

Важнейшие достижения ИЯИ РАН в 2018 году

1. *На нейтринных телескопах Baikal-GVD (ИЯИ РАН, ОИЯИ) и Баксанском подземном сцинтилляционном телескопе – БПСТ (ИЯИ РАН) идёт непрерывный набор нейтринных событий в широком диапазоне энергий. С помощью этих установок проведён поиск нейтрино, совпадающих по времени и направлению прихода с гравитационно-волновыми событиями; получены ограничения сверху на сопутствующие потоки нейтрино.*

На оз. Байкал развернут и введен в эксплуатацию третий кластер нейтринного телескопа Baikal-GVD. С его вводом телескоп стал крупнейшим в Северном полушарии и вторым в мире, достигнув эффективного объёма порядка 0.4 от IceCube в задаче регистрации ливней от нейтрино высоких энергий астрофизической природы.

В данных 2017 г. проведён поиск нейтрино с энергиями от 1 ТэВ до 100 ПэВ от слияния нейтронных звёзд GW170817, зарегистрированного в гравитационно-волновом канале. Получены ограничения на поток нейтрино от этого события.

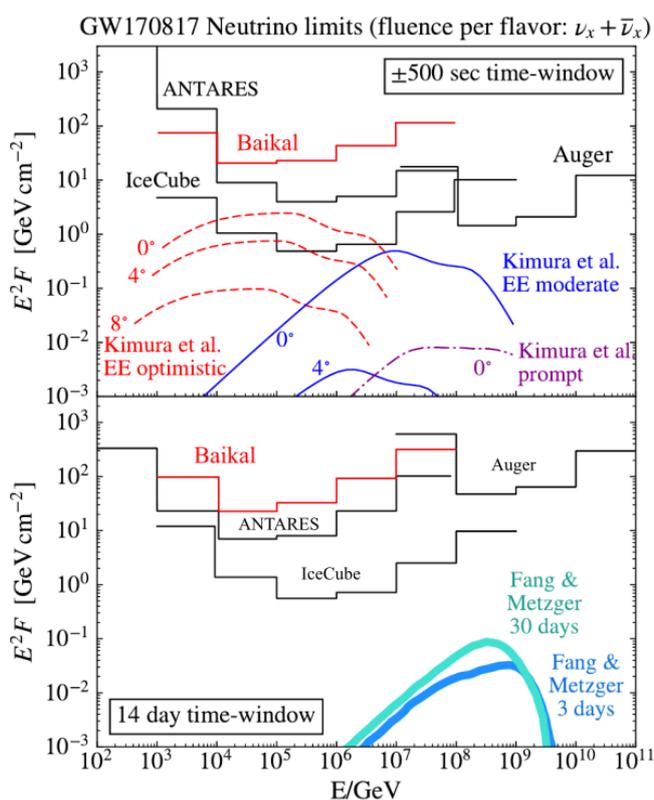


Рис.1. Верхние пределы на 90\% Д.У. на нейтринный поток со спектральным индексом -2 от источника GW170817A во временном окне ± 500 секунд относительно триггерного времени гравитационной волны (вверху) и с задержкой 14 дней относительно триггерного времени(внизу).

По данным Баксанского подземного сцинтилляционного телескопа (БПСТ) проведен поиск электронных нейтрино и антинейтрино с энергией выше 21 МэВ в совпадении с гравитационно-волновыми событиями GW150914, GW151226, GW170104, GW170608, GW170814 и GW170817. В интервале ± 500 секунд от гравитационно-волновых событий нейтринных сигналов на БПСТ обнаружено не было. Получены ограничения на потоки электронных нейтрино и антинейтрино с энергиями от 21 МэВ до 200 МэВ от астрофизических источников гравитационных всплесков.

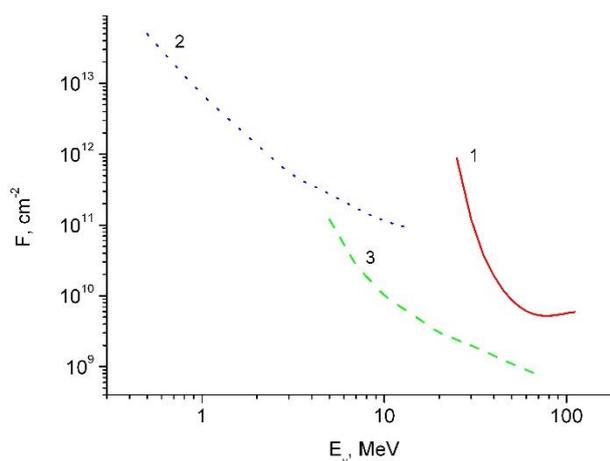


Рис. 2. Верхние ограничения на поток электронных нейтрино в зависимости от их энергии (для моноэнергетического спектра). 1 – БПСТ; 2 – Bogehino, ES; 3 – Super-Kamiokande, ES

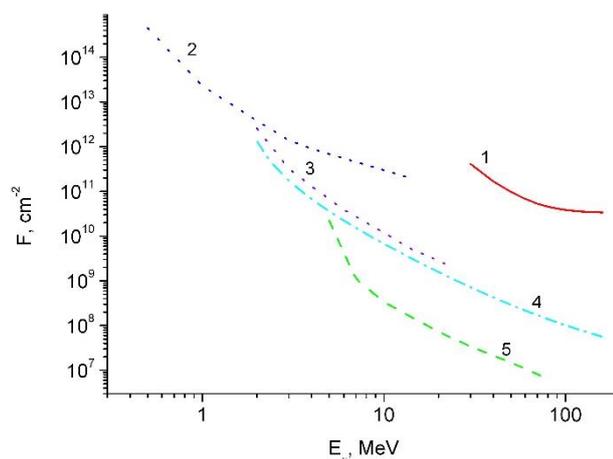


Рис. 3. Верхние ограничения на поток электронных антинейтрино в зависимости от их энергии (для моноэнергетического спектра). 1 – БПСТ; 2 – Borexino, ES; 3 – Borexino, IBD; 4 – KamLAND, IBD; 5 – Super-Kamiokande, IBD

Полученные на нейтринных телескопах ИЯИ РАН ограничения на потоки нейтрино являются конкурентоспособными и, вместе с данными других экспериментов, позволяют ограничить ряд нестандартных моделей происхождения гравитационно-волновых всплесков.

