

УТВЕРЖДАЮ

Директор «НИЦ Курчатовский институт» - ИТЭФ

Егорычев В.Ю.

« 26 » апреля 2019 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения "Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра "Курчатовский институт" на диссертацию **Меликяна Юрия Александровича «Разработка детектирующей системы триггерного комплекса FIT обновлённого эксперимента ALICE»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 –  
Приборы и методы экспериментальной физики

Диссертация Меликяна Юрия Александровича посвящена разработке детекторов триггерной системы модернизированного эксперимента ALICE, нацеленного на выяснение природы конфайнмента и механизма партон-адронного перехода при экстремально высокой температуре и плотности энергии.

Целью работы являлась подготовка рабочего проекта детектирующей системы триггерного комплекса FIT, включая определение оптимального рабочего вещества, фотодетекторов и оптической связи между ними, а также исследование детальных физических характеристик каждого из компонентов системы.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и двух приложений.

Во введении представлен обзор ускорительных экспериментов, посвящённых исследованию свойств ядерной материи, приведено краткое описание эксперимента ALICE и перечислены требования к параметрам детектора FIT.

В первой главе рассмотрены некоторые из основных научных результатов работы эксперименты ALICE и описан вклад в это различных детектирующих подсистем. Представлена мотивация и план модернизации эксперимента, а также обзор структуры и параметров ряда детекторов функционального назначения, схожего с назначением детектора FIT.

Во второй главе исследована возможность использования фотоумножителей на микроканальных пластинах (МКП-ФЭУ) семейства Planacon в качестве основного фотосенсора детектора FIT. Представлены измеренные временные и амплитудные характеристики прототипов детектора. Это сделано для детекторов, использующих различные методики, – черенковских модулей с прямым светосбором, в прямой и обратной конфигурации, а также простых сцинтилляционных детекторов.

В третьей главе детально описана методика и результаты модернизации МКП-ФЭУ семейства Planacon для достижения наилучшего временного разрешения и при этом наиболее широкого линейного диапазона регистрации сигналов в условиях больших световых нагрузок. Представлен экспериментальный стенд и методика массового тестирования МКП-ФЭУ для непосредственного использования в детекторе FIT.

Продемонстрирована специфическая характеристика насыщения МКП-ФЭУ увеличенного времени жизни, изготовленного с использованием технологии атомарно-слоевого осаждения (ALD). Представлены результаты измерения времени жизни одного экземпляра МКП-ФЭУ без ALD покрытия.

В четвёртой главе представлен окончательный дизайн детектора FIT, а также результаты тестирования макета детектирующей системы триггерного комплекса FIT на пучках релятивистских частиц ускорителя PS с использованием модернизированного МКП-ФЭУ. Показан опыт длительного использования прототипа черенковского модуля в реальных экспериментальных условиях с 2016 по 2018 гг.

В заключении систематизированы основные результаты работы.

Новизна проведённых исследований состоит в следующем:

- Разработан новый детектор на основе четырёхканального фотоумножителя на микроканальных пластинах, способного работать с исключительно высоким собственным временным разрешением и линейным откликом даже в условиях высоких световых нагрузок (до  $10^4$  ф.э./см<sup>2</sup> и  $10^8$  ф.э./см<sup>2</sup>/с);
- Разработан и опробован новый дизайн триггерного детектора FIT, черенковская подсистема которого имеет собственное временное разрешение лучше  $\sigma=13$  пс – рекордно высокий показатель для детекторов подобного размера и функционального назначения;
- Впервые продемонстрировано негативное влияние технологии атомарно-слоевого осаждения на характеристики насыщения МКП-ФЭУ;
- Впервые продемонстрированы характеристики ряда черенковских и сцинтилляционных детекторов с нетипичной методикой светособирания.

Актуальность работы обеспечена тем, что прошедший сеанс эксперимента ALICE Большого Адронного Коллайдера (БАК) выявил необходимость модернизации систем детектирования. Описанный дизайн детекторов триггерного комплекса FIT как раз отвечает новым требованиям для завершения модернизации эксперимента в 2021 году.

Достоверность полученных данных подтверждается успешным функционированием прототипа разработанного черенковского детектора в реальных условиях эксперимента ALICE в ходе второго сеанса работы БАК, одобрением рабочего проекта детектора технической комиссией эксперимента ALICE, использованием современных методик сбора и обработки данных и апробацией результатов в рамках ряда международных научных мероприятий.

Работа имеет высокую практическую ценность для реализации проекта модернизации эксперимента ALICE. Предложенные современные методики сбора сцинтилляционного и черенковского света могут быть реализованы в экспериментах на выведенных пучках, а также в экспериментах с менее тяжелыми радиационными условиями, и пространственными ограничениями. Обнаруженные недостатки применения технологии атомарно-слоевого осаждения важны для реализации ряда будущих проектов, например, для ATLAS Forward Proton Detector.

