***Обоснование-представление*** ***цикла*** ***работ*** ***«Измерение*** ***энергетических спектров реакторных*** ***антинейтрино*** ***в*** ***проекте*** ***DANSS»*** ***на*** ***соискание*** ***премии*** ***ОИЯИ*** ***по*** ***категории*** ***научно-исследовательских*** ***экспериментальных*** ***работ.***

*Коллектив* *авторов:* *В.В.* *Белов,* *В.Б.* *Бруданин,* *И.В.Житников,* *С.В.* *Казарцев,* *А.С.* *Кузнецов,* *Д.В.* *Медведев,* *М.В.* *Фомина,* *Е.А.* *Шевчик,* *М.В.* *Ширченко,* *Ю.А.* *Шитов*

При решающем участии сотрудников ЛЯП был разработан, отлажен и запущен детектор DANSS – сильно сегментированный, компактный (объем ~ 1 м3, масса ~ 1 тонна) спектрометр антинейтрино, предназначенный для измерения энергетических спектров реакторных антинейтрино. Разработка спектрометра DANSS началась в отделе НЭОЯСиРХ ЛЯП в 2007 году, пройдя полный цикл исследований: от компьютерных симуляций через реализацию пилотного проекта-прототипа (DANSSino) к полномасштабному детектору. В настоящее время спектрометр DANSS измеряет спектр антинейтрино методом инверсного бета-распада от промышленного ядерного реактора (4-й энергоблок Калининской атомной станции, Удомля Россия, тепловая мощность 3,1 ГВт). Детектор смонтирован на подвижной платформе, что позволяет производить измерения на расстояниях 10,7-12,7 м от активной зоны. Физический набор данных ведется с октября 2016 года.

Программа исследований DANSS ведется по двум основным направлениям:

1. **Фундаментальная** **нейтринная** **физика** связана с поиском возможных осцилляций реакторных антинейтрино в стерильное состояние. Вероятность такого сценария обоснована рядом экспериментально наблюдаемых аномалий (реакторная и галиевые аномалии, результаты LSND и MiniBooNE). В данном направлении проект DANSS со своими результатами занимает лидирующие позиции, несмотря на сильную конкуренцию со стороны ряда других проектов (STEREO, PROSPECT, NEOS и др.). В настоящее время DANSS не наблюдает статистического значимого сигнала от стерильных нейтрино и закрывает большую и наиболее интересную часть фазового пространства для модели осцилляций в стерильное нейтрино. Это результат мирового уровня, крайне востребованный в данной области исследований.

2. **Прикладная** **физика** **реакторов**. В этом направлении спектрометр DANSS убедительно продемонстрировал свои возможности. Во-первых, DANSS осуществляет непрерывный и долгосрочный мониторинг мощности ядерного реактора на высоком уровне точности (1.5% точности на основании двухдневной статистики) с октября 2016 года. Во-вторых, DANSS продемонстрировал чувствительность к изменению состава топлива ядерного реактора (различного соотношения 235U/239Pu в начале и конце топливной кампании). Решение обеих этих задач важно в рамках разработки экспериментальных подходов к контролю нераспространения ядерных материалов. Фактически, в рамках проекта DANSS был разработан и реализован компактный, недорогой, безопасный и надежный детектор антинейтрино для прикладных задач физики реакторов. Разработанная технология будет передана российским компаниям (Росатом).

Группа ОИЯИ внесла определяющий вклад в разработку и создание спектрометра DANSS на всех этапах работы над проектом: от идеи через симуляции, создание прототипа, к созданию полномасштабной установки, проведению долгосрочных измерений, обработке и анализу данных, получению конечных результатов.

Результаты DANSS были представлены на многочисленных конференциях и совещаниях, общее количество опубликованных работ – около 20, пять основных из которых, опубликованные в реферируемых журналах выдвинуты на соискание премии.

**Основные результаты, послужившие основанием для выдвижения данного цикла работ на премию ОИЯИ от ЛЯП:**

1. Изобретение инновационной методики измерений (пластиковая ячейка покрыта отражателем с добавлением захватчика нейтронов – гадолиния), впервые примененной для нейтринных спектрометров.
2. Создание прототипа спектрометра, на котором успешно была отработана методика и измерен энергетический спектр реакторных антинейтрино.
3. Построение, отладка и запуск долгосрочных измерений на полномасштабном детекторе DANSS, смонтированном на подвижной платформе под четвертым энергоблоком Калининской АЭС.
4. Измерение энергетических спектров реакторных антинейтрино на разных расстояниях от реактора, что позволило получить ограничения на существование стерильного нейтрино в существенной области фазового пространства 3+1 модели. В частности, полностью исключены осцилляции для точки лучшего фита реакторно-галиевой аномалии. Примененный разностный метод измерений не зависит от систематики теоретических расчетов спектров реакторных антинейтрино и эффективности регистрации детектора.
5. Демонстрация высокоточного (1.5% на двухдневной статистике) мониторинга мощности реактора при помощи детектора DANSS в долгосрочных измерениях.
6. Демонстрация чувствительности детектора DANSS к структуре ядерного топлива (соотношения 235U/239Pu).