Публикации:

1) В.Б. Петков, Р.В. Новосельцева, М.М. Болиев, И.М. Дзапарова, М.М. Кочкаров, А.Н. Куреня, Ю.Ф. Новосельцев, П.С. Стриганов, А.Ф. Янин. Поиск на БПСТ электронных нейтрино от гравитационно-волновых событий. Письма в ЖЭТФ, том 107, вып. 7, с. 418 – 421, 2018.

2) Baikal-GVD Collaboration: A.D. Avrorin (INR RAS), A.V. Avrorin (INR RAS), V.M. Aynutdinov (INR RAS), R. Bannash, I.A. Belolaptikov, V.B. Brudanin, N.M. Budnev, A.A. Doroshenko (INR RAS), G.V. Domogatsky (INR RAS). Search for high-energy neutrinos from GW170817 with Baikal-GVD neutrino telescope, Письма в ЖЭТФ, принято в печать.

3) V.B. Petkov, M.M. Boliev, I.M. Dzaparova, M.M. Kochkarov, A.N. Kurenya, Yu.F. Novoseltsev, R.V. Novoseltseva, P.S. Striganov and A.F. Yanin. Search for electron neutrinos associated with gravitational-wave events at the

Baksan Underground Scintillation Telescope. Journal of Physics: Conference Series,
2018 (в печати).

Координаторы: Петков Валерий Борисович,

тел.: 8(866)387-51-37, эл. почта: vpetkov@inr.ru;

Домогацкий Григорий Владимирович,

тел.: 8(499)783-92-98, 8(499)135-65-85, 8(903)629-32-70,

эл.почта: domogats@yandex.ru .

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

Тема НИР: № 0031-2014-0066

2. Предсказано новое явление образования Бозе-звезд из газа лёгких частиц темной материи за счет универсального гравитационного взаимодействия.

Явление изучено в масштабном численном моделировании и продемонстрировано, что конденсация происходит в кинетическом режиме. Это дает аналитическое описание процесса и позволяет определить время конденсации параметрически. Показано, что в популярных космологических моделях, где темная материя состоит из аксионов КХД или из струнных аксионов, Бозе-звезды формируются за время, меньшее времени жизни Вселенной, что приводит к ряду потенциально наблюдаемых следствий.

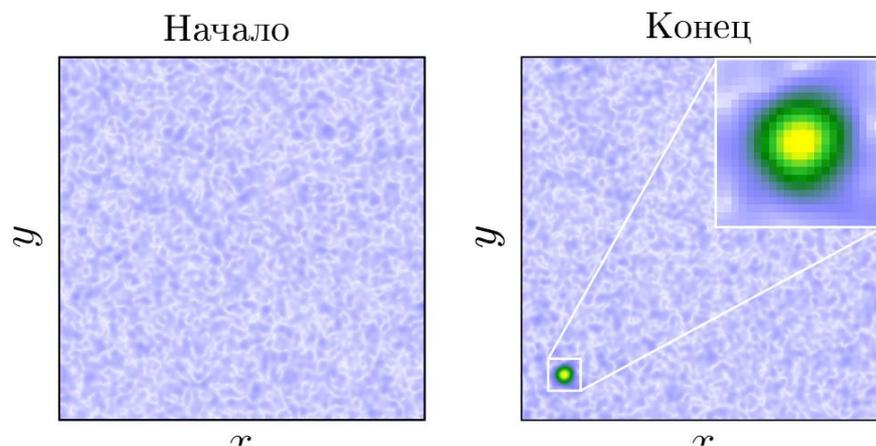


Рис. 1. Эволюция газа темной материи. Слева начальное состояние, справа - газ вскоре после образования Бозе-звезды, область которой увеличена во вставке. Цвет характеризует плотность газа: белый-синий-зеленый-желтый, от малой плотности к высокой.

Публикация: D.G. Levkov, A.G. Panin, I.I. Tkachev, “Gravitational Bose-Einstein Condensation in the Kinetic Regime,” Phys. Rev. Lett. 121, 151301 (2018) [arXiv: 1804.05857].

Координатор работ: Ткачев Игорь Иванович,
тел.: 8(495)850-42-51

эл. почта: tkachev@inr.ac.ru

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15,16»

Тема НИР: № 0031-2014-0065

3. В международном эксперименте T2K впервые получено указание на нарушение CP симметрии в нейтринных осцилляциях с наиболее вероятной величиной CP нечетной фазы около -90 градусов

В международном нейтринном эксперименте T2K проведены измерения осцилляций мюонных нейтрино и антинейтрино в электронные нейтрино и антинейтрино. Основываясь на комбинированном анализе полученных данных, а также данных реакторных экспериментов, эксперимент T2K впервые получил указание на нарушение CP симметрии в нейтринных осцилляциях с наиболее вероятной величиной CP нечетной фазы около -90 градусов, соответствующей максимальному нарушению, как показано на рис.1.

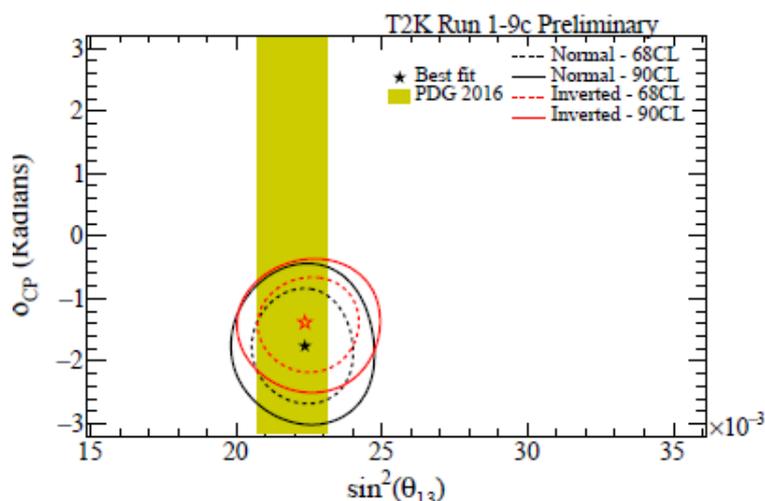


Рис.1. Наиболее вероятные значения CP нечетной фазы и ограничение на параметры и $\sin^2\theta_{13}$ на уровне 68% и 90% после использования данных реакторных экспериментов.

