

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.119.01
НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от **16.05.2019 г. № 5/52**

О присуждении **Усенко Евгению Анатольевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация **«Разработка аналоговой электроники считывания многоканальных физических детекторов»** по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики, принята к защите 14 февраля 2019 г., протокол № 2/49, диссертационным советом Д 002.119.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а., приказ Министерства образования и науки России № 75/нк от 15 февраля 2013 года.

Соискатель Усенко Евгений Анатольевич, 1959 года рождения. В 1987 году соискатель окончил Московский лесотехнический институт (Московский государственный университет леса), Факультет электроники и системотехники (Космический факультет). В настоящее время работает научным сотрудником в отделе экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН). В период с 08 мая 2017 г. по 08 июня 2017 г. соискатель был зачислен в качестве экстерна для прохождения промежуточной аттестации в НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ по направлению подготовки высшего образования 03.06.01- физика и астрономия, по специальности научных работников 01.04.23- физика высоких энергий, для сдачи экзаменов по Истории и философии науки и Иностранному языку (английский). С 25 октября 2017 г. соискатель был

прикреплен к аспирантуре ИЯИ РАН по научной специальности 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики, для сдачи кандидатского экзамена.

Диссертация выполнена в отделе экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН).

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, **Решетин Андрей Игоревич**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, отдел экспериментальной физики, старший научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

1) **Харлов Юрий Витальевич**, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт физики высоких энергий» им. А.А. Логунова (ИФВЭ) Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», отделение экспериментальной физики, ведущий научный сотрудник;

2) **Завертяев Михаил Васильевич**, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), лаборатория взаимодействия излучений с веществом, ведущий научный сотрудник;

дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (г. Москва)** – в своем **положительном отзыве**, составленном Меркиным Михаилом Моисеевичем (доктор физико-математических наук, зав. Лабораторией детекторных систем и электроники НИИЯФ МГУ им. Д.В. Скобельцина), подписано заведующим отделом экспериментальной физики высоких энергий НИИЯФ МГУ профессором Боос Э.Э и директором НИИЯФ МГУ профессором Панасюком М.И. и утверждено проректором МГУ им. Ломоносова А.А. Федяниным указала, что диссертация Усенко Е.А. представляет собой законченное научное исследование, проведенное на высоком уровне. Указано, что диссертация Усенко Е.А. соответствует всем

требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Усенко Е.А. – безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Соискатель имеет 66 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 15 работ, из них опубликованных в рецензируемых научных изданиях 15. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах. Соискатель внес определяющий вклад в каждую из опубликованных работ. Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Е. А. Усенко, «Низкопороговый дискриминатор для камер RPC», Приборы и техника эксперимента. - 2003. - N 1. - С. . 40-43.
2. I.V. Ajinenko,.. E. Usenko, et al., «Study of the $K^- \rightarrow \mu^- \nu \pi^0$ decay», Phys.Atom.Nucl. 66 (2003) 105-109, Yad.Fiz. 66 (2003) 107-111 IHEP-2002-6
3. A.N. Akindinov,..E. Usenko, et al.«Study of gas mixtures and ageing of the multigap resistive plate chamber used for the Alice TOF», Nucl.Instrum.Meth. A533 (2004) 93-97
4. V. Ammosov,.. E. Usenko, V. Gapienko, A. Ivanilov, F. Sefkow, A. Semak, Yu. Sviridov, V. Zaets «Small pad RPCs as detector for high granularity digital hadron calorimetry», Nucl.Instrum.Meth. A533 (2004) 130-138
5. A.N. Akindinov,.. E. Usenko, et al. «Design aspects and prototype test of a very precise TDC system implemented for the multigap RPC of the ALICE-TOF», Nucl.Instrum.Meth. A533 (2004) 178-182
6. F. Anghinolfi, E. Usenko, P. Jarron, A.N. Martemyanov, H. Wenninger, M.C.S. Williams, A. Zichichi, «NINO: An ultra-fast and low-power front-end amplifier/discriminator ASIC designed for the multigap resistive plate chamber», Nucl.Instrum.Meth. A533 (2004) 183-187
7. F. Anghinolfi, E. Usenko, P. Jarron, F. Krummenacher, «NINO: An ultrafast low-power front-end amplifier discriminator for the time-of-flight detector in the ALICE experiment» , IEEE Trans.Nucl.Sci. 51 (2004) 1974-1978

