ac в колонке генератора $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$ в зависимости от объема пропущенного через нее раствора.

Совместно с Уральским федеральным университетом им. Б.Н. Ельцина разработаны различные схемы генератора $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$ с использованием радиационно стойких неорганических сорбентов производства компании «Термоксид» (г. Заречный Свердловской обл.) на основе гидратированных оксидов титана, циркония и иттрия.

Научный руководитель работ: Жуйков Борис Леонидович, док. хим. наук Зав. Лабораторией радиоизотопного комплекса ИЯИ РАН Тел. +7-495-8510185, +7-903-7977871. Эл. почта: bz@inr.ru

Ответственные исполнители: Ермолаев Станислав Викторович, канд. техн. наук, вед. научн.сотр. Тел. +7-495-8504254. Эл. почта: ermolaev@inr.ru

Чудаков Валерий Михайлович, канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Тел. +7-495-8504254. Эл. почта: tchoudakov@mail.ru