Эксперимент T2K исключил CP сохранение ($\delta_{CP} = 0$ или) на уровне статистической значимости более 2σ , как видно из рис. 2.

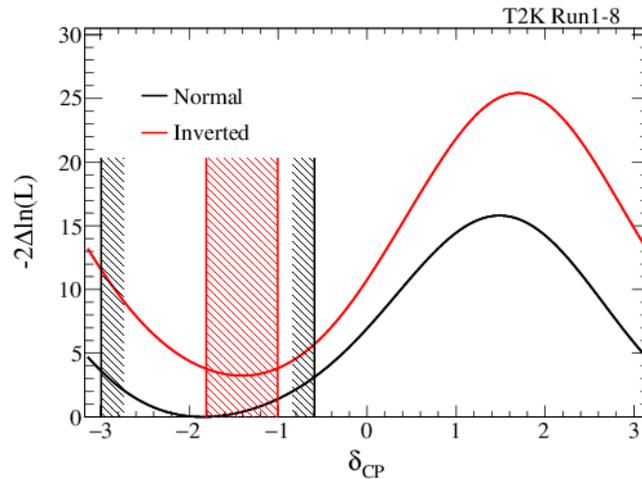


Рис.2. Вероятность исключения CP нечетной фазы. Кривая черного цвета соответствует нормальной иерархии масс, красная кривая – инверсной иерархии масс. Наиболее вероятной величиной фазы является $-\pi/2$ для обеих возможных иерархий масс.

Публикация: К.Абе...М.Khabibullin (INR RAS), Y.Kudenko (INR RAS) et al. (T2K Collaboration) Search for CP Violation in Neutrino and Antineutrino Oscillations by the T2K Experiment with 2.2×10^{21} Protons on Target. Phys.Rev. Lett. 121 (2018) 171802

Координатор работ: Куденко Юрий Григорьевич,

тел.: 8(495)8510184,

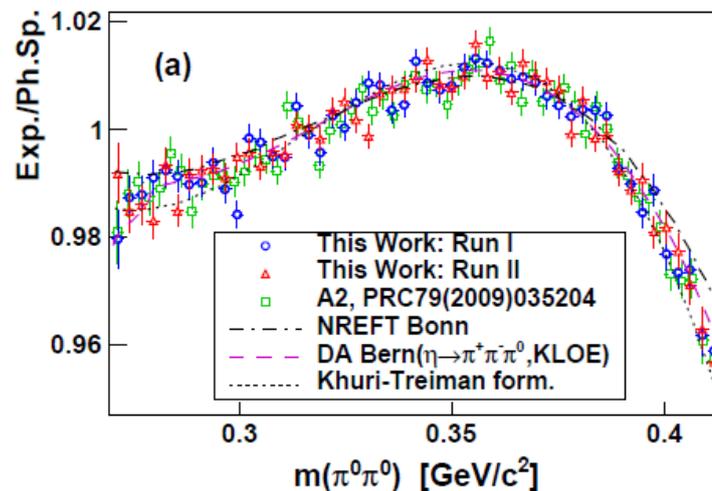
эл.почта: kudenko@inr.ru

ПФНИ ГАН «И, Физические науки, направление 15»

Тема НИР: № 0031-2014-0066

4. Проведены прецизионные измерения вероятности распада эта-мезона на три пиона на ускорителе МАМИ (Германия) в рамках коллаборации А2.

На ускорителе МАМИ (Германия) в рамках коллаборации А2 проведено измерение вероятности распада эта-мезона на 3 пи-мезона, запрещённого изоспиновой симметрией и возникающего вследствие разности масс верхнего и нижнего кварков [1]. Этот результат в сравнении с теоретическими расчетами показан на рисунке. Он получен с лучшей на сегодняшний день статистической точностью и служит чувствительным тестом для величины изоспинового нарушения в квантовой хромодинамике.



Публикация: S.Prakhov, G.Gurevich, R.Kondratiev, V.Lisin, A.Mushkarenkov, A.Polonski et al. High-statistics measurement of the $\eta \rightarrow 3\pi^0$ decay at the Mainz Microtron. Phys. Rev. C 97, No. 6, 065203 (2018). [1]

Координатор: Недорезов Владимир Георгиевич

тел.: 8(499)135-05-78

эл.почта: vladimir@срс.inr.ac.ru

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

5. Получены первые результаты по прямому поиску нового 16,7-МэВного бозона (X) в рамках коллаборации в эксперименте NA64 в ЦЕРНе

В эксперименте NA64 получены первые результаты по прямому поиску нового 16,7-МэВного бозона (X), который мог бы объяснить аномальный избыток пар e^+e^- , наблюдаемый в распадах возбужденных ядер ^8Be . Благодаря своей связи с электронами, X-бозон мог бы рождаться в реакции $e^- Z \rightarrow e^- Z X$ при облучении активной мишени пучком 100-ГэВных электронов в эксперименте NA64 на церновском ускорителе SPS и наблюдаться в последующем распаде на пару e^+e^- . После облучения мишени $5,4 \times 10^{10}$ электронами не было найдено свидетельств таких распадов, что позволило установить первые пределы на константу связи X - e^- в диапазоне $1,3 \times 10^{-4} \leq \epsilon_e \leq 4,2 \times 10^{-4}$, исключив часть разрешенной плоскости параметров. Также поставлены новые пределы на смешивание фотонов с темными фотонами (A'), поскольку распад $A' \rightarrow e^+e^-$ в тормозном излучении A' с массой, не превышающей 23 МэВ, не наблюдался.