8. A.N. Akindinov, E. Usenko, et al. «Operation of the multigap resistive plate chamber using a gas mixture free of flammable components», Nucl.Instrum.Meth. A532 (2004) 562-565
9. A.V. Akindinov, E. Usenko, et al., «Results from a large sample of MRPC-strip prototypes for the ALICE TOF detector», Nucl.Instrum.Meth. A532 (2004) 611-621
10. A. Akindinov, E. Usenko, et al. «The MRPC detector for the ALICE Time Of Flight system: Final design and performances», Nucl.Phys.Proc.Suppl. 158 (2006) 60-65
11. A. Akindinov, E. Usenko, et al. «Quality assurance procedures for the construction of ALICE TOF detector», Nucl.Phys.Proc.Suppl. 158 (2006) 78-82
12. V. Ammosov, E. Usenko, V. Gapienko, A. Ivanilov, A. Semak, Yu. Sviridov, V. Zaets, «Study of RPCs with 1x1 cm² Read-Out Pads Operated in the Saturated Avalanche Mode», Eur.Phys.J. C64 (2009) 181-241
13. V. Ammosov, E. Usenko, et al. «The HARP resistive plate chambers: Characteristics and physics performance», Nucl.Instrum.Meth. A602 (2009) 639-643
14. V.V. Ammosov, E.A. Usenko, O.P. Gavrishchuk, V.A. Gapienko, V.G. Zaets, N.A. Kuzmin, Yu.M. Sviridov, A.A. Semak, S.Ya. Sychkov, A.I. Yukaev «Time resolution of a 6-gap resistive plate chamber with strip readout», Instrum.Exp.Tech. 53 (2010) 175-179, Prib.Tekh.Eksp. 2010 (2010) no.2, 20-24
15. O.V. Andreeva, E. Usenko, et al. «Forward scintillation hodoscope for nuclear fragment detection at the high acceptance dielectron spectrometer (HADES) setup», Instrum.Exp.Tech. 57 (2014) 103-119.

На диссертацию и автореферат поступили **положительные отзывы оппонентов и ведущей организации**. В этих отзывах сделан вывод о том, что работа является актуальной, содержит хорошо обоснованные новые результаты и полностью отвечает всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

В отзыве ведущей организации имеются замечания: указывается на некоторое количество мелких неточностей в выражениях; отмечается, что некоторые рисунки (рис. 29, 46, 58, 73, 76) не читаются, или читаются с большим трудом, хотя в автореферате они представлены в другом масштабе и вполне разборчивы. Кроме того, указывается, что утверждение: «Улучшить шумовые свойства интегральных схем 171УВ2 (российский аналог популярной ИС усилителя mA733) и достичь предельных значений приведенных к входу шумов возможно, изменив стандартную схему включения его входного дифференциального каскада и образовав каскадную схему с внешним малошумящим транзистором» является спорным, поскольку включение дополнительного малошумящего транзистора ни коим образом не влияет на «шумовые свойства» самой ИМС, а скорее это схемотехническое решение, которое улучшает шумовые параметры аналогового тракта. В отзыве отмечено, что указанные замечания не сказываются на значимости и ценности диссертационной работы.

