

## СТЕНОГРАММА

Заседания № 15-02 диссертационного совета Д 720.001.02  
на базе международной межправительственной организации  
Объединенный институт ядерных исследований  
от 19 марта 2015 г.

Ведет заседание заместитель председателя диссертационного совета – доктор технических наук Агапов Николай Иванович.

Учёный секретарь диссертационного совета – кандидат физико-математических наук Арефьев Валентин Александрович.

На заседании присутствовали члены диссертационного совета:

Специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, физико-математические науки:

Водопьянов Александр Сергеевич	- доктор физико-математических наук
Глаголев Виктор Викторович	- доктор физико-математических наук
Мелкумов Георгий Леонович	- доктор физико-математических наук
Таратин Александр Михайлович	- доктор физико-математических наук
Тяпкин Игорь Алексеевич	- доктор физико-математических наук
Арефьев Валентин Александрович	- кандидат физико-математических наук.

Специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, технические науки:

Басиладзе Сергей Геннадьевич	- доктор технических наук
Заневский Юрий Вацлавович	- доктор технических наук
Матюшин Валентин Тарасович	- доктор физико-математических наук
Романов Юрий Иванович	- доктор технических наук
Смирнов Виталий Анатольевич	- доктор технических наук
Тимошенко Геннадий Николаевич	- доктор физико-математических наук.

Специальность 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, физико-математические науки:

Батюня Борис Владимирович	- доктор физико-математических наук
Золин Леонид Сергеевич	- доктор физико-математических наук
Кекелидзе Владимир Димитриевич	- доктор физико-математических наук
Панебратцев Юрий Анатольевич	- доктор физико-математических наук

Ставинский Алексей Валентинович - доктор физико-математических наук  
Строковский Евгений Афанасьевич - доктор физико-математических наук.  
Специальность 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, технические науки:

Агапов Николай Николаевич - доктор технических наук  
Донец Евгений Денисович - доктор физико-математических наук  
Коваленко Александр Дмитриевич - доктор физико-математических наук  
Ширков Григорий Дмитриевич - доктор физико-математических наук.

**Агапов Н.Н.**: Присутствуют 22 человека сейчас. Докторов наук по специальности – 6. Вполне можем начать наше заседание, если нет возражений. Проект заключения у нас есть?

**Арефьев В.А.**: Все получили.

**Агапов Н.Н.**: Все получили, все расписались.

Сегодня у нас в повестке дня защита диссертации Ладыгина Евгения Александровича на тему «Разработка и создание регистрирующей электроники адронного торцевого калориметра установки ATLAS для экспериментальных исследований на LHC», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики. Научный руководитель – Чеплаков. Присутствует. Официальный оппонент – доктор физико-математических наук Михайлов Юрий Викторович здесь. Отсутствует по уважительной причине официальный оппонент Владислав Анатольевич Григорьев. И ведущая организация НИИЯФ МГУ.

Есть вопросы к повестке дня? Нет. Тогда просьба к ученому секретарю доложить о содержании документов, представленных соискателю и о соответствии их требованиям.

**Арефьев В.А.**: В Совет поступило заявление от Ладыгина Евгения Александровича: «Прошу принять к защите диссертационную работу по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики. Тема диссертации - «Разработка и создание регистрирующей электроники адронного торцевого калориметра установки ATLAS для экспериментальных исследований на LHC». Работа представляется впервые. Предварительная комиссия в составе: докторов наук Смирнова, Матюшина и кандидата наук Арефьева, ознакомилась с диссертацией и рекомендовала совету принять ее к защите. Диссертация была принята к защите.

Ладыгин Евгений Александрович, 1956 года рождения, гражданин Российской Федерации, образование высшее, закончил Московский инженерно-физический институт, факультет автоматики и электроники, поступил в 1973 году, закончил в 1979 году, получил квалификацию инженер-физик по специальности автоматика и электроника, о чем свидетельствует копия диплома. Владеет свободно английским языком. Ученой степени пока не имеет. Имеет более 50 научных трудов. Работа: с 1973г. по 1979г. – МИФИ, с 1979г. по 1983г. – стажер-инженер, инженер, начальник группы на заводе «Тензор», с 1983 по настоящее время инженер, начальник группы, зам. начальника отдела в Объединенном Институте Ядерных Исследований.

Список трудов из 54-х позиций прилагается. Бывал в командировках, с заданиями справлялся успешно. Невоеннообязанный. Женат. Имеет двоих детей.