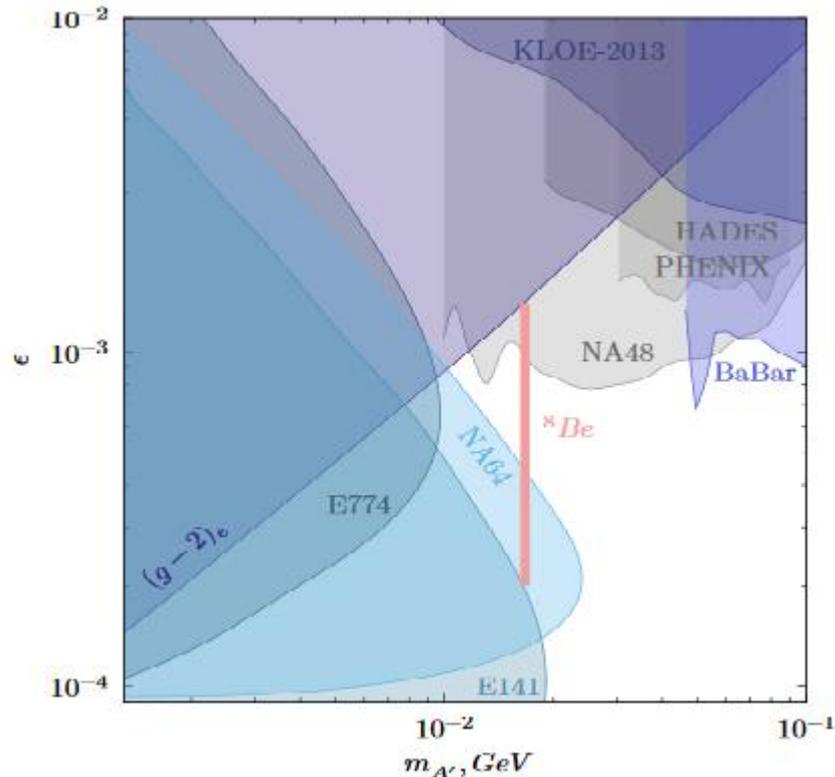


Рис. 1 Область на плоскости параметров ($m_{A'}$; ϵ), исключенная в эксперименте NA64 на 90% д.у. (голубой цвет). Для массы 16,7 МэВ константа

связи $X - e^-$ исключена экспериментом NA64 в диапазоне $1,3 \times 10^{-4} \leq \epsilon_e \leq 4,2 \times 10^{-4}$. Также показан полный разрешенный диапазон $2,0 \times 10^{-4} \leq \epsilon_e \leq 1,4 \times 10^{-3}$, объясняющий аномалию ${}^8\text{Be}^*$ (красный цвет). Показаны ограничения на смешивание ϵ , полученные в экспериментах E774, E141, BaBar, KLOE, NADES, PHENIX, NA48 и ограничения, полученные из аномального магнитного момента электрона $(g-2)_e$.

Публикация: NA64 Collaboration (Gninenko S.N. et al.). Search for a Hypothetical 16.7 MeV Gauge Boson and Dark Photons in the NA64 Experiment at CERN // Phys. Rev. Lett. V.120. P.231802. 2018

Координатор: Гниненко Сергей Николаевич,

тел.: 8(495)850-42-50

эл. почта: sergei.gninenko@cern.ch

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

6. Исследование деконфайнмента и поиск критической точки фазового перехода в сильно взаимодействующей ядерной материи в рамках коллаборации в эксперименте NA61/SHINE.

В 2018г. на установке NA61/SHINE в ЦЕРНе завершена программа экспериментов по поиску и исследованию начала деконфайнмента и поиску критической точки фазового перехода в сильно взаимодействующей ядерной материи. Начиная с 2011г., выполнен ряд экспериментов по измерению выходов заряженных частиц в столкновениях легких и тяжелых ядер при энергиях налетающих частиц в диапазоне энергий от 13 до 150 ГэВ. Группа ИЯИ РАН отвечала в этих экспериментах за измерения центральности и угла плоскости реакции в ядро-ядерных столкновениях с помощью переднего адронного калориметра, разработанного и созданного в ИЯИ.

Предварительный анализ полученных данных показывает, что наблюдается эффект перемежаемости для центральных событий в столкновениях ядер аргона и скандия при энергии 150 АГэВ. Такой эффект не наблюдается при столкновениях ядер свинца и бериллия при тех же энергиях. Возможно, что наблюдаемый эффект является первым указанием на обнаружение критической точки фазового перехода. Ведется дальнейший анализ полученных экспериментальных данных.

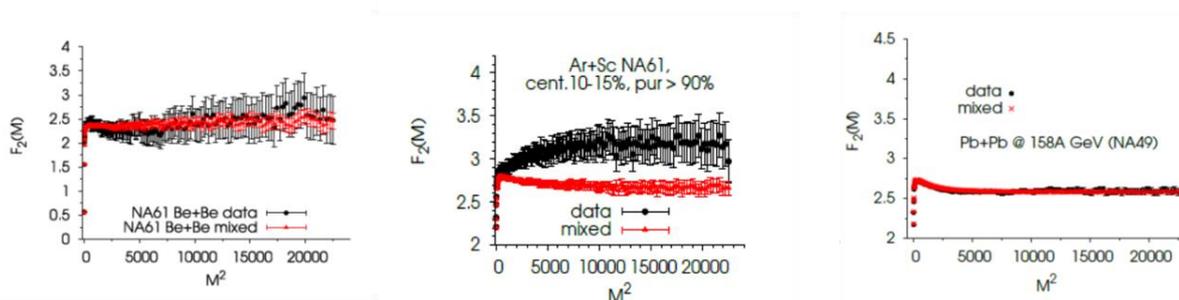


Рис.1 Зависимость нормированного второго факториального момента распределения по множественности протонов от выбранного числа интервалов M для компонент поперечного импульса для реакций Be+Be, Ar+Sc и Pb+Pb при энергии 150 АГэВ.