К работе имеется ряд замечаний:

- Низкий уровень насыщения МКП-ФЭУ Planacon XP85112/A1-Q-L по среднему анодному току и длительное время восстановления отождествлено автором с использованием технологии атомарно-слоевого осаждения при изготовлении микроканальных пластин для данных приборов. Однако, аналогичная технология применяется и при изготовлении МКП-ФЭУ других производителей. Характеристики МКП-ФЭУ других производителей в работе не рассматриваются, тогда как они могли бы надёжно подтвердить предложенную гипотезу;
- Окончательный проект сцинтилляционной подсистемы детектора FIT в Главе 4 представлен менее детально, чем окончательный проект черенковской подсистемы;
- При оформлении библиографических ссылок допущен ряд огрехов.
- В первых главах общая информация подается отрывисто без логических связей;
- Используются сокращения типа *ИТС ТРС* и другие до того как их расшифровка происходит далее в тексте;
- Термин «*характеризация*» на странице 8 не понятен;
- *Актуальность* не обосновывается, а состоит;
- Не понятна фраза «*Плохая* радиационная обстановка», конечно 46 крад много, но не предел стр.36;

- На стр. 59 упоминается «*средним числом фотоэлектронов меньше единицы*» требуется пояснения;
- Если из диссертации вытечет статья в научный журнал то Рисунок 2.17 следует сделать трехмерным как на стр.143;
- На стр. 69 и далее применен термин «*оцифровщиком CAEN DT5742*» не следует применять, хотя это дословный и верный перевод с иностранного языка;
- На стр. 72, стр. 153 и еще местами рис. 2.28 шрифты английские, а текст диссертации русский;
- На стр. 78 описано получение данных, но ранее обещали побороть биполярные наводки;
- Стр.103 фото 3.3б следует заменить ВВ провод в будущем.
- Стр. 118 применение *ФЭУ 56 АУР* не раскрыто обоснование её применения;
- Стр. 163 всё-таки результатом работы считал бы проведение исследований, во первых.

Следует отметить использование специфического сленга понятного специалистам узкого профиля, и не очень для простого читателя. Это говорит о глубоком проникновении диссертанта в материал. Данные замечания носят скорее корректурный характер, не снижают общую высокую оценку работы Ю.А. Меликяна и не могут влиять на основные результаты и выводы, полученные в диссертации.

Оформление рукописи, в целом, соответствует принятым правилам и стандартам. Автореферат точно и достаточно полно отражает содержание диссертации. В опубликованных автором работах достаточно полно отражены основные результаты работы.

Диссертация Меликяна Юрия Александровича «Разработка детектирующей системы триггерного комплекса FIT обновлённого эксперимента ALICE» выполнена на высоком научном уровне, представляет собой законченную научно-квалификационную работу и удовлетворяет всем критериям,

утверждённым постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Отзыв составил:

старший научный сотрудник лаб. 111,

кандидат физ.-мат. наук

Полозов Павел Альбертович

Телефон и почтовый адрес +7499 7896448, 117218 Россия, Москва, ул. Большая Черемушkinsкая, 25

Отзыв рассмотрен и утверждён на заседании секции учёного совета ИТЭФ протокол № 2 от 18.04.2019

Председатель секции N2 Ученого Совета,  
зам. директора НИЦ «Курчатовский  
институт» - ИТЭФ, кандидат физ.-мат.  
наук

А.В. Акиндинов

Ученый секретарь секции N2, кандидат  
физ.-мат. наук

Е.И. Тарковский

Данные об организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение

"Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова Национального исследовательского центра "Курчатовский институт"

Адрес: 117218 Россия, Москва, ул. Большая Черемушkinsкая, 25

Телефон: 8 (499) 789-66-00

Сокращенное наименование учреждения: НИЦ "Курчатовский институт" - ИТЭФ

Электронная почта для отправки корреспонденции: [director@itep.ru](mailto:director@itep.ru)

*Список публикаций:*

1. Use of Large-Area Photodiodes for Improving the Characteristics of an Electromagnetic Calorimeter Based on Lead Tungstate Crystals

K.A. Balygin (Kurchatov Inst., Moscow) et al.. 2018. 6 pp.

Published in Instrum.Exp.Tech. 61 (2018) no.5, 639-644, Prib.Tekh.Eksp. 61 (2018) no.5, 13-18

2. The use of silicon photomultipliers for improving the time resolution of an electromagnetic calorimeter based on lead tungstate crystals

M.S. Ippolitov, V.A. Lebedev, V.I. Manko, Yu.G. Sibiriak (Kurchatov Inst., Moscow), A.V. Akindinov (Moscow, ITEP), A.S. Vodopyanov, N.V. Gorbunov, S.A. Zaporozhets, P.V. Nomokonov, I.A. Rufanov (Dubna, JINR). 2017. 7 pp.

Published in Instrum.Exp.Tech. 60 (2017) no.1, 28-34

3. Radiation-hard ceramic Resistive Plate Chambers for forward TOF and T0 systems

A. Akindinov et al.. 2017. 3 pp.

Published in Nucl.Instrum.Meth. A845 (2017) 203-205

4. The CBM Time-of-Flight wall - a conceptual design

I. Deppner (Heidelberg U.) et al.. 2014.

Published in JINST 9 (2014) no.10, C10014

5. Performance of the ALICE Experiment at the CERN LHC

ALICE Collaboration (Betty Bezverkhny Abelev (LLNL, Livermore) et al.). Feb 18, 2014. 120 pp.

Published in Int.J.Mod.Phys. A29 (2014) 1430044