

ОТЗЫВ

официального оппонента Синева В.В. на диссертацию

Чечкина Антона Вадимовича

на тему: «Разработка методов измерений и обработки данных в эксперименте по прецизионному определению времени жизни нейтрона с большой гравитационной ловушкой для ультрахолодных нейтронов» по специальности 1.3.2 (01.04.01) – приборы и методы экспериментальной физики на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация Чечкина Антона Вадимовича выполнена в Петербургском институте ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт». Диссертация посвящена проблеме измерения времени жизни нейтрона. В данной работе использовался метод хранения ультрахолодных нейтронов (УХН) в большой гравитационной ловушке.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка цитируемой литературы (54 ссылки).

Во введении подробно рассматривается актуальность диссертации, рассматриваются цели и задачи исследования, сформулирована научная новизна работы, указана практическая значимость результатов диссертационной работы, приведены положения, выносимые на защиту; указан личный вклад автора. Далее следует обоснование достоверности результатов и приведен список мероприятий по апробации диссертации: семинары, конференции и пр.

В первой главе приводится история измерений времени жизни нейтрона двумя методами: эксперименты с пучками тепловых нейтронов и удержание УХН в магнитных ловушках. Автор приводит сравнение результатов измерения времени жизни нейтрона, полученных разными методами с результатом своих измерений.

Во второй главе рассматривается методика измерения времени жизни нейтрона при использовании гравитационной ловушки и дается описание установки, используемой в данном эксперименте. Подробно рассматриваются свойства УХН и условия их хранения в большой гравитационной ловушке.

Приводится схема установки и рассматриваются ее параметры и метод использования.

В третьей главе описывается, как проводился выбор оптимальных параметров установки для проведения измерений. Также здесь производится анализ систематических эффектов и их влияние на погрешность измерения. Так, например, было показано, что разность времен удержания УХН должно составлять 2.22 от времени хранения нейтронов в ловушке для одиночного измерения. Но за счет многократных измерений это время может быть уменьшено. Исследовано влияние фона на погрешность измерений, а также других факторов, таких как дрейф интенсивности и подтекание. Проведен учет влияния просчетов детектора, возможности неоднородного покрытия и неточности знания геометрических размеров.

В четвертой главе автором подробно рассматриваются методы обработки результатов измерений на установке с большой гравитационной ловушкой. Приводятся различные результаты серий измерений. Показаны полученные результаты измерения времени жизни. Сравняется полученное в эксперименте значение времени жизни нейтрона с результатами других экспериментов, проведенных с близкой по величине погрешностью.

В пятой главе анализируется, как результат измерения времени жизни нейтрона может влиять на теоретические модели образования Вселенной. Рассматривается влияние времени жизни нейтрона на концентрации первичных элементов. Также показано, как время жизни нейтрона может быть получено из результатов измерения реликтового микроволнового фона. Показано, что данные о времени жизни нейтрона, полученные по астрофизическим измерениям пока, не достигают точностей экспериментов с УХН в лабораторных условиях.

В заключении автор приводит основные результаты диссертационной работы. Делается вывод о возможности достижения объяснения расхождения между измерениями на пучках нейтронов и хранением УХН в будущем при увеличении точности астрофизических измерений.

Актуальность избранной темы проведенного исследования не вызывает сомнений. Время жизни нейтрона участвует как параметр во многих областях

физики, в частности в Стандартной модели. Оно используется для построения теоретических моделей эволюции Вселенной. В настоящее время увеличивается точность определения времени жизни из астрофизических измерений, поэтому согласие с лабораторным измерением служит подтверждением теоретических моделей.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируется на материалах научных работ автора, на основании которых написана диссертация. Материалы диссертации опубликованы в 7 статьях в реферируемых журналах.

Научная новизна работы состоит в том, что в ней описана впервые созданная большая гравитационная ловушка для измерения времени жизни нейтрона. Впервые показано, что при проведении серии измерений оптимальные параметры установки могут отличаться от параметров при единичном измерении.

Практическая ценность диссертации состоит в том, что в работе получено новое значение времени жизни нейтрона с большой точностью, которое делает более точным и надежным среднемировое значение. Значение времени жизни нейтрона используется в расчетах сечений взаимодействия нейтрино с ядрами, в частности с протоном.

Достоверность результатов, полученных в диссертации, подтверждается тщательностью проведенных работ, которые не противоречат моделированию Монте Карло. Кроме того, выступлениями на конференциях и публикациями автора в рецензируемых научных изданиях, а также согласием с данными других экспериментов.

К недостаткам работы можно отнести некоторое количество опечаток и небольших неточностей.

На стр. 4 сказано, что все вещество состоит из лептонов и кварков, но сразу фразу понять трудно из-за тире перед словом кварков.

На стр. 7 положения, выносимые на защиту сформулированы не совсем по-русски. Например, первое положение: «Оптимальный интервал... зависит от ...»

можно понять, что выносятся на защиту оптимальный интервал. Лучше было бы сказать: «Найдено, что...», далее по тексту. Аналогично для других положений.

На стр. 16 дано найденное время жизни 877 ± 10 с из работы [4], а на стр. 18, где приводятся данные из работы [5] также приводится значение $877.7 \pm 0.7_{\text{stat}} + 0.3/-0.1_{\text{sys}}$ с. Это случайное совпадение?

На стр. 36-55, во всей третьей главе часто встречается обозначение τ , как для времени жизни нейтрона, так и времени хранения. Хорошо бы для времени жизни всегда использовать одно обозначение – τ_{nu} с индексом ν чтобы избежать путаницы.

На стр. 55 приводятся площади ловушки и вставки – непонятно, как они вычислены, так как нет описания вставки и непонятно, что это за площади. Одна – как площадь круга с увеличенным радиусом, а вторая – площадь цилиндрической поверхности.

Однако, указанные недостатки не снижают качества работы.

Материалы диссертации со всей полнотой изложены в опубликованных работах автора. **Автореферат отражает содержание диссертации.**

Таким образом, диссертация Чечкина Антона Вадимовича на соискание ученой степени кандидата наук является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи. Диссертация имеет существенное значение для соответствующей отрасли знаний, а именно что соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2 (01.04.01) – приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент,
ведущий научный сотрудник Лаборатории
гамма-астрономии и реакторных нейтрино
ОЭФ ИЯИ РАН,
доктор физико-математических наук
специальность 01.04.16



Синев Валерий Витальевич

24.11.2021

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, 117312 Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а +7 499 135 4056, vsinev@inr.ru

Подпись Синева Валерия Витальевича заверяю:

Заместитель директора ИЯИ РАН,
доктор физико-математических наук

Г. И. Рубцов

