

ОТЗЫВ

официального оппонента д.ф.-м.н. Завертяева Михаила Васильевича
на диссертацию Усенко Евгения Анатольевича
**“Разработка аналоговой электроники считывания
многоканальных физических детекторов.”**

представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности
01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики..

Актуальность работы

Диссертационная работа Евгения Анатольевича Усенко посвящена решению как общих методических вопросов в области разработки аналоговой электроники считывания многоканальных физических детекторов так конкретным результатам, полученным в процессе поиска ответов на поставленные вопросы.

Современные эксперименты в области физики высоких энергий, для получения значимого объема данных за разумный период времени (порядка нескольких лет), потребовали создания детекторов с хорошими пространственным и временным разрешениями, перекрывающих большие акцептасы (до 100м), обеспечивающих быстродействие порядка наносекунды для решения триггера, порядка сотни пикосекунд для времяпролетных детекторов. Во многих экспериментах детекторы должны работать в сильных магнитных полях порядка нескольких тесла и в условиях больших нагрузок. Сочетание вышеперечисленных условий привело к необходимости создания компактных детекторов, насчитывающих десятки-сотни тысяч каналов, с малым энерговыделением.

Актуальность проведенных исследований, помимо их несомненно чисто академического интереса, определяется предстоящей модернизацией детекторов существующих экспериментов в ЦЕРН’е, планированием новых экспериментов. Масштабы экспериментов, в случае принятия неоптимального технического решения на этапе разработок новой электроники, грозят серьезными финансовыми и техническими проблемами при масштабировании принятых неудачных решений на реальный детектор.

Научная новизна

- Впервые разработана многоканальная система низкопороговой накамерной электроники считывания, обеспечившая исследования мюонных камер РПС в эксперименте ATLAS (CERN, Switzerland), и послужившая прототипом для создания специализированной интегральной схемы.
- Впервые создана и успешно отработала в реальном эксперименте HARP (CERN, Switzerland) многоканальная система считывания на основе принципа суммирования считывающих электродов тонкой многозасорной РПС.
- Впервые разработана, и исследована специализированная интегральная схема ASIC NINO для прецизионной многоканальной времяпролетной системы считывания эксперимента ALICE.
- Впервые разработана и создана для эксперимента ALICE многоканальная система считывания на основе специализированной интегральной схемы ASIC NINO и многозасорной РПС с временным разрешением около 60 пс.
- Впервые разработана двухканальная структура системы считывания переднего сцинтилляционного годоскопа FW эксперимента HADES (ГСИ, Германия) с использованием модернизированного TOT метода и измерением времени и амплитуды в одном канале ВЦП.
- Впервые предложен синусный формирователь для модернизации метода измерения заряда в длительность импульса TOT (Time Over Threshold) метода, преодолевший основные его недостатки. Метод успешно применен в электронике считывания в экспериментах HADES (GSI, Germany) и BM&N (ОИЯИ, Дубна).

Структура Диссертации и её оформление

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Каждая из глав содержит краткое резюме её содержания. Основные выводы диссертации приведены в заключении. Объем диссертации 155 страниц, 88 рисунков, 7 таблиц и 29 наименований цитируемой литературы. Содержание диссертации полно и точно отражено в автореферате.

Практическая значимость и рекомендации по использованию

- Опыт создания аналоговой электроники считывания информации многоканальных физических детекторов, методов калибровок, служит основой для улучшения характеристик детекторов в процессе модернизации спектрометров существующих экспериментов.
- Применение представленных методик и результатов для модернизации существующих детекторов и при создании детекторов следующего поколения.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов обусловлена тщательностью всей проведённой работы и подтверждается результатами успешно проведенных экспериментов на ускорителях У-70 в ИФВЭ (г. Протвино), PS и LHC ЦЕРН (г.Женева).

Апробация результатов

Результаты работы докладывались на 4-ой, 5-ой и 6-ой международных конференциях по “Resistive Plate Chambers and Related Detectors” в Бьюти, Италия, 17-21 июня 1996г., в Наполи, Италия, 1997г., в Бари, Италия, 28-29 октября 1999г и в Коимбра, Португалия, 26-27 ноября 2001г, а также на VIII международной конференции по “Instrumentation for Colliding Beam Physics”, Новосибирск, Россия, с 28 октября по 6 марта 2002года. Диссертация основана на работах, которые были опубликованы в период с 2003 по 2014 годы. Основные результаты диссертации опубликованы в журналах: “Приборы и техника эксперимента”, “Ядерная Физика”, “Nuclear Instruments and Methods in Physics Research”, IEEE Transactions on Nuclear Science, “Nuclear Physics B Proceedings Supplements”, “Physics of Atomic Nuclei”, препринтах ИЯИ РАН, ИФВЭ и ОИЯИ.

