

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Холоденко Сергея Анатольевича  
«Система сцинтилляционных годоскопов эксперимента NA62»,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук  
по специальности 01.04.23 — Физика высоких энергий

Физика каонов на протяжении многих лет внесла существенный вклад в наше понимание природы физических явлений и формирование современной теории элементарных частиц, так называемой, Стандартной модели (СМ). Беспрецедентная точность предсказаний СМ и развитие техники экспериментов позволяют продолжать эти исследования на новом уровне, причем наиболее перспективным является изучение редких явлений, где даже небольшие проявления новой физики окажутся заметными, по сравнению с предсказаниями СМ.

Одним из флагманов этой программы является эксперимент «Фабрика каонов» (NA62), посвященный поиску и изучению (сверх) редких распадов каонов на комплексе выведенных пучков высокой интенсивности ЦЕРН.

Диссертационная работа С.А. Холоденко посвящена актуальной задаче создания и эксплуатации важных элементов этой установки: сцинтилляционных триггерных и вето годоскопов. В диссертации подробно описаны требования, предъявляемые к этим системам, особенности конструкции, исследования характеристик в тестовых измерениях и во время набора данных.

Представленные результаты обладают научной новизной, хорошо обоснованы и прошли апробацию в рамках коллаборации NA62 и на международных конференциях. Выводы диссертационного исследования базируются на 6 публикациях в реферируемых журналах.

Диссертация состоит из оглавления, аннотации, введения, четырех глав, заключения и списка литературы, общим объемом 165 страниц, включая 121 рисунок, 11 таблиц и 107 наименований библиографии.

Во Введении подробно обсуждается актуальность измерений относительной вероятности сверхредких распадов каонов, определена цель работы, обоснованы научная новизна и практическая значимость исследований, детально описаны личный вклад автора и выносимые на защиту научные положения.

Первая глава посвящена описанию экспериментальной установки NA62 в Северной зоне комплекса выведенных пучков высокой интенсивности ЦЕРН.

Рассмотрены основные требования, предъявляемые к эксперименту, а также обсуждаются элементы пучкового тракта и отдельные детекторы экспериментальной установки, включая системы сцинтилляционных годоскопов: MUV0, MUV3, CHOD и ANTI-0, созданию и исследованию которых посвящена работа.

Вторая глава содержит подробное описание исследований характеристик сцинтилляционных счетчиков, использованных при создании годоскопов. Исследования проводились в разное время как на космических мюонах, так и на выведенных пучках. Особое внимание при проведении измерений с прототипами счетчиков уделялось особенностям конструкции, считывающей электронике, калибровкам и другим параметрам, влияющим на возможность получения хорошего временного разрешения.

Третья глава содержит описание результатов пилотного сеанса набора статистики эксперимента NA62, проведенного с прототипом годоскопа CHOD. Было показано, что регистрация сигнала с помощью спектросмещающих волокон позволяет создать детектор, удовлетворяющий требованиям эксперимента. Во время этого исследования также был выявлен ряд технологических недостатков конструкции, которые потребовали доработки во время создания полномасштабного детектора.

В Четвертой главе представлено описание характеристик годоскопа CHOD в сеансе по набору данных 2016 — 2018 гг. Анализ работы детектора проводился на протяжении всего сеанса с помощью статистики с контрольным триггером и реконструкции распадов  $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$ . Полученное временное разрешение удовлетворяет требованию эксперимента  $\sigma \sim 1$  нс, при этом, среднее значение эффективности детектора по всей площади составляет примерно 99%, а основная доля неэффективности приходится на горизонтальный технологический зазор между двумя половинами детектора.

В Заключении изложены основные результаты работы, которые охватывают разработку и исследование прототипов счетчиков, проведение тестовых и пилотных измерений, создание, использование, определение характеристик и контроль работы детекторных систем при наборе статистики эксперимента NA62.

В качестве серьёзного достижения диссертационной работы хочется отметить не только её полноту и последовательность в решении методических задач для создания детекторных систем, но и уже реализованное практическое применение в эксперименте мирового уровня.

Благодаря успешной работе всех подсистем в первом сеансе набора статистики эксперимента NA62 зарегистрировано 20 распадов  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ , при уровне

ожидаемого фона  $\sim 7$  событий, что пересчитывается в результат для относительной вероятности распада:  $\text{Br}(K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}) = (11^{+4.0}_{-3.5} \text{ stat} \pm 0.3 \text{ syst}) \cdot 10^{-11}$ .

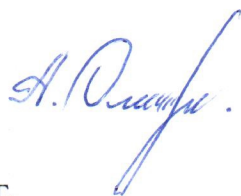
С этим же результатом, однако, связано и небольшое замечание. На мой взгляд, обсуждение этого физического результата в диссертации следовало бы расширить. Понятно, что более существенную информацию можно будет получить в будущем при увеличении точности измерения, а главное, в сравнении относительных вероятностей распадов заряженного и нейтрального каонов, но возможно, уже сейчас полученный результат для заряженного каона ограничивает пространство параметров для классов моделей новой физики, представленных в диссертации на Рисунке 9.

В целом, диссертация написана хорошим языком и содержит незначительное количество опечаток, которые, как и высказанное замечание, не снижают её общей ценности. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация С.А. Холоденко на тему «Система сцинтилляционных годоскопов эксперимента NA62» является, безусловно, полезной для специалистов, использующих системы сцинтилляционных счетчиков и фото-детектирование, в особенности, при необходимости получить хорошее временное разрешение.

Представленная диссертация полностью удовлетворяет критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Холоденко Сергей Анатольевич, безусловно заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – «Физика высоких энергий».

доктор физико-математических наук, профессор,  
начальник отдела Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ,  
141980, Россия, Московская обл., г. Дубна, ул. Жолио-Кюри 6,  
Тел. +7 (496) 2165077, e-mail: [olshevsk@gmail.com](mailto:olshevsk@gmail.com)



Александр Григорьевич Ольшевский

«19» апреля 2021 г.

Подпись А.Г. Ольшевского удостоверяю.  
Ученый секретарь ЛЯП



И. В. Титкова