Публикация: Report from the NA61/SHINE experiment at the CERN SPS
NF61 Collaboration (A. Aduszkiewicz et al) CERN-SPSC-2018-029 / SPSC-SR-
239

Координатор: Губер Федор Фридрихович,

тел.: +7-903-629-3268

эл.почта: guber@inr.ru

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

7. *Первое наблюдение двух новых массовых структур, согласующихся с резонансами с конечными состояниями $\Lambda^0_b \pi^-$ и $\Lambda^0_b \pi^+$ [1] в рамках коллаборации в эксперименте LHCb*

LHCb сообщило о наблюдении новых структур в обоих массовых спектрах $\Lambda^0_b \pi^-$ и $\Lambda^0_b \pi^+$, полученных из данных p - p соударений с интегральной светимостью 3/фб. Эти новые состояния $\Sigma_b(6097)^\pm$, соответствуют $1P$ возбуждениям барионов с *bottom*-кварком buu и bdd . Но нельзя исключить, что новые структуры – это суперпозиции нескольких состояний с близкими массами. Другие интерпретации, такие как молекулярные состояния, также возможны. Новые структуры наблюдаются с высокой достоверностью $>12 \sigma$. При этом базовые состояния Σ_b^\pm и $\Sigma_b^{*\pm}$ также наблюдаются и подтверждают результаты CDF [2]. Массы и ширины распределений измерены с точностью в 5 раз превышающей предыдущие измерения.

Полученный результат является первым наблюдением новых массовых структур и наиболее точным измерением в отдельном эксперименте в мире.

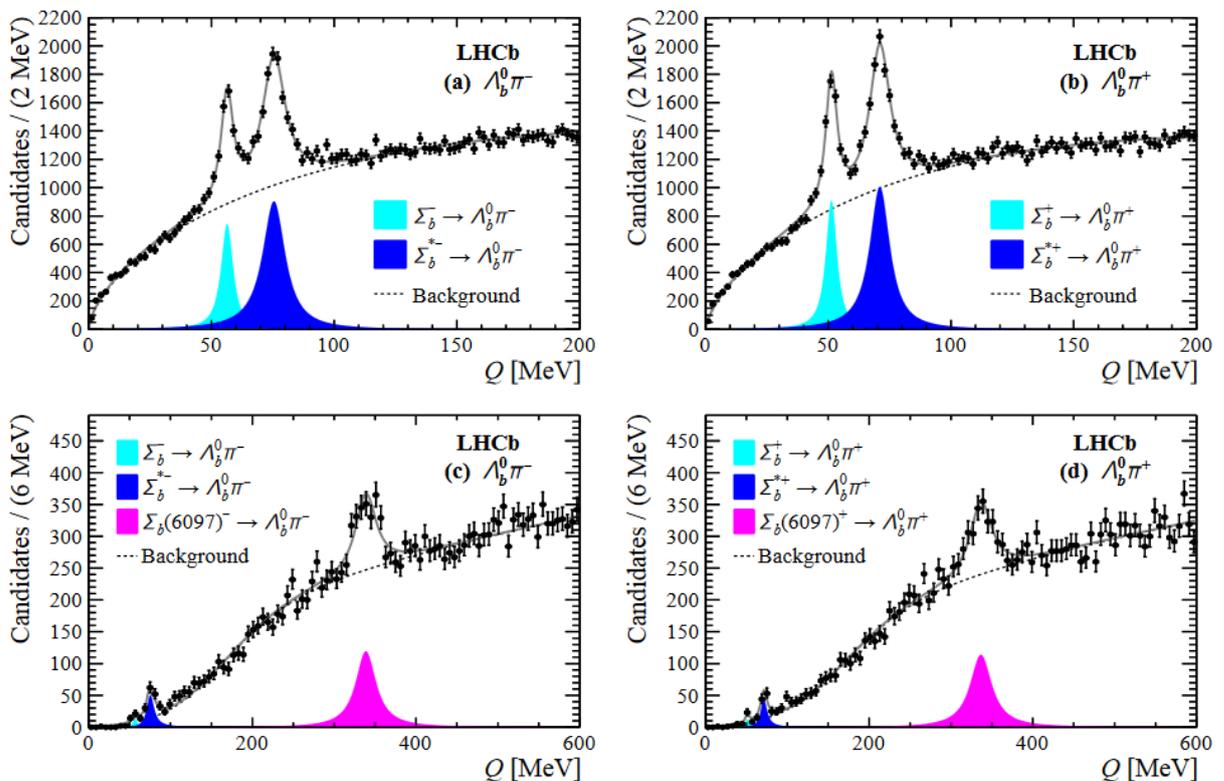


Рисунок. Показаны распределения масс $\Lambda_b^0\pi^-$ (слева) и $\Lambda_b^0\pi^+$ (справа). Точками показаны экспериментальные данные. В верхнем ряду показаны результаты для состояний с низкой массой Σ_b^\pm и $\Sigma_b^{*\pm}$, в нижнем ряду представлены (пурпурным цветом) результаты для новых массовых состояний $\Sigma_b(6097)^\pm$.

Публикации:

1) By LHCb Collaboration. “Observation of two resonances in the $\Lambda_b^0\pi^\pm$ systems and precise measurement of Σ_b^\pm and $\Sigma_b^{*\pm}$ properties”. [arXiv:1809.07752](https://arxiv.org/abs/1809.07752); *LHCb-PAPER-2018-032* ; *CERN-EP-2018-243*. Submitted to PRL.

2) CDF collaboration, T. Aaltonen et al., “Observation of the heavy baryons Σ_b and Σ_b^* ”, Phys. Rev. Lett. 99 (2007) 202001; CDF collaboration, T. Aaltonen et al., “Measurement of the masses and widths of the bottom baryons Σ_b^\pm and $\Sigma_b^{*\pm}$ ”, Phys. Rev. D85 (2012) 092011.