Кандидатские экзамены сданы по специальности «Приборы и методы экспериментальной физики» в 2013 г., оценка – «отлично», сдал экзамен в Объединенном институте ядерных исследований; «История и философия науки» – в июне 2014 г. - «отлично», сдан на философском факультете Московского Государственного Университета; английский язык с оценкой «удовлетворительно» сдан в 1986 г. в Институте физики высоких энергий. Удостоверение выдано по месту сдачи последнего экзамена в Московском Государственном Университете.

Имеется отзыв научного руководителя на диссертационную работу, заключение организации, где выполнялась работа, то есть Объединенного института ядерных исследований, отзыв ведущей организации, Московский Государственный Университет имени Ломоносова. Отзывы официальных оппонентов, Владислава Анатольевича Григорьева и Юрия Викторовича Михайлов - имеются. Документы оформлены в соответствии с правилами Положения о порядке присуждения ученых степеней.

**Агапов Н.Н.**: Спасибо. Есть вопросы к ученому секретарю по документам представленным? Нет. Тогда слово соискателю, Евгению Александровичу Ладыгину, для изложения основных положений диссертации. Пожалуйста.

**Ладыгин Е.А.**: Здравствуйте, уважаемые члены Совета. Я подготовил, в моем понимании, достаточно короткий доклад, потому что диссертация на самом деле получилась очень большая и толстая – больше ста страниц. Информации очень много. Это все, естественно, показывать, наверное, не стоит. Поэтому я посоветовался с людьми и решил, что двадцати минут будет достаточно. Разрешите начать.

Актуальность: установка ATLAS – это одна из крупнейших экспериментальных установок, создана на Большом Адронном Коллайдере LHC в ЦЕРН. К установке ATLAS на этапе её создания предъявлялись более высокие требования, чем к уже существующим на тот момент установкам:

- установка должна иметь полный набор всех детекторов с высоким быстродействием из-за высокой интенсивности пучков;

- детекторная электроника, соответственно, должна иметь высокую интеграцию из-за очень большого количества каналов считывания (например, в калориметрах ATLAS – более 200000 каналов) и, соответственно, высокую надежность в сильных магнитных полях и сильном радиационном поле;

- должна быть высокая скорость усилительных и обрабатывающих устройств.

Если кто не совсем в курсе, то вот это – общий вид установки ATLAS. В центре – калориметры, вот это – магниты, это мюонные камеры. Их по несколько колес.

Создание такого сложного современного детектора как ATLAS – это результат труда огромного международного коллектива. Здесь будут представлены результаты работ, выполненных при моем непосредственном участии и определяющем вкладе – это то, что выносится сегодня на защиту.

Жидкоаргоновый торцевой адронный калориметр (HEC) - Endcap, выглядит он вот таким образом. Это – криостат. В нем, внутри находятся два колеса адронного Endcap'а, переднего калориметра Fcal, электромагнитного калориметра перед адронным Endcap'ом. Соответственно на периферии видна считывающая электроника. Здесь она показана как front-end crates (FEE). На рисунке внизу я схематично нарисовал структуру считывания HEC калориметра, построенного по принципу электронного трансформатора. Вот это – как бы одна башня в калориметре. Вы видите, что она размер ячейки растёт от центра к периферии для развития ливня. С нее – усилители. Далее – предварительные преобразователи и т.д. Что здесь замечательно,- вот эта линия означает раздел между теплом и холодом. Вы видите, что предварительные усилители находятся непосредственно на теле калориметра, они работают при температуре жидкого аргона.

Электроника считывания калориметров. В ATLAS принята максимальная стандартизация электроники считывания калориметров, но каждый калориметр имеет свои особенности.

В НЕС – это, в первую очередь, использование «холодных» усилителей, которые я уже показал, предварительных формирователей и повторителя триггерных сигналов.

Особые требования к электронике:

- так как доступ туда, к электронике, большую часть времени закрыт, то в первую очередь - это высокая надежность. За 10 лет количество отказов должно быть не более 0.1%.

- высокая радиационная стойкость. Нейтронные дозы до  $2 \cdot 10^{13}$  н/см<sup>2</sup> за 10 лет в местах расположения «холодных» усилителей, то есть, на периферии самого калориметра. И нейтронные дозы до  $10^{12}$  н/см<sup>2</sup> за 10 лет в местах расположения считывающих НЕС крейтов.

- есть еще одно условие: работа в сильном магнитном поле (до 4 Тл).