В отзыве официального оппонента, доктора физико-математических наук Харлова Юрия Витальевича, отмечается, что диссертация и автореферат содержат ряд недочетов, часто технического характера. Так, в таблице 1 указаны параметры аналоговых тактов систем считывания экспериментов STAR, HADES, FOPI, из которых автор делает вывод о зависимости временного разрешения камер РПС от спектральных характеристик аналогового тракта, однако из таблицы такой вывод не следует. В отзыве замечено, что перечисляя основные положения вынесенные автором на защиту, соискатель указывает, что им была построена система считывания для эксперимента ALICE, однако специализированная схема NINO представляет собой не всю систему считывания. Замечено, что в списке публикаций ссылка [6] является двумя различными публикациями, причем в обеих соискатель является соавтором, но было бы правильнее разделить ссылку на две. В итоге оппонент отмечает, что замеченные погрешности и недочеты нельзя рассматривать как существенные, и они не искажают восприятие изложенного материала при внимательном прочтении. В отзыве Харлова Ю.В. отмечено, что совокупность выполненных автором работ можно квалифицировать как научное

достижение, а диссертация Усенко Е.А. удовлетворяет требованиям предъявляемым Положением о присуждении ученых степеней к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

В отзыве официального оппонента, доктора физико-математических наук Завертяева Михаила Васильевича, имеются следующие замечания. Отмечается, что название диссертации следовало бы изменить на “Разработка аналоговой электроники считывания сигналов с многоканальных физических детекторов.”. Замечено, что структура содержания в главе “Введение” диссертации отличается от структуры в начале автореферата. Порядок представления одной и той же информации изменен без видимых причин. Отмечено, что порядок подачи информации, принятый в автореферате, выглядит более логичным и удобным для ознакомления. В отзыве указано на то, что ряд фотографий электронных устройств, представленных в диссертации, настолько малы, что практически не несут полезной информации и следовало бы представить увеличенные снимки или избегать показывать изображения невысокого разрешения в принципе. Кроме того, в отзыве высказано пожелание оппонента получить комментарии по ряду вопросов: в чем особенность разработки многоканальных системам считывания в отличие от систем с малым числом каналов? не противоречит ли расширенная функциональность интегральной схемы НИНО ее специализированности? имеются ли различия в реализации ТОТ метода во времяпролетной системе эксперимента АЛИСА и в переднем годоскопе эксперимента NADES? Соискатель предоставил необходимые комментарии во время защиты. У оппонента есть так же ряд замечаний стилистического характера. Оппонент отмечает, что его замечания никак не отражаются на представленных результатах и никоим образом не умаляют их значимости. В отзыве Завертяева М.В. отмечено, что диссертационная работа Усенко Е.А. существенным образом выходит за рамки требований, предъявляемых к кандидатским диссертациям и ее следует рассматривать как работу уровня докторской диссертации.

На диссертацию поступил **дополнительный отрицательный отзыв** от кандидата физико-математических наук **Серебрякова Дмитрия Владимировича**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных

исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), отдел информационно-вычислительных систем и автоматизации, заведующий сектором. В отзыве отмечено, что несмотря на актуальность темы диссертационного исследования, соискатель цитирует в диссертации только 14 работ, в которых он не является (со)автором, что делает практически невозможным выяснение того, что является общеизвестным фактом, а что было предложено соискателем. В отзыве указано, что большое количество параметров и результатов измерений, характеристик того или иного узла, вводится автором без ссылок на литературу, где были опубликованы результаты и без приведения методики и результатов измерений, в случае значений, полученных самим автором. Отмечается, что в работе очень много места посвящено шумам, однако не приведено ни одного измеренного спектра плотности шумов, как и ни одной фазо-частотной и амплитудно-частотной характеристики рассматриваемых усилителей, что делает невозможным проведения сравнения результатов автора с другими схемотехническими решениями, и, соответственно, сделать выводы о новизне и применимости представляемых результатов. В отзыве выражено мнение, что автор допускает ряд ошибок в анализе схемных решений. В частности, отмечено, что в Главе 1 автор описывает микросхему MAX3760 как усилитель с коэффициентом усиления «около 30» и входным сопротивлением 50 Ом, хотя (со ссылкой на документацию) микросхема MAX3760 является трансимпедансным усилителем, т.е. схемой с минимальным входным сопротивлением, преобразующим ток в напряжение, с параметрами усиления и входного сопротивления, отличающимися на два порядка от приведенных автором. В отзыве выражено мнение, что рассуждения автора с использованием приведенных им параметров являются ошибочными.