Координатор: Гущин Евгений Николаевич

эл. почта: guschin@inr.ru

ПФНИ ГАН «И, Физические науки, направление 15»

8. Получено верхнее ограничение на модуль произведения аксион-фотонной константы связи на массу аксиона в эксперименте по поиску Солнечных адронных аксионов в БНО РАН.

В БНО ИЯИ РАН ведется эксперимент по поиску Солнечных адронных аксионов. По результатам измерений получено верхнее ограничение на модуль произведения аксион-фотонной константы связи на массу аксиона: $|g_{A\gamma} \times m_A| \leq 6.3 \times 10^{-17}$. В модели адронных аксионов это соответствует ограничению на массу аксионов: $m_A \leq 12.7$ эВ (95% У.Д.).

Данное ограничение является лучшим среди аналогичных экспериментов, по поиску адронных аксионов.

Публикации:

1. A.V. Derbin, I.S. Drachnev, A.M. Gangapshev et al., “Results of Searching for Solar Hadronic Axions Emitted in the M1 Transition in ^{83}Kr Nuclei”, *Physics of Particles and Nuclei*, Volume 49, Issue 4, pp 599–601.
2. Yu.M. Gavriluyk, A.N. Gangapshev, A.V. Derbin et al., “New Constraints on the Axion–Photon Coupling Constant for Solar Axions”, *JETP Letters*, Volume 107, Issue 10, pp 589–594.
3. Z.A. Ahmatov, A.M. Gangapshev, V.S. Romanenko, A.Kh. Khokonov, V.V. Kuzminov, “Low-Background Method of Isotope Markers for Measuring the Efficiency of Intercalation of Graphite by Potassium Atoms”, *Physics of Particles and Nuclei*, Volume 49, Issue 4, pp 787–792.
4. Yu.M. Gavriluyk, A.N. Gangapshev, A.V. Derbin et al., “Search for resonant absorption of solar axions emitted in M1-transitions in ^{83}Kr nuclei: Second stage of the experiment”, *Physics of Particles and Nuclei*, Volume 49, Issue 1, pp 94–96.

Координатор: Гангапшев Альберт Мусаевич

тел.: эл. почта: vpetkov@inr.ru

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

9. На сильноточном линейном ускорителе ИЯИ РАН достигнута энергия 267 МэВ, и обеспечена успешная работа ускорителя.

Последние пятнадцать лет как по техническим, так и экономическим причинам сильноточный линейный ускоритель ИЯИ РАН работал с максимальной энергией до 209 МэВ. В 2018 году в результате проведенного комплекса работ по модернизации и совершенствованию систем ускорителя энергия была увеличена до 267 МэВ. Всего в 2018 году проведено четыре сеанса, направленных на выполнение государственного задания, программ РАН, планов и научной программы Института, соглашений со сторонними организациями. Обеспечено проведение как фундаментальных, так и прикладных исследований. Общая продолжительность сеансов в 2018 году составила 1016 часов. Обеспечена работа ускорителя на комплекс по наработке радиоизотопов, установки экспериментального комплекса РАДЭКС, ИН-06 и КПТ, а также на разработанный и созданный экспериментальный стенд для исследования воздействия ускоренного пучка на узлы радиоэлектронной аппаратуры. Работы проводились с энергиями от 49 МэВ до 267 МэВ при интенсивности пучка от единичных импульсов с числом частиц 10⁷ в импульсе на экспериментальный стенд до десятков микроампер среднего тока на установки РАДЭКС и ИН-06. Обеспечение работы ускорителя стало возможным благодаря постоянно проводимому техническому обслуживанию и модернизации оборудования ускорителя и каналов экспериментального комплекса.

Координатор: Фещенко Александр Владимирович.

эл.почта: feschenk@inr.ru,

тел.: (495)850-42-40)

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

10. *Найдена естественная модификация инфляции на поле Хиггса, делающая модель теоретически согласованной, с возможностью прямой проверки космологических параметров в экспериментах физики частиц.*

Более 10 лет не утихают споры по поводу гипотезы Ф.Безрукова и М.Шапошникова (бывшие сотрудники ИЯИ РАН) о том, что за инфляцию в ранней Вселенной ответственен тот самый бозон Хиггса, после открытия которого на Большом адронном коллайдере была присуждена Нобелевская премия по физике. Инфляция обеспечивает (почти) экспоненциально большой рост Вселенной, в результате которого она становится пространственно плоской и однородной -- такой, как мы её знаем сегодня -- и заполняется небольшими неоднородностями материи, которые в поздней Вселенной дают анизотропию реликтового излучения и многообразие структур -- галактик и их скоплений. Проблема с Хиггсовской инфляцией заключалась в том, что в ней содержится большая константа связи, ограничивающая рассмотрение теории на квантовом уровне энергетическим масштабом ниже инфляционного. Фактически получалось, что при низких энергиях (электрослабый фазовый переход) и при высоких энергиях (инфляция) имелись две не связанные теории, а значит и проверить такую инфляционную модель в экспериментах при низких энергиях не представлялось возможным.

Добавление к модели квадратичного по скаляру кривизны слагаемого делает ее самосогласованной на квантовом уровне вплоть до планковского масштаба, что вполне достаточно для описания инфляции и проверки модели при низких энергиях. Как и в исходной идее, инфляционные параметры определяются хиггсовским сектором. Это исследование легитимизирует хиггсовскую инфляцию и открывает уникальную возможность тестирования инфляционной модели не только космологическими наблюдениями, но и измерениями в экспериментах физики частиц.

