

ОТЗЫВ

официального оппонента Топчиева Николая Петровича 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.

Диссертационная работа Меликяна Ю.А. посвящена важному вопросу создания нового триггерного детектора FIT модернизируемого эксперимента ALICE Большого Адронного Коллайдера в ЦЕРН. Актуальность данной работы подтверждается важностью создания новой триггерной системы для эксперимента ALICE. Успешная же работа обновлённого эксперимента позволит получить важные научные данные о природе конфайнмента и прояснить механизмы формирования кварк-глюонной материи, в том числе – при столкновении малых систем.

Соискатель разработал детектирующую систему нового триггерного комплекса FIT, к функциональности и параметрам работы которой предъявлены очень высокие требования (крайне высокое временное разрешение, большая чувствительная площадь, геометрическая эффективность и гранулярность). При этом жёсткие внешние ограничения (высокие радиационные требования, сильное магнитное поле, ограничение на длину северного плеча детектора) привели к необходимости использования методик, нестандартных для ускорительных экспериментов в области физики высоких энергий. В частности, была проведена большая работа по адаптации и обоснованию возможности использования фотоумножителей на микроканальных пластинах в триггерной системе эксперимента ALICE, что будет являться одним из первых прецедентов массового использования МКП-ФЭУ в крупных ускорительных экспериментах данной области. Этот факт также подтверждает актуальность и новизну проделанной работы.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списков литературы, таблиц и иллюстраций, а также двух приложений.

Во Введении представлена общая характеристика работы, а также краткий обзор результатов экспериментальных исследований основных явлений квантовой хромодинамики. Кроме того, во Введении даётся краткое описание эксперимента ALICE и детектора FIT, который будет являться одним из ключевых детекторов эксперимента после его модернизации во время

предстоящего двухлетнего перерыва в работе Большого Адронного Коллайдера.

В первой главе представлен обзор структуры и основных научных результатов эксперимента ALICE, а также триггерных и временных детекторов схожих экспериментов ускорителей RHIC и NICA.

Во второй главе дан обстоятельный обзор истории развития фотоумножителей и обоснован выбор оптимального типа фотоприёмников (а именно, фотоумножителей на микроканальных пластинах – МКП-ФЭУ) для использования в черенковской подсистеме детектора. Представлены результаты исследования широкого спектра временных и амплитудных характеристик прототипов черенковского модуля на основе данных ФЭУ на пучке ускорителя. Результаты исследования продемонстрировали необходимость включения дублирующей сцинтилляционной плоскости в состав детектора FIT, выбору оптимальной конфигурации которой посвящён большой раздел данной главы.

В результате исследовательской работы, было не только предложено несколько необычных конфигураций подсистем детектора, но и продемонстрированы физические характеристики их реальных прототипов. В частности, показана возможность достижения временного разрешения $\sigma=200\text{--}250$ пс сцинтилляционными детекторами большой площади с экономичной методикой светособирания с использованием матрицы кремниевых фотоумножителей, распределённых в объёме пластмассового сцинтиллятора.

В третьей главе рассмотрена проблема ухудшения временного разрешения производимого серийно МКП-ФЭУ семейства Planacon при больших загрузках за счёт биполярных наводок в его индивидуальных выходах, и представлена успешная методика и результаты ликвидации данной проблемы путём модернизации структуры выводной электроники прибора. Внесение ряда дополнительных ограничений на внутренние параметры приборов, наряду с использованием собственных плат съёма сигнала, привело к формированию спецификации на новую модификацию МКП-ФЭУ (Planacon XP85002/FIT-Q), которые будут непосредственно использоваться в детекторе FIT.

Третья глава описывает также результаты множества других тестов, которым были подвергнуты фотоумножители семейства Planacon. Пожалуй, наиболее важным результатом данных исследований является демонстрация существенных недостатков МКП-ФЭУ с увеличенным ресурсом работы путём нанесения ALD-покрытия ввиду их неожиданно низкого уровня насыщения по среднему анодному току и чрезвычайно высокого времени восстановления.

В четвёртой главе представлен окончательный проект регистрирующей системы детектора FIT, обоснованный успешными испытаниями макетов подсистем детектора. В качестве дополнительного подтверждения состоятельности проекта, описана успешная работа тестового модуля детектора FIT в условиях реального эксперимента ALICE.

В Заключение отмечены основные результаты работы, к которым можно отнести не только разработку окончательного проекта детектирующей системы триггерного комплекса FIT с рекордно высокими временными параметрами, но и разработку новой модификации фотоумножителя на микроканальных пластинах семейства Planacon.