В отзыве отмечено, что в главе 2, стр. 32 автор ошибочно использует понятие Gain Bandwidth (GBW), получая огромные значения. Этот параметр применяется только для описания усилителей с обратной связью, с линейной фазо- и амплитудно-частотной характеристиками и устойчивыми при коэффициенте усиления, равном 1. В этом случае параметр GBW позволяет однозначно выбрать предельно допустимое значение коэффициента усиления для заданного частотного

диапазона. Во всех остальных случаях применяется параметр «Полоса усиления» (Bandwidth), характеризующий частоту снижения усиления на 3 Дб по сравнению с плоской частью амплитудно-частотной характеристики. В отзыве отмечается, что описываемая автором схема не является усилителем с обратной связью, частотные характеристики ее неизвестны, поэтому параметр GBW не применим в этом случае, что и показывают значения, вычисленные автором, равные 6 и 11 ГГц, и лежащие за пределами здравого смысла.

В отзыве отмечается, в диссертации автор рассуждает о схеме модуля ТИСС как о схеме Вилкинсона, чем она, по мнению автора отзыва, не является. На основании этого в отзыве делается вывод, что эта часть работы является ошибочной.

В отзыве отмечено, что схема ТИСС, которую критикует автор, заведомо проектировалась для измерения импульсов с очень малой амплитудой, поскольку использует на входе усилитель BGM1013 с коэффициентом усиления более 30 Дб (усиление по напряжению более 30). Автор пишет о насыщении схемы при напряжениях выше 2 Вольт, но она и не проектировалась для измерения столь больших амплитуд, линейный диапазон входного усилителя схемы ТИСС не превышает 100 мВ. Тем не менее, автор использует сравнение с предлагаемым им решением, вообще не имеющим входного усилителя для демонстрации превосходства последнего. В отзыве отмечена некорректность такого сравнения.

В отзыве указывается, что существенная часть главы 4 посвящена обсуждению т.н. «синусного формирователя» для преобразования заряда в длительность, представляющего собой инвертирующий усилитель на ОУ с дополнительным конденсатором, включенным между отрицательным входом и землей. Отрицательное влияние такой емкости на параметры схем с ОУ описано в учебниках по электронике, кроме того, эта емкость влияет только на поведение неидеальной схемы. Т.е. предлагаемое автором схемное решение работает только в силу технологических ограничений операционного усилителя по таким параметрам, как амплитуда выходного сигнала и скорость нарастания. В отзыве

отмечено, что использование такого подхода к проектированию электронных схем обычно считается недопустимым и непрофессиональным, поскольку делает параметры проектируемой системы зависимыми от ненормированных свойств электронных компонентов и, соответственно, невозпроизводимыми.

В отзыве указано, что в части текста диссертации, относящейся к Рис.79, автор ошибочно называет синусоидальным генератором схему, в действительности являющуюся усилителем с токовой обратной связью, потерявшим устойчивость в результате превышения предельно допустимой емкости между входом и землей.

В отзыве выражено мнение, что автор должен представить очень серьезные доказательства преимущества его схемы, использующей побочные эффекты и ограничения ИС для достижения результата, по сравнению с множеством известных схем, работоспособность и характеристики которых опираются только на нормируемые параметры электронных компонентов. Схема, предлагаемая автором, имеет существенно более высокую амплитуду шума на выходе преобразователя заряд-время по сравнению с решениями, использующими интеграторы на ОУ. Однако никаких прямых сравнений функционирования предлагаемого автором решения с другими не представлено, несмотря на то, что речь идет об узлах, состоящих всего из нескольких элементов, и провести прямые сравнения в одних и тех же условиях не составляет большого труда.

В отзыве выражено мнение, что основная идея главы 4 – использование т.н. «синусного преобразователя», не была опубликована в рецензируемой литературе. Отмечено, что в работе [14] диссертации, где автор описывает схему из гл. 4 диссертации, этот узел назван «медленным дискриминатором». Замечено, что в этой статье не содержится никаких указаний на то, что применялся ранее не описанный в литературе «синусный преобразователь», и что понять это из Рис. 5 [14], не ознакомившись предварительно с данной диссертацией, также практически невозможно.