Публикация: «Scalaron the healer: removing the strong-coupling in the Higgs- and Higgs-dilaton inflations» Dmitry Gorbunov (Moscow, INR & Moscow, MIPT), Anna Tokareva (Moscow, INR). e-Print: arXiv: 1807.02392 Принята в печать в Physics Letters B

Координатор: Горбунов Дмитрий Сергеевич,

тел.: 8(499)783-92-91

эл. почта: gorby@inr.ac.ru

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

Разработана технология получения медицинского радионуклида актиния-225 и разработана схема генератора $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$ на основе неорганических сорбентов

Завершена разработка радиохимической технологии выделения актиния-225, используемого для терапии онкологических заболеваний, из облученной на линейном ускорителе ИЯИ РАН мишени металлического тория в ниобиевой оболочке. Химический выход ^{225}Ac из технологических мишеней составляет более 85%, а радионуклидная чистота – более 99,8%. Для крупномасштабного производства актиния-225 данная технология должна быть установлена в мощных защитных «горячих» камерах.

В данном методе полученный ^{225}Ac ($T_{1/2}=9,9$ дн.) содержит около 0,1% долгоживущего ^{227}Ac (21,7 лет), и прямое медицинское использование такого продукта является проблематичным. Поэтому ^{225}Ac перспективно использовать в виде генератора ^{213}Bi (46 мин.). Используемые для генератора органические сорбенты имеют невысокую радиационную стойкость. Нами разработана схема «обратного» генератора, где накапливающийся ^{213}Bi периодически селективно сорбируется на неорганическом сорбенте из раствора ^{225}Ac , а затем вымывается из сорбента для дальнейшего использования (рис.). Прототип такого $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$ генератора на основе неорганического сорбента из оксидов циркония и иттрия (Термоксид-39) обеспечил выход Bi до 90% при высокой чистоте продукта (примеси не более 10^{-3} %).

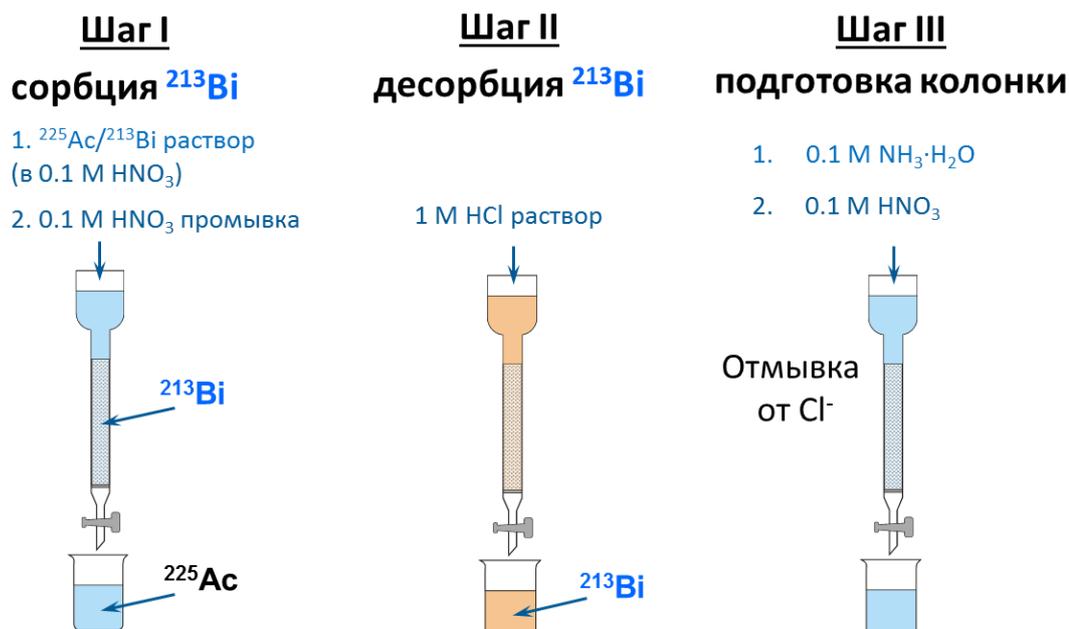


Рисунок. Схема «обратного» $^{225}\text{Ac}/^{213}\text{Bi}$ генератора.

Публикация:

Н. Д. Бетенеков, Е. И. Денисов, А.Н. Васильев, С. В. Ермолаев, Б. Л. Жуйков «Перспективы создания $\text{Ac-225}/\text{Bi-213}$ генератора с использованием гидроксидных неорганических сорбентов» Журнал Радиохимия (в печати).

Координатор: Жуйков Борис Леонидович,

тел.: +7495-8504254

эл.почта: bz@inr.ru

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

Создание передних адронных калориметров MPD мегапроекта НИКА.

Завершающая стадия

В 2018 г. в ИЯИ РАН на завершающую стадию вышло создание передних адронных калориметров для экспериментов BM@N и MPD мегапроекта НИКА. Данные калориметры являются одними из основных компонентов экспериментальных установок и предназначены для измерения геометрии столкновений тяжелых ионов в пучках ускорительного комплекса НИКА. Измерение энергетических и пространственных распределений невзаимодействующих нуклонов налетающих ядер (спектаторов) в калориметрах дают уникальную возможность определения центральности ядро-ядерных столкновений, плоскости реакции, а также чувствительных к свойствам горячей области столкновений импульсов отдачи спектаторов. Параллельно с изготовлением свинцово-сцинтилляционных модулей калориметров разрабатывается схема съема сигналов и система управления параметрами калориметров. Комплексный подход в разработке всех элементов детектора позволит легко интегрировать адронные калориметры в глобальные системы сбора данных экспериментов BM@N и MPD.

Публикации:

1. D. Finogeev et al., KnE Energy and Physics 3, 149 (2018)
2. A.Timoshenko et al., Forward hadron calorimeter at MPD/NICA. 14th Pisa Meeting on Advanced Detectors, Italy. May 27- June 02, 2018.
3. A.Timoshenko et al., Forward hadron calorimeter at MPD/NICA, NIM A, in Press, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2018.10.068>
4. A.Ivashkin et al., Determination of geometry of heavy ion collisions with Forward Hadron Calorimeter (FHCAL) at MPD/NICA. "XXIVth International Baldin Seminar on High Energy Physics Problems "Relativistic Nuclear Physics and Quantum Chromodynamics", September 17 - 22, 2018.