Диссертационная работа Меликяна Ю.А. выполнена на современном научном уровне. Результаты в полной мере характеризуют высокую степень научной новизны проведённой работы.

К недостаткам работы следует отнести субъективность выбора основных научных результатов эксперимента ALICE, перечисленных в первой главе, а также некоторые внутренние нестыковки при изложении материала. Так, например, в третьей главе представлен расчёт ожидаемого интегрального анодного заряда наиболее загруженных МКП-ФЭУ в составе детектора FIT, который составляет $0,58 \text{ Кл/см}^2$. При этом, последующее исследование старения образца МКП-ФЭУ было проведено до меньшей величины интегрального анодного заряда (менее $0,5 \text{ Кл/см}^2$). Такая разница может быть и не критичной для эксперимента, но причины проведения неполного теста следовало бы указать в тексте.

Перечисленные замечания не снижают общую оценку и высокий уровень научной и практической ценности проделанной работы. Результаты работы своевременно опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК, и публично доложены в рамках ряда крупных международных научных мероприятий. Автореферат корректно и достаточно полно отображает содержание диссертации.

Диссертация Меликяна Юрия Александровича «Разработка детектирующей системы триггерного комплекса FIT обновлённого эксперимента ALICE» удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Меликян Юрий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Дата составления отзыва 24 апреля 2019 г.

Официальный оппонент

Доктор физико-математических наук, _____ Н.П. Топчиев
Ведущий научный сотрудник
Лаборатории гамма-астрономии
Физического института им.
П.Н. Лебедева Российской академии
наук.

Почтовый адрес: 119991 ГСП-1 Москва,

Ленинский проспект, д. 53, ФИАН

E-mail: topchievnp@lebedev.ru

Телефон: +74991326233

Подпись Н.П. Топчиева удостоверяю,

Заместитель директора ФИАН _____

С.Ю. Савинов

Топчиев Николай Петрович
Доктор физико-математических наук
Физико-математические
01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики

Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15):

1. GAMMA-400 Project, Astronomy Reports, 2018, Vol. 62, No. 12, pp. 882–889
2. Precision Measurements of High-Energy Cosmic Gamma-Ray Emission with the GAMMA-400 Gamma-Ray Telescope, PHYSICS OF ATOMIC NUCLEI, Том: 80, Выпуск: 6, Стр.: 1141-1145, 2017
3. New stage in high-energy gamma-ray studies with GAMMA-400 after Fermi-LAT, EPJ Web of Conferences 145, 06001 (2017)
4. Modifications of a method for low energy gamma-ray incident angle reconstruction in the GAMMA-400 gamma-ray telescope, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series **798** (2017) 012012
5. The structure, logic of operation and distinctive features of the system of triggers and counting signals formation for gamma-telescope GAMMA-400, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series **798** (2017) 012015
6. Gamma-quanta and charged particles recognition by the counting and triggers signals formation system of GAMMA-400 space gamma-telescope, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series **798** (2017) 012016
7. A technique for selecting gamma rays with energies above 50 GeV from the background of charged particles in the GAMMA-400 space-based gamma-ray telescope, INSTRUMENTS AND EXPERIMENTAL TECHNIQUES, Том: 59, Выпуск: 4, Стр.: 508-512, 2016
8. Method to select gamma rays with energy above 50 GeV against a charge-particle background in the GAMMA-400 space telescope, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series **675** (2016) 032011
9. Method of incident low-energy gamma-ray direction reconstruction in the GAMMA-400 gamma-ray space telescope, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series **675** (2016) 032012
10. The GAMMA-400 gamma-ray telescope for precision gamma-ray emission investigations, Journal of Physics Conference Series, Том: 675, Номер статьи: 032009, 2016
11. Separation of electrons and protons in the GAMMA-400 gamma-ray telescope, ADVANCES IN SPACE RESEARCH, Том: 56, Выпуск: 7, Стр.: 1538-1545, 2015
12. Physical performance of GAMMA-400 telescope. Angular resolution, proton and electron separation, Physics Procedia, Том: 74, Стр.: 183-190, 2015
13. The prototype of GAMMA-400 apparatus, Physics Procedia, Том: 74, Стр.: 191-198, 2015
14. Method of Incident Low-Energy Gamma-Ray Direction Reconstruction in GAMMA-400 Gamma-Ray Space Telescope, Physics Procedia, Том: 74, Стр.: 368-371, 2015