Вклад автора в получение результатов

По результатам диссертации опубликовано 15 работ в реферируемых научных журналах, рекомендованных ВАК. Личный вклад автора подтверждается внутриколлекционными препринтами, отчётами, препринтами ЦЕРН и материалами, представляемыми на конференции (приведены в списке цитируемой литературы), выступлениями диссертанта на коллекционных совещаниях, а также материалами трудов конференций.

Автор диссертации представил рекомендательные письма от международных коллекций, в которых были получены результаты: Joachim Stroth (HADES Collaboration, GSI), Frederich Dydak (former spokesperson of NARP experiment, CERN), Frederico Antinori (spokesperson, ALICE Collaboration, CERN), а также от соавторов из ИФВЭ (В.А.Гапиенко) и ИТЭФ (А.В.Акиндинов).

Вклад автора в получение защищаемых им результатов является определяющим.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ

Диссертация выполнена на высоком профессиональном уровне и отвечает лучшим стандартам, принятым в современных экспериментальных исследованиях в физике высоких энергий. Все замечания носят по большей части стилистический характер.

В первую очередь хотелось бы получить комментарии по некоторым вопросам.

Диссертация посвящена многоканальным системам считывания. В чем особенность их разработки в отличие от систем с малым числом каналов?

В главе 3. диссертации указано, что специализированная интегральная схема НИНО обладает расширенной функциональностью. Не противоречит ли это ее специализированности?

В главах 3 и 4 диссертации обсуждается метод преобразования заряда во время (TOT метод). Этот метод применен как во времяпролетной системе эксперимента АЛИСА так и в переднем годоскопе эксперимента HADES. Есть ли какие то различия в реализации TOT метода в упомянутых экспериментах?

Есть ряд общих замечаний.

Представляется, что название диссертации, если следовать правилам русского языка, следовало бы изменить на “Разработка аналоговой электроники считывания **сигналов** с многоканальных физических детекторов.”

Структура содержания в главе “Введение” диссертации отличается от структуры в начале автореферата. Порядок представления одной и той же информации изменен без видимых причин. Следует отметить, что порядок подачи информации, принятый в автореферате, выглядит более логичным и удобным для ознакомления.

В ряде случаев, наиболее заметном на странице 16 диссертации, приведенные на рисунке 1. фотографии электронных устройств исключительно малы, что практически не несет полезной информации. Следовало бы представить увеличенные снимки или избегать показывать изображения невысокого разрешения в принципе.

В тексте работы встречаются неудачные выражения, и опечатки, которые отмечены ниже.

стр.6 Первое положение вынесенное на защиту, начиная со второго предложения, содержит не утверждение а объяснение деталей, что явно относится к другим главам диссертации:

“Приведенный автором способ обеспечил проведение исследований ...”.

стр.8 Сокращение РПК не определено. Встречается также на стр. 26, 69.

стр.12 Шумы растут с увеличением напряжения - Амплитуда шумов растет с повышением уровня.напряжения..

стр.12 ... областей с низким электрическим полем - ... областей с низкими значениями напряженности электрического поля

стр.13-14 многократное определение сокращения МРПС - .Многоззорные Резистивные Плоские Счетчики...

стр.14 многоззорная МРПС - что-то одно должно остаться.

стр.15 многократное определение РПС - резистивный плоский счетчик, первое определение дано на стр. 11.

стр.30 Сокращение “ИС” не определено в тексте, по всей видимости означает “интегральная схема”.

стр.34 Отсутствует ссылка в предложении : “Результаты этих исследований представлены в работах [?]”

стр.35 Сокращение “СИС” используется до его определения несколькими строками ниже. Сокращение “DIE” на момент его использования не определено.

стр.40 шумовые свойства - ... уровень шума ...

стр.42 построить не - ... построить на

стр.93 сразу - ... сразу ...

стр.118 Така - ... Так ...

стр.136-137 Изображение на рисунке 80 и пояснение к нему разнесены на разные страницы.

стр.147-148 Таблица 7 и пояснение к ней разнесены на разные страницы.

Приведенные выше замечания никак не отражаются на представленных результатах и никоим образом не умаляют их значимости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Евгения Анатольевича Усенко “Разработка аналоговой электроники считывания многоканальных физических детекторов.” представляет собой законченное научное исследование.