Координатор: Губер Федор Фридрихович,

тел.: +7-903-629-3268, эл.почта: guber@inr.ru

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

Разработка радиохимического детектора для измерения пространственного распределения плотности потока быстрых нейтронов в ядерном реакторе, основанного на опыте работы проточного газового монитора нейтронного потока.

Устройство представляет собой цилиндрическую трубку, разделенную на домены с порошкообразным активным веществом - оксалатом кальция CaC_2O_4 , в котором происходят ядерные реакции с образованием инертного радиоактивного газа ^{37}Ar , который транспортируется газом – носителем в пропорциональный счетчик, где производится измерение скорости распадов ^{37}Ar , однозначно связанной с потоком нейтронов в активной зоне. Устройство позволяет в реальном масштабе времени получать информацию о распределении нейтронных потоков по высоте активной зоны ядерного реактора. Преимуществами устройства является отсутствие механических элементов, радиационная стойкость и широкий температурный диапазон до 380°C .

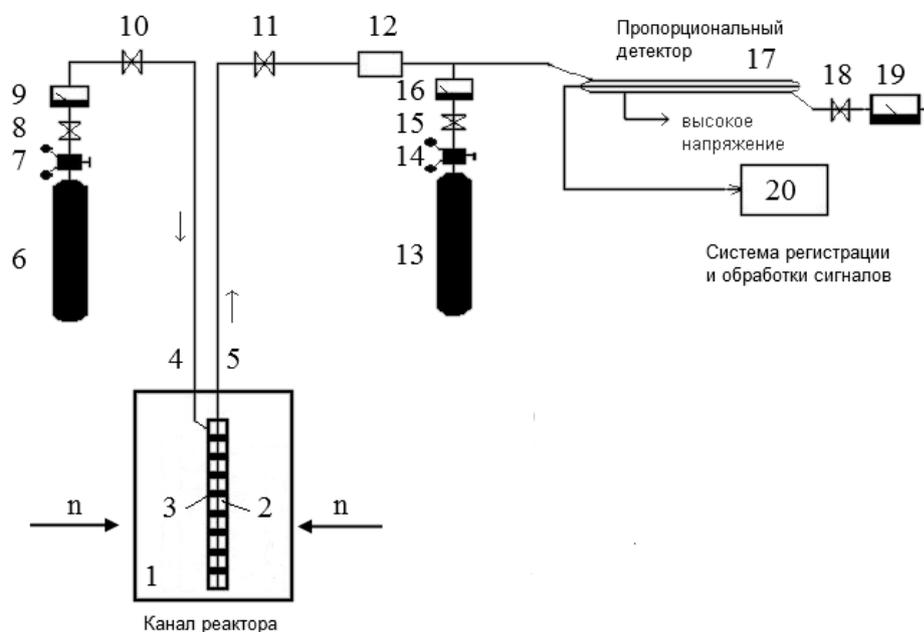


Схема радиохимического детектора пространственного распределения плотности потока нейтронов в ядерном реакторе.

1 - ампула с активным веществом; 2 - домены с активным веществом; 3 - пористые вставки; 4 - вход ампулы; 5 - выход ампулы; 6 - резервуар с газом-

носителем; 7 - редуктор; 8 - регулятор расхода; 9 - расходомер; 10 - клапан; 11 - клапан; 12 - геттер; 13 - резервуар с газом, являющимся гасящей добавкой для пропорционального счетчика; 14 - редуктор; 15 - клапан; 16 - расходомер; 17 - проточный счетчик; 18 - клапан; 19 - расходомер; 20 - система регистрации и обработки сигналов.

Публикации:

1. С.Г.Лебедев, В.Э.Янц «РАДИОХИМИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТОР ПЛОТНОСТИ ПОТОКА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНОВ» Патент РФ № 2 620 196, 2018 г.

2. Lebedev S. G., Yants V. E. Radiochemical detector of spatial distribution of neutron flux density in nuclear reactor //Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment.– 2018.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900218315134>

3. С.Г.Лебедев, В.Э.Янц, «Радиохимический детектор пространственного распределения плотности потока быстрых нейтронов в ядерном реакторе». Инноватика и экспертиза, вып.3(24), стр. 144-150, 2018.

Координатор: Лебедев Сергей Григорьевич

тел.: 8(495)850-42-61

эл. почта: lebedev@inr.ru

ПФНИ ГАН «II, Физические науки, направление 15»

Создан Кольцевой детектор тепловых нейтронов

Патент №177857 от 14.03.2018г «Кольцевой детектор тепловых нейтронов»

Координатор: Марин Виктор Николаевич

тел.: 8(495)850-42-62

эл. почта: marin@inr.ru



Разработан универсальный транспортный код SHIELD .

В ИЯИ РАН разработан универсальный транспортный код SHIELD, позволяющий моделировать взаимодействие частиц и ядер со сложными макроскопическими мишенями. Код SHIELD в течение долгого времени успешно применяется для решения широкого круга задач:

- моделирование взаимодействия пучков протонов и легких ионов с тканеэквивалентными средами (адронная терапия в онкологии);
- генерация нейтронов, трансмутация нуклидов и производство энергии под действием пучка ускорителя (Accelerator Driven Systems);
- радиационные условия в космических аппаратах и на поверхности Луны;
- моделирование фоновых условий в подземных низкофоновых экспериментах (LVD, GERDA);
- взаимодействия ионного пучка в трактах транспортировки ускорителей тяжелых ионов;
- моделирование экспериментальных установок и др.

Страницы кода SHIELD на официальном сайте ИЯИ <http://www.inr.ru/shield/> содержат подробную информацию о коде, публикациях, и поддерживаются в актуальном состоянии. Терапевтическая версия кода оформлена в виде международного проекта <https://www.shieldhit.org/>.

Координатор: Соболевский Николай Михайлович

тел.: 8(495)850-42-61

эл. почта: sobolevs@inr.ru

Директор ИЯИ РАН,
член-корреспондент РАН

Л.В. Кравчук