В отзыве отмечено, что в диссертации содержится противоречивая информация об авторстве времяпролетной системы считывания эксперимента

ALICE: в одном месте текста диссертации написано, что она была спроектирована, изготовлена и построена автором диссертации, а в другом месте написано, что «Личный вклад автора состоял в коллегиальном участии в методических работах по исследованиям камер».

На все вопросы и замечания официальных оппонентов, а также на критические замечания, изложенные в дополнительном отзыве Серебрякова Д.В., соискатель Е.А. Усенко дал развернутый ответ в процессе обсуждения. Совет принял к сведению проведенную научную дискуссию.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией ученых в области экспериментальной физики, а также их многолетним опытом работы по тематике, близкой к диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований были разработаны:

низкопороговая электроника считывания, обеспечившая полный объем исследований для тестирования камер РПС эксперимента ATLAS (ЦЕРН, Швейцария);

малошумящая накамерная электроника на основе принципа суммирования считывающих электродов для времяпролетной системы эксперимента HARP с временным разрешением не более 150 пс. (ЦЕРН, Швейцария);

специализированная аналоговая интегральная схема ASIC NINO 8-ми канального усилителя-дискриминатора,

система считывания на основе ASIC NINO с числом каналов 160 тыс. времяпролётного детектора эксперимента ALICE с временным разрешением около 100 пс. (ЦЕРН, Швейцария);

система считывания переднего сцинтилляционного годоскопа Forward Wall (FW) эксперимента HADES (ГСИ, Германия) с использованием двухканальной структуры электроники с TOT методом для измерения заряда;

модернизированный при помощи синусного формирователя TOT метод измерения зарядов, позволивший снизить ошибку метода до 0,3% и обеспечил его

использование в различных применениях для экспериментов HADES (ГСИ, Германия), BM&N (ОИЯИ, Дубна).

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается внедрением разработанных аналоговых систем в:

низкопороговую электронику считывания для тестирования камер РПС эксперимента ATLAS,

электронику считывания на основе принципа суммирования электродов для времяпролётного детектора эксперимента HARP,

специализированную аналоговую интегральную схему ASIC NINO 8-ми канального усилителя-дискриминатора,

аналоговую систему считывания на основе ASIC NINO с числом каналов 160 тыс. времяпролётного детектора эксперимента ALICE,

аналоговую систему считывания переднего сцинтилляционного годоскопа Forward Wall (FW) эксперимента HADES,

модернизированный синусным формирователем TOT метод измерения зарядов, эксперимента HADES.

Оценка достоверности результатов выявила:

исследование базируется на положительно себя зарекомендовавших практических реализациях аналоговых систем считывания для крупных экспериментов, таких, как ALICE (ЦЕРН, Швейцария) HARP (ЦЕРН, Швейцария), HADES (ГСИ, Германия), BM&N (ОИЯИ, Дубна), ОКА (ИЯИ РАН, ИФВЭ, Россия);

для реализации некоторых решений использованы новые подходы и методы (принцип суммирования сигналов, модернизация TOT метода измерения зарядов, разработка специализированной интегральной схемы для времяпролетных применений), ранее не использовавшиеся в практике построения аналоговых систем считывания многоканальных физических детекторов;

Личный вклад соискателя состоит в том, что он получил основные результаты диссертации по исследованию и разработке систем считывающей электроники для различных многоканальных физических детекторов.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация является выдающейся научной работой.

На заседании 16 мая 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Усенко Е.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **21** человек, из них **8** докторов наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики, участвовавших в заседании, из **30** человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за -**20**, против -**нет**, недействительных бюллетеней -**1**.

Председатель

диссертационного совета Д 002.119.01

академик РАН

_____ Рубаков В.А.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 002.119.01

к.ф.-м.н.,

_____ Демидов С.В.

16.05.2019