Здесь показана архитектура системы считывания НЕС. Вот это – общая система считывания для всех калориметров, а в зеленом цвете я указал отличия именно для конкретного адронного торцевого калориметра. Видите, что вот здесь холодный усилитель внутри криостата находится, потом – предварительный формирователь, специализированный микромодуль, который устанавливается на модуль FEB для канала триггера и специализированный повторитель триггерных сигналов. Ну а далее, как обычно, есть специализированные формирователи (они, в принципе, общие для всех калориметров), аналоговые линии задержки и АЦП. Далее идет передача в систему записи.

Цель работы.

- Создание и тестирование части высоконадёжной радиационно-стойкой аналоговой электроники считывания торцевого адронного калориметра НЕС.

- Для успешного достижения этой цели в комплекс исследований входило решение следующих задач:

- разработка методов совместного компьютерного моделирования НЕС-калориметра и усилительных устройств к нему;

- разработка методов моделирования устойчивости усилительных каскадов к самовозбуждению программой PSPICE;

- разработка методов испытания электроники на надежность.

- Дополнительно была создана система считывания для испытания модулей жидкоаргоновых калориметров при работе с пучками высокой интенсивности на

ускорителе У-70 в Протвино (эксперимент связан с планируемым переходом ЛНС на повышенную светимость).

Далее я иду конкретно по устройствам. Первое – предварительный усилитель. Микросхема предусилителя разработана по 1 мкм GaAs- технологии (фирма TriQuint) со следующими характеристиками:

- относительно малые шумы, (эквивалентный шум по входу, токовый,  $ENI \approx 100$  нА для входной емкости  $C_d = 200$  пФ)

- низкий уровень потребления ( $\sim 40$  мВт/канал)

- высокая интеграция (в одной ASIC микросхеме имеется 8 усилителей + 2 драйвера в корпусе)

- стабильная работа в большом диапазоне температур (от комнатной температуры до температуры жидкого аргона). Комнатная температура связана с тем, что так было удобно проверять прямо на столе. Включили, посмотрели, работает, а потом уже можно было опускать и охлаждать.

- высокая радиационная стойкость. Была измерена здесь на ИБР-е (до  $\sim 3 \cdot 10^{14}$  н/см<sup>2</sup>)

- высокая линейность в широком диапазоне амплитуд (входной ток от 100 нА до 1 мА, при этом нелинейность меньше 1%).

В рамках этой работы мною разработана методология моделирования поведения характеристик усилителя при воздействии на него радиационного поля, что позволяет заранее корректировать схемотехнику. Такая методология может быть применена при разработке любых других электронных устройств.

Далее идет у нас предварительный формирователь. Структура НЕС оптимизирована к форме развития ливней, поэтому регистрирующие ячейки имеют разные геометрические размеры, и, соответственно, это - различные эффективные емкости. Из-за наличия эффективной емкости ячейки на входе усилителя происходит интегрирование сигналов, разные емкости дают разные времена нарастания сигналов. Для выработки триггера необходимо было получить суммарный сигнал от триггерной башни (это четыре ячейки) с хорошей точностью пропорциональный выделенной в башне энергии. Разработан предварительный формирователь со следующими основными функциями:

- масштабирование и согласование сигналов от усилителя;

- компенсация времен нарастания сигналов от различных ячеек (подготовка для суммирования в триггерном канале).

Также, в рамках этой работы разработана методика моделирования устойчивости усилительных каскадов к самовозбуждению с помощью программы PSPICE. Эта методика может быть также применена широким кругом специалистов при разработке усилительных устройств.

Разработан предварительный формирователь. Получены следующие характеристики:

- Гибридный модуль, устанавливаемый на основной модуль считывания FEB (Front-End Board) вместо 0T – усилителя (усилитель для EM и FCAL калориметров).

- Однородность усиления поканально не хуже 2.5 %. Такие были требования. Реализовано 1.3%.

- Дополнительно вносимый шум не более 5 %, получено менее 3% .

- Потребляемая мощность не более 60 мВт на канал, получили ~ 55мВт.

- Нелинейность в рабочем диапазоне амплитуд лучше 0.7 %.

- Радиационная стойкость, которая была измерена у нас на ИБР-2:

- для ионизиационного излучения 1200 Гр,

- для нейтронного облучения  $2 \cdot 10^{14}$  н/см<sup>2</sup> без значительного изменения характеристик.

- Высокая надежность: проведены испытания методом «отжига» (выдержка при 100°C в течение 168 часов), отказов не зафиксировано.

