



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по научной работе

В.В. Воронин

доктор физико-математических наук

«16» декабря 2020 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения
«Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
(НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ)
по диссертации Чечкина Антона Вадимовича
«Разработка методов измерений и обработки данных в эксперименте по
прецизионному определению времени жизни нейтрона с большой
гравитационной ловушкой для ультрахолодных нейтронов», представленной
на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Диссертация: «Разработка методов измерений и обработки данных в эксперименте по прецизионному определению времени жизни нейтрона с большой гравитационной ловушкой для ультрахолодных нейтронов» выполнена в лаборатории физики нейтрона НИЦ КИ ПИЯФ.

Соискатель: Чечкин Антон Вадимович

В период подготовки диссертации соискатель Чечкин Антон Вадимович работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», в лаборатории физики нейтрона отделения нейтронных исследований в должности младшего научного сотрудника и параллельно обучался в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

В 2012 г. окончил Сибирский федеральный университет по специальности «Физика конденсированного состояния вещества».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2014 году. Экзамен по специальности сдан в Федеральном государственном бюджетном

учреждении науки Институте аналитического приборостроения Российской академии наук.

В 2018 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» по направлению подготовки 03.06.01. «Физика и астрономия». Диплом об окончании аспирантуры №107824 2620727, выдан 14.09.2018.

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, Серебров Анатолий Павлович. Основное место работы: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», заведующий отделом нейтронной физики, главный научный сотрудник.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Научная новизна и практическая значимость

Прецизионное измерение времени жизни нейтрона имеет почти семидесятилетнюю историю. Первые попытки измерений были предприняты в пятидесятые годы двадцатого века и прогресс экспериментальной точности с тех пор лишь возрастал. Эксперимент по определению времени жизни нейтрона с установкой, имеющей объём хранения $\sim 1.5\text{м}^3$, способной при этом параллельно вести измерения при двух различных геометрических конфигурациях, производился впервые. Поэтому были проведены дополнительные расчёты, где было показано, что:

1. При проведении серии измерений, оптимальные параметры экспериментального цикла могут отличаться от их значений, полученных в предположении пары измерений.
2. Был разработан основанный на соотношении сигнал/шум метод, позволяющий определить оптимальные режимы работы установки, принимая во внимание влияние фона во время измерений.
3. Был предложен метод построения временной развёртки экстраполируемого времени жизни, который позволяет показать отсутствие систематических эффектов, связанных с деградацией покрытия, которые бы могли привести к возникновению неконтролируемого систематического сдвига в конечном результате.

Основные результаты работы:

1. Определены оптимальные параметры для проведения эксперимента по измерению времени жизни свободного нейтрона при помощи большого

гравитационного спектрометра, разработанного и созданного в НИЦ КИ ПИЯФ.

2. По результатам проведённого анализа эффектов, способных привести к появлению систематических погрешностей при измерении времени хранения ультрахолодных нейтронов в материальной ловушке, была получена оценка их влияния на результат экстраполяции к τ_n на уровне 0.6 секунды.
3. Выполнена обработка данных, поступающих в ходе проведения эксперимента и представлено новое значение для времени жизни нейтрона, полученное при помощи метода хранения УХН в материальных сосудах: $\tau_n = 881.5 \pm 0.7_{\text{стат}} \pm 0.6_{\text{сист}}$ с.
4. Показана важность знания точного значения времени жизни нейтрона для космологических моделей, описывающих эволюцию ранней Вселенной.

Личный вклад автора

Эксперимент по измерению времени жизни нейтрона представляет из себя коллаборацию учёных из трёх различных институтов, над которым работали десятки человек. Вклад Чечкина А.В. в этом эксперименте состоит из участия в обслуживании экспериментальной установки и обработке данных, полученных в результате измерений. Также им были предложены оптимальные параметры для проведения измерений и методика разбиения данных по времени. Были проведены расчёты для выявления и учёта возможных систематических эффектов, способных повлиять на измеряемое значение времени жизни нейтрона. И, наконец, показано, что в будущем астрофизические наблюдения потребуют точного знания времени жизни нейтрона, для корректного моделирования процессов, протекавших в ранней Вселенной.

Степень достоверности результатов подтверждается:

Применением стандартизованных методов статистической обработки данных, а также многократными перекрёстными проверками имеющихся алгоритмов и согласованности результатов для измеряемых величин на всех этапах.

Соответствием полученного результата общемировым стандартам, подтверждающимся публикациями в реферируемых научных журналах, в том числе международных.

Публикации в журналах, включённых в перечень ВАК РФ.