**Список** **публикаций**

**1.** **I.G.** **Alekseev** **et** **al.,** **DANSSino:** **a** **pilot** **version** **of** **the** **DANSS** **neutrino** **detector,** **Phys.Part.Nucl.Lett.** **11** **(2014)** **473-482,** **DOI:** **10.1134/S1547477114040050**

**2.** **I.G.** **Alekseev** **et** **al.,** **DANSS:** **Detector** **of** **the** **reactor** **AntiNeutrino** **based** **on** **Solid** **Scintillator,** **JINST** **11** **(2016)** **no.11,** **P11011,** **DOI:** **10.1088/1748-0221/11/11/P11011**

**3.** **I.G.** **Alekseev** **et** **al.,** **DANSS** **Neutrino** **Spectrometer:** **Detector** **Calibration,** **Response** **Stability,** **and** **Light** **Yield,** **Phys.Part.Nucl.Lett.** **15** **(2018)** **no.3,** **272-283,** **DOI:** **10.1134/S1547477118030020**

**4.** **I.G.** **Alekseev** **et** **al.,** **Search** **for** **sterile** **neutrinos** **at** **the** **DANSS** **experiment,** **Phys.Lett.** **B787** **(2018)** **56-63,** **DOI:** **10.1016/j.physletb.2018.10.038**

**5.** **И.Г.Алексеев** **и** **др.,** **Мониторирование** **мощности** **промышленного** **реактора** **по** **счету** **антинейтрино** **в** **детекторе** **DANSS,** **Ядерная** **физика,** **Том** **82,** **номер** **5,** **2019,** **стр.** **371-381,** **DOI:** **10.1134/S0044002719050040**

6. D. Svirida et al., Searches for sterile neutrinos at the DANSS experiment, PoS NOW2018 (2019) 066, DOI: 10.22323/1.337.0066

7. N.A. Skrobova et al., Calibration of the DANSS Detector with Cosmic Rays, Bull.Lebedev Phys.Inst. 45 (2018) no.10, 325-328, DOI: 10.3103/S106833561810010X

8. Mikhail Danilov et al., Recent results of the DANSS experiment, Nuovo Cim. C41 (2019) 162, DOI: 10.1393/ncc/i2018-18162-0

9. I.G. Alekseev et al., Reactor antineutrino physics with DANSS experiment, PoS ICHEP2018 (2019) 060, DOI: 10.22323/1.340.0060

10. I.G. Alekseev et al., Measurements of the Reactor Antineutrino with Solid State Scintillation Detector, Int.J.Mod.Phys.Conf.Ser. 46 (2018) 1860044, DOI: 10.1142/S2010194518600443

11. D. Svirida et al., Electronics of the data acquisition system of the DANSS detector based on silicon photomultipliers, Phys.Part.Nucl. 49 (2018) no.1, 84-85; Fiz.Elem.Chast.Atom.Yadra 49 (2018) no.1, DOI: 10.1134/S1063779618010367

12. Machikhiliyan et al., Reconstruction and initial calibration of silicon photomultipliers response in the DANSS experiment, Phys.Part.Nucl. 49 (2018) no.1, 70-72, Fiz.Elem.Chast.Atom.Yadra 49 (2018) no.1, DOI: 10.1134/S1063779618010276

13. N. Pogorelov et al., Light output distribution in scintillator strips with wave length shifting fibers of DANSS spectrometer, J.Phys.Conf.Ser. 934 (2017) no.1, 012055, DOI: 10.1088/1742-6596/934/1/012055

14. I.G. Alekseev et al., Detector of the reactor AntiNeutrino based on Solid-state plastic Scintillator (DANSS). Status and first results. J.Phys.Conf.Ser. 798 (2017) no.1, 012152, DOI: 10.1088/1742-6596/798/1/012152

15. Zdenek Hons, Jakub Vlášek , Data Acquisition System for Segmented Reactor Antineutrino Detector, JINST 12 (2017) no.01, P01022, DOI: 10.1088/1748-0221/12/01/P01022

16. M.Danilov et al., Sensitivity of the DANSS detector to short range neutrino oscillations, PoS EPS-HEP2013 (2013) 493, Nucl.Part.Phys.Proc. 273-275 (2016) 1055-1058, DOI: 10.22323/1.180.0493

17. I.G. Alekseev et al., DANSSino: a pilot version of the DANSS neutrino detector, Phys.Part.Nucl.Lett. 11 (2014) 473-482, DOI: 10.1134/S1547477114040050

18. V. Belov et al., Registration of reactor neutrinos with the highly segmented plastic scintillator detector DANSSino, JINST 8 (2013) P05018, DOI: 10.1088/1748-0221/8/05/P05018