

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Меликяна Юрия Александровича «Разработка детектирующей системы триггерного комплекса FIT обновлённого эксперимента ALICE», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Диссертация Меликяна Ю.А. выполнена в рамках его участия в коллаборации ALICE Большого Адронного Коллайдера (БАК) в ЦЕРН и посвящена созданию триггерного детектора FIT (Fast Interaction Trigger), который войдёт в состав обновлённого эксперимента к началу третьего сеанса работы БАК в 2021 г. Модернизация эксперимента ALICE позволит ускорить набор научных данных более чем на порядок, что приблизит достижение основных целей – прояснения механизма партон-адронного перехода и природы конфайнмента и кварк-глюонной материи при высоких значениях температуры и плотности энергии. При этом, корректная работа множества подсистем эксперимента ALICE невозможна без триггерного детектора, что подтверждает актуальность проблемы, решаемой в диссертации Меликяна Ю.А.

Детектор FIT предназначен для отбора событий столкновения тяжелых ионов сверхвысоких энергий в центре установки эксперимента ALICE с одновременной селекцией событий по множественности рожденных в столкновении вторичных частиц. Помимо этого, FIT должен осуществлять точную временную привязку к моменту времени столкновения ионов, а также определять плоскость реакции, что предъявляет высокие требования ко временному разрешению, габаритам и гранулярности его детектирующей системы. Разрабатываемая новая детекторная система FIT должна удовлетворять целому ряду ограничений, характерных для эксперимента ALICE (индукция магнитного поля до 0,5 Тл, жесткие радиационные условия и сильное ограничение на длину одного из плеч детектора, которая не должна превышать 92 мм). Все это существенно усложняет поставленную задачу и требует поиска

новых решений, применения нестандартных методик, и выполнения многочисленных экспериментальных исследований, что и являлось главной задачей автора диссертации.

Полученные автором результаты позволили создать новую версию фотодетектора Planacon XP85012 A1-Q фирмы Photonis на основе шевронной сборки микроканальных пластин с улучшенными характеристиками и показали применимость разработанных модульных черенковских детекторов FIT на основе этих фотодетекторов для выполнения новой программы эксперимента ALICE. Кроме того, автором диссертации были разработаны методики испытания фотодетекторов, производимых фирмой Photonis, и созданы соответствующие установки для контроля их характеристик. Другой важной задачей в рамках создания FIT являлась разработка быстрого сцинтилляционного детектора большой площади. Здесь автором диссертации были выполнены исследования характеристик целого ряда прототипов детекторов, и полученные результаты представляют значительный практический интерес для специалистов, занимающихся созданием детекторов с высоким временным разрешением.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, а также двух приложений.

Введение содержит краткое описание основных понятий квантовой хромодинамики и перечисление экспериментов, посвящённых поиску и исследованию свойств кварк-глюонной материи. Во введении также определена цель и задачи работы, а также представлен список требований к параметрам детектора FIT и внешних ограничений на условия его работы.

В первой главе подробно рассмотрено прежнее устройство эксперимента ALICE и описан вклад различных детекторных систем в получение ряда научных результатов с 2010 по 2018 г. Представлен план модернизации ряда подсистем детектора, включая создание нового детектора FIT, которому и посвящена диссертационная работа. Кроме того, дан обзор детекторов аналогичного функционального назначения с указанием их технических характеристик.

Во второй главе представлены результаты работ поискового характера, нацеленных на определение оптимальной методики регистрации частиц для детектора FIT. Эти результаты включают характеристики прототипов сцинтилляционных детекторов, использующих нетипичные методики светособирания на классические и кремниевые ФЭУ, а также результаты пучковых тестов прототипов черенковского детектора с использованием МКП-ФЭУ семейства Planacon. Представлены базовые характеристики как самих ФЭУ, так и прототипов черенковского детектора, которые послужили основой для рабочего проекта черенковской подсистемы детектора FIT, описанной в последующих главах. Интересным методическим результатом, отображённым в данной главе, является возможность выноса черенковских радиаторов за пределы чувствительной области ФЭУ, для создания герметичного черенковского детектора высокого временного разрешения.

В третьей главе подробно описана методика модификации электронных плат в составе МКП-ФЭУ семейства Planacon для сохранения высоких временных параметров прибора при больших нагрузках (одновременной регистрации прибором более одной частицы). Кроме того, в данной главе содержатся результаты множества тестов, которым были подвергнуты различные экземпляры МКП-ФЭУ семейства Planacon, включая исследование временных параметров и динамического диапазона линейной работы прибора, закономерностей образования наведённых сигналов и старения МКП-ФЭУ в условиях долговременного облучения. На их основе была сформулирована методика серийной характеристики МКП-ФЭУ, также представленная в данной главе. Помимо этого, были получены важные результаты, свидетельствующие о недостатках применения технологии атомно-слоевого осаждения при обработке микроканальных пластин для увеличения ресурса работы фотоумножителей на их основе.

В четвёртой главе представлены результаты тестирования макета черенковской подсистемы детектора FIT на пучке ускорителя PS в ЦЕРН, демонстрирующие достижение крайне высокого собственного временного разрешения разработанного черенковского модуля - $\sigma = 13$ пс. Временное разрешение макета

детектора при использовании коаксиальных кабелей штатной длины и штатной входной электроники составило $\sigma = 33$ пс. В завершение, дано краткое описание окончательного проекта детектирующих подсистем и электронного тракта детектора FIT.