1. А. П. Серебров, А. К. Фомин, А. Г. Харитонов, В. Е. Варламов, А. В. Чечкин, Новая установка для измерения времени жизни нейтрона с большой гравитационной ловушкой ультрахолодных нейтронов // Журнал технической физики том 83 вып. 11, 2013, с. 136.
2. А. П. Серебров, А. К. Фомин, А. Г. Харитонов, В. Е. Варламов, Э. А. Коломенский, И. А. Краснощёкова, А. В. Чечкин, Измерение времени жизни нейтрона на установках с гравитационной ловушкой // Кристаллография том 61, вып. 1, 2016, с. 152.
3. А. В. Чечкин, А. В. Иванчик, А. П. Серебров, С. В. Бобашев, Влияние времени жизни нейтрона на процессы, протекавшие в ранней Вселенной // Журнал технической физики, том 86, вып. 7, 2016, с. 140.
4. А. П. Серебров, Э. А. Коломенский, А. К. Фомин, И. А. Краснощёкова, А. В. Васильев, Д. М. Прудников, И. В. Шока, А. В. Чечкин, М. Е. Чайковский, В. Е. Варламов, С. Н. Иванов, А. Н. Пирожков, П. Гельтенборт, О. Циммер, Т. Дженке, М. Ван-дер-Григтен, М. Такер. Новое измерение времени жизни нейтрона с большой гравитационной ловушкой // Письма в Журнал технической физики. 2017. том 106, вып. 10, с. 599.
5. А. П. Serebrov, E. A. Kolomensky, A. K. Fomin, I. A. Krasnoschekova, A. V. Vassiljev, D. M. Prudnikov, I. V. Shoka, A. V. Chechkin, M. E. Chaikovskiy, V. E. Varlamov, S. N. Ivanov, A. N. Pirozhkov, P. Geltenbort, O. Zimmer, T. Jenke, M. Van der Grinten, M. Tucker. Neutron lifetime measurements with the big gravitational trap for ultracold neutrons // Phys. Rev. C, vol. 97, 2018, pp. 055503.
6. А. П. Серебров, Э. А. Коломенский, А. К. Фомин, А. О. Коптюхов, И. А. Краснощёкова, А. В. Васильев, Д. М. Прудников, И. В. Шока, А. В. Чечкин, М. Е. Чайковский, В. Е. Варламов, С. Н. Иванов, А. Н. Пирожков, P. Geltenbort, O. Zimmer, T. Jenke, M. VanderGrinten, M. Tucker, Установка для измерения времени жизни нейтрона с большой гравитационной ловушкой при низкой температуре // Журнал технической физики, том 89, вып. 2, 2019, с. 314-318.
7. А. П. Serebrov, E. A. Kolomensky, A. K. Fomin, I. A. Krasnoschekova, A. V. Vassiljev, D. M. Prudnikov, I. V. Shoka, A. V. Chechkin, M. E. Chaikovskiy, V. E. Varlamov, S. N. Ivanov, A. N. Pirozhkov, P. Geltenbort, O. Zimmer, T. Jenke, M. Van der Grinten, M. Tucker, Neutron lifetime measurement with the big gravitational trap for ultracold neutrons. Current state and future prospects // J. Phys. Conf. Ser. vol. 1390, №1, 2019, pp. 012136.

Другие публикации

1. А. П. Серебров, Э. А. Коломенский, А. К. Фомин, И. А. Краснощёкова, А. В. Васильев, Д. М. Прудников, И. В. Шока, А. В. Чечкин, М. Е. Чайковский, В. Е. Варламов, С. Н. Иванов, А. Н. Пирожков, П. Гельтенборг, О. Циммер, Т. Дженке, М. Ван-дер-Гриптен, М. Такер. Новое измерение времени жизни нейтрона с большой гравитационной ловушкой // Препринт ПИЯФ 3014. 2017. Русский и английский варианты.

Выступления на конференциях

1. 4th International Conference on Particle Physics and Astrophysics (ICPPA-2018) Москва, институт ИЯФИТ НИЯУ МИФИ.
2. Openscience 2018, Гатчина, НИЦ КИ ПИЯФ.

В диссертацию вошли результаты работы, поддержанной грантом под руководством А.К. Фомина, в котором А.В. Чечкин выступил в роли исполнителя:

РФФИ 13-02-00570 «Измерение времени жизни нейтрона с большой гравитационной ловушкой ультрахолодных нейтронов»

В диссертацию вошли результаты работы, поддержанной грантом под руководством А.П. Сереброва, в котором А.В. Чечкин выступил в роли исполнителя:

РНФ 14-22-00105 «Разработка высокоинтенсивных источников ультрахолодных нейтронов на основе сверхтекучего гелия и научная программа исследований для реакторов ПИК и ВВР-М»

Соответствие научной специальности

Тематика диссертационной работы соискателя полностью соответствует паспорту специальности 01.04.01, а именно, пункту 1 «Изучение физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики», пункту 2 «Разработка новых принципов и методов измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики и позволяющих существенно увеличить точность, чувствительность и быстродействие измерений. Разработка и создание научной аппаратуры и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики», пункту 4 «Исследование фундаментальных ограничений на точность измерений» согласно Областям исследования и пункту 8

«Разработка методов математической обработки экспериментальных результатов. Моделирование физических явлений и процессов».

Диссертация Чечкина Антона Вадимовича «Разработка методов измерений и обработки данных в эксперименте по прецизионному определению времени жизни нейтрона с большой гравитационной ловушкой для ультрахолодных нейтронов» полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к квалификационным работам, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 — Приборы и методы экспериментальной физики.

Заключение принято на заседании Ученого совета Отделения нейтронных исследований НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ.

Присутствовали на заседании 18 человек из 26 членов Ученого совета, из них 9 докторов физико-математических наук и 9 кандидатов физико-математических наук.

Результаты голосования: «за» - 18, «против» - 0, «воздержалось» - 0.
Протокол № 161 от «23» сентября 2020 г.

Председатель Ученого совета ОНИ
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ,
доктор физ.-мат. наук, профессор



В.В. Федоров

Секретарь Ученого совета ОНИ
НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ,
кандидат физ.-мат. наук



Ю.П. Черников