Диссертация основана на работах, опубликованных в реферируемых высокорейтинговых журналах. Основные её результаты докладывались автором на семинарах, рабочих совещаниях и международных конференциях. Выводы диссертации обоснованы, полностью соответствуют поставленной задаче и логично вытекают из проведённой работы. Все выносимые на защиту результаты получены при определяющем вкладе самого автора. Автореферат полно и ясно отражает содержание диссертации. Полученные диссертантом результаты могут использоваться в ИТЭФ, ИФВЭ, ИЯИ, НИИЯФ, ПИЯФ, ОИЯИ, ФИАН, а также других научных центрах России, Европы, Азии и США.

Исключительный объем представленных результатов, качество проведенных исследований, подтвержденных успешными, проводимыми на протяжении многих лет, многочисленными экспериментами, позволяет сделать заключение, что данная работа существенным образом выходит за рамки требований предъявляемых к кандидатских диссертаций и ее следует рассматривать как достойную работу уровня докторской диссертации.

Диссертация Е.А.Усенко отвечает всем требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного Постановлением 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Е.А.Усенко заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

14.04.2019 г.

Отзыв составил: доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник
Лаборатории Взаимодействия Излучений с Веществом, ФИАН
Тел.: (499) 132 6356 E-mail: zavertyaevmv@lebedev.ru

Завертяев М.В

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт им.П.Н. Лебедева Российской Академии Наук
119991 Москва, Ленинский проспект 53, Тел.: (499) 132 4264, Fax: (499) 135 7880
E-mail: postmaster@lebedev.ru <http://www.lebedev.ru>

Подпись М.В.Завертяева удостоверяю,
заместитель директора ФИАН

С.Ю.Савинов

Завертяев Михаил Васильевич

Доктор физико-математических наук

по специальности- 01.04.23 - физика высоких энергий.

Список основных работ по теме защищаемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Measurement of the Charm-Mixing Parameter , Phys. Rev. Lett. **122**, no. 1, 011802 (2019) doi:10.1103/PhysRevLett.122.011802
2. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Measurement of the inelastic pp cross-section at a centre-of-mass energy of 13 TeV, JHEP **1806**, 100 (2018) doi:10.1007/JHEP06(2018)100
3. R. Akhunzyanov *et al.* [COMPASS Collaboration], K over K multiplicity ratio for kaons produced in DIS with a large fraction of the virtual-photon energy, Phys. Lett. B **786**, 390 (2018) doi:10.1016/j.physletb.2018.09.052
4. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Study of prompt D meson production in pPb collisions at TeV, JHEP **1710**, 090 (2017), doi:10.1007/JHEP10(2017)090
5. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Study of $b\bar{b}$ correlations in high energy proton-proton collisions, JHEP **1711**, 030 (2017), doi:10.1007/JHEP11(2017)030
6. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Observation of the doubly charmed baryon , Phys. Rev. Lett. **119**, no. 11, 112001 (2017) doi:10.1103/PhysRevLett.119.112001
7. C. Adolph *et al.* [COMPASS Collaboration], Longitudinal double spin asymmetries in single hadron quasi-real photoproduction at high , Phys. Lett. B **753**, 573 (2016), doi:10.1016/j.physletb.2015.12.035
8. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Forward production of Y mesons in pp collisions at and 8TeV, JHEP **1511**, 103 (2015), doi:10.1007/JHEP11(2015)103
9. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Measurement of the time-integrated CP asymmetry in decays, JHEP **1510**, 055 (2015), doi:10.1007/JHEP10(2015)055
10. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Measurement of the branching fraction ratio , Phys. Rev. D **92**, no. 7, 072007 (2015), doi:10.1103/PhysRevD.92.072007
11. C. Adolph *et al.* [COMPASS Collaboration], Observation of a New Narrow Axial-Vector Meson (1420), Phys. Rev. Lett. **115**, no. 8, 082001 (2015), doi:10.1103/PhysRevLett.115.082001
12. C. Adolph *et al.* [COMPASS Collaboration], Collins and Sivers asymmetries in muonproduction of pions and kaons off transversely polarised protons, Phys. Lett. B **744**, 250 (2015), doi:10.1016/j.physletb.2015.03.056
13. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], Search for CP violation using T -odd correlations in decays, JHEP **1410**, 005 (2014), doi:10.1007/JHEP10(2014)005
14. R. Aaij *et al.* [LHCb Collaboration], First observation of a baryonic decay, Phys. Rev. Lett. **113**, no. 15, 152003 (2014), doi:10.1103/PhysRevLett.113.152003