- Компенсация времен нарастания с точностью не хуже 2.5 %, получено 2 %.

- Применен метод компенсации полюса нулем.

Предложенная методика позволила вырабатывать сигналы запуска, т.е. триггерный сигнал, от каждой продольной башни калориметра с погрешностью менее 2.5% от суммарной энергии, поглощенной в ее ячейках.

Далее. Основной формирователь. Здесь я привожу прототип, который мною был разработан и используется. Это гибридный прототип формирователя CR·RC<sup>2</sup> типа, с помощью которого были проведены тесты калориметрических модулей НЕС и предварительных усилителей после их изготовления. Достоинства: дифференциальный выход, высокая линейность, малый собственный шум, высокая помехозащищенность по выходу.

Далее. Плата считывания. Это - основная плата считывания FEB, на которую устанавливается модуль. Важным этапом была подготовка модулей FEB специально для

калориметра НЕС (оснащение «универсального» модуля FEB специальными микромодулями и его полное тестирование). Главный модуль системы считывания – FEB осуществляет необходимое усиление, суммирование и оцифровку сигналов от калориметров. В очень широком диапазоне энергий модуль обеспечивает энергетическое разрешение от 10% на малых энергиях до 0.1% при больших энергиях с высокой линейностью. Каждый НЕС FEB модуль имеет 128 каналов, каждый из которых должен соответствовать конкретной ячейке калориметра, их много. Характеристики канала определяются «своим» предварительным формирователем и микромодулем LSB (Layer Summing Board). Создан стенд, в специальном помещении в ЦЕРН, разработано программное обеспечение для него и методика полной проверки модулей FEB, где были протестированы все необходимые для НЕС модули.

Далее. Повторитель триггерных сигналов TDB. С помощью разработанного предварительного формирователя сигналы от калориметра масштабированы по амплитуде и приведены к одной форме. В линейном миксере LM основного формирователя, установленного на FEB, осуществляется суммирование сигналов из одной триггерной башни. В нашем случае это четыре продольных сегмента. Были рассчитаны необходимые коэффициенты усиления линейного миксера и дочерней платы LSB на модуле FEB для трансформации сигналов с информацией о поглощенной энергии в сигналы с информацией о поперечной энергии, так чтобы сигнал амплитудой 2.5 В соответствовал энергии  $E_t = 256$  ГэВ. Был разработан электронный модуль TDB, передающий с высокой точностью аналоговые триггерные сигналы в систему триггера 1-го уровня на расстояние 70 метров.

Далее. PSPICE модели НЕС калориметра. Разработана полная модель канала считывания, с помощью которой рассчитывались сигналы в цепи и сравнивались с измеренными (в том числе от частиц), что позволяло вносить те или иные коррекции в дизайн электронных модулей. Создана пространственная модель ячейки калориметра. Она позволяет изучать более тонкие процессы в калориметре (например, кросс-ток между ячейками и т.д.). С помощью пространственной модели удалось объяснить природу появления «ложных» срабатываний, зарегистрированных в калориметре после запуска ATLAS.

Эксперимент с высокоинтенсивными пучками протонов. С учетом запланированного перехода LHC на более высокую светимость (HL-LHC) было решено провести эксперимент для оценки работоспособности жидкоаргоновых калориметров при



повышенной светимости. Эксперимент был проведен на ускорителе У-70 ФГБУ ГНЦ ИФВЭ с интенсивностью протонного пучка до  $10^{13}$  р/сек. На базе электроники для тестов НЕС-модулей была создана система считывания для этого эксперимента, где :

- получено подтверждение долговременной работоспособности модулей жидкоаргоновых калориметров НЕС, ЕМЕС и FCAL,
- изучено влияние объемного заряда, создаваемого ионизированными молекулами Ar, на форму сигнала от частиц,
- подтверждено, что «критическая точка» по светимости для данных калориметров не будет достигнута при переходе на светимость HL-LHC. «Критическая точка» – это тогда, когда количество ионов внутри жидкого аргона сравнивается с количеством образованных электронов, и сигнал практически теряется, уходит в ноль, зависимость сигнала от энергии при этом теряется.