В заключении сформулированы основные результаты работы, наиболее важным из которых является разработка рабочего проекта детектора FIT.

Диссертационная работа Меликяна Ю.А. выполнена на высоком профессиональном уровне, а полученные результаты в полной мере характеризуют высокую степень научной новизны проведённой работы.

К недостатку работы следует отнести незаконченность исследований по нахождению удачного решения для сцинтилляционного детектора большой площади с высоким временным разрешением. Выбранный вариант детектора не представляется оптимальным в свете недавних работ, выполненных различными группами по исследованию временных характеристик детекторов с быстрыми органическими сцинтилляторами и фотодетекторами на основе различных SiPM сборок. По-видимому, принятое решение в коллаборации ALICE обусловлено проведением плановой модернизации установки в период 2019 – 2020 гг., включая детекторы триггера, а новые исследования требуют дополнительного времени. В то же время можно надеяться, что продолжение исследований может привести к созданию новой более удачной версии детектора, особенно если учесть быстрый прогресс в области фотодетекторов.

Этот недостаток не снижают общую оценку и уровень научной и практической ценности проделанной автором работы. Несомненно многие из полученных результатов и разработанных методик найдут свое применение в процессе создания подобных детекторов для эксперимента MPD на строящемся ядерном коллайдере NICA в Объединенном институте ядерных исследований в Дубне. Результаты работы своевременно опубликованы и публично доложены на нескольких международных конференциях. Автореферат корректно и достаточно полно отображает содержание диссертации.

Диссертация Меликяна Юрия Александровича соответствует всем критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых

степеней, а её автор несомненно заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Дата составления отзыва – 27 марта 2019 г.

Официальный оппонент

Доктор физико-математических наук,
Начальник сектора Лаборатории физики
высоких энергий ОИЯИ

Почтовый адрес: 141980, г. Дубна,
Московская обл., ул. Жолио-Кюри, д.6

E-mail: yurevich@jinr.ru

Телефон: (496) 2162929

_____ В.И. Юревич

Подпись В.И. Юревича удостоверяю,

Учёный секретарь Лаборатории физики
высоких энергий ОИЯИ

_____ В.Д. Пешехонов

Юревич Владимир Иванович

доктор физико-математических наук, ст. научный сотрудник

Специальность: 01.04.16 – физика атомного ядра

и элементарных частиц

Основные публикации по теме защиты:

1. Development of trigger and start detectors for experiments with high-energy heavy ions at the Joint Institute for Nuclear Research, V. I. Yurevich, G. N. Agakichiev, S. V. Sergeev, D. N. Bogoslovski, S. P. Lobastov, V. Yu. Rogov, G. S. Averichev, V. V. Tikhomirov, A. A. Timoshenko, O. I. Batenkov, International Journal of Modern Physics: Conference Series Vol. 48 (2018) 1860122 (9 pages).
2. Cherenkov and scintillation detectors with MCP-PMT and SiPM readout for MPD and BM@N experiments at JINR, V.I. Yurevich, G.N. Agakichiev, S.V. Sergeev, D.N. Bogoslovski, V.Yu. Rogov, S.P. Lobastov, G.S. Averichev, V.V. Tikhomirov, A.A. Timoshenko, Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A 912, 294-297, 2018.
3. Picosecond Cherenkov detectors for high-energy heavy ion experiments at LHEP/JINR, V.I. Yurevich, O.I. Batenkov, Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A 824, 162-164, 2016.
4. L0 trigger unit prototype for BM@N setup, O.I. Batenkov, D.N. Bogoslovski, V.Y. Rogov, S.V. Sergeev, V.I. Yurevich, Письма в ЭЧАЯ, Изд: ОИЯИ, 13, 5, 547-550, 2016.
5. Fast detectors for the MPD/NICA time-of-flight system
V. Babkin, S. Bazylev, O. Batenkov, P. Dulov, V. Golovatyuk, S. Lobastov, V. Petrov, M. Rumyantsev, A. Schipunov, A. Shutov, I. Slepnyov, V. Slepnyov, A. Veschikov, S. Volgin, V. Yurevich, et al., Bulgarian Chemical Communications, 47, Special Issue-B, 215-221, 2015.

6. Development and study of picosecond start and trigger detector for high-energy heavy ion experiments, V.I. Yurevich, Nuclear Instruments & Methods in Physics Research A 787, 308-311, 2015.

7. Beam Tests of Cherenkov Detector Modules with Picosecond Time Resolution for Start and L0 Trigger Detectors of MPD and BM@N Experiments, V.I. Yurevich, O.I. Batenkov, G.N. Agakichiev, G.S. Averichev, V.A. Babkin, S.N. Basilev, D.N. Bogoslovsky, L.G. Efimov, S. P. Lobastov, I. A. Philippov, A. A. Povtoreyko, et al., Particles and Nuclei, Letters, Изд: JINR, Dubna, 12, 6, 778-785, 2015.

8. Fast Forward Detector for MPD/NICA Project: Concept, Simulation, and Prototyping, V. I. Yurevich, O. I. Batenkov, A. S. Veschikov, A. A. Povtoreyko, S. P. Lobastov, V. A. Babkin, L. G. Efimov, V. B. Dunin, V. V. Tikhomirov, D. N. Bogoslovsky, G. S. Averichev, G. A. Yarigin, Physics of Particles and Nuclei Letters, 2013, Vol. 10, No. 3, 258–268, 2013.