Практическая ценность и полученные результаты:

- Разработаны методы компьютерного моделирования, позволившие описать поведение разрабатываемых узлов калориметра.
- Предложены новые схемотехнические решения основных электронных модулей для съема и регистрации сигналов НЕС калориметра, полностью удовлетворяющие требованиям эксперимента.
- Впервые в калориметрии широкомасштабно применен метод компенсации полюса нулем, позволивший исключить зависимость скорости нарастания сигналов от емкости ячеек калориметра и значительно упростить выработку сигналов запуска (триггерных сигналов).
- Создана высоконадежная аппаратура регистрации для торцевого адронного жидкоаргонового калориметра, что позволило включить калориметр НЕС в общую структуру ATLAS.

На установке ATLAS получены важные физические данные, в первую очередь это открытие бозона Хиггса. Продолжается стабильный набор данных при рекордных энергиях.

По поводу электроники могу сказать, что за 8 лет эксплуатации не зафиксировано ни одного отказа в работе каналов регистрации калориметра НЕС. Это результат проведенных предварительных испытаний компонентов, узлов и модулей.

О стабильности работы электроники можно судить по стабильности коэффициентов усиления и стабильности пьедесталов (отклонения за год это какие-то доли процентов).

Большое спасибо за внимание. В конце я еще хотел поблагодарить моего руководителя, Александра Павловича Чеплакова, и сказать спасибо родоначальнику этой диссертации, Антону Григорьевичу Володько, которого с нами сегодня нет.

**Агапов Н.Н.**: Евгений Александрович, спасибо за ваше выступление. Пожалуйста, вопросы к соискателю.

**Кекелидзе В.Д.**: Сколько каналов у электроники было?

**Ладыгин Е.А.**: В одном Endcap-е ?

**Кекелидзе В.Д.**: Да.

**Ладыгин Е.А.**: Восемь тысяч каналов.

**Донец Е.Д.**: Евгений Александрович, скажите, пожалуйста. Восемь лет это пучкового времени?

**Ладыгин Е.А.**: Нет. Пучок чуть меньше. Это после того как мы собрали и запустили.

**Водопьянов А.С.**: Микросхему ASIC вы разрабатывали?

**Ладыгин Е.А.**: Я участвовал, а изготавливала фирма TriQuint, американская фирма.

**Водопьянов А.С.**: То есть не у нас.

**Ладыгин Е.А.**: Нет. К сожалению, не у нас.

**Агапов Н.Н.**: Господа, есть еще вопросы?

**Арефьев В.А.**: Несколько слов о компенсации полюса нулем. Что и как делалось, и к каким это приводит результатам?

**Ладыгин Е.А.**: У меня здесь есть дополнительные слайды. Если вы нарисуете характеристику математическую предварительного усилителя, то внизу у нас появляется полюс – интегрирующая величина. Она зависит от емкости детектора и входного сопротивления усилителя. Если мы последовательно с этой функцией включим в другую функцию, в которой будет точно такой же член, но сверху, то вы сами сразу увидите, что общая функция станет не зависящей от емкости детектора.

**Арефьев В.А.**: То есть в схему введены некие дополнительные элементы?

**Ладыгин Е.А.**: Да.

**Агапов Н.Н.**: Еще вопросы, пожалуйста? Если нет – тогда присаживайтесь, Евгений Александрович. Слово - научному руководителю, Александру Павловичу Чеплакову.

**Чеплаков А.П.:** Если можно, я своими словами. Уважаемые коллеги, сегодня мы заслушали короткий доклад Евгения Александровича Ладыгина, посвященный созданию электроники f-дронного Endcap'a, электроники, которая, как было показано, надежно и долго служит в одном из крупнейших экспериментов в ЦЕРНе.

С Евгением Александровичем мы работаем, можно сказать, с начала этого эксперимента, уже свыше двадцати лет. И может быть, отдельными строчками там, скажем, упомянуто то, что сделаны радиационные тесты. Это одна строчка здесь в презентации, но это была огромная работа. И нужно сказать, что каждый раз, когда была необходима его помощь в каких-то работах, не связанных непосредственно с его обязанностями, то мы всегда находили положительный отклик и большую поддержку. Своей работой Евгений Александрович заслужил репутацию настоящего эксперта в АТЛАСе, и все ответственные решения, которые проходят по модернизации (а сейчас, как вы знаете, идет модернизация на LHC) - все они не обходятся без его консультации и без выслушивания его мнения. Что касается модернизации, то это сейчас - современный аспект его работы. Здесь вы видели как бы суммарные результаты за довольно длительный период. То, что сейчас происходит - это модернизация АТЛАСа, это одна из тем проблемно-тематического плана. И он отметил здесь большую работу, которую проделал по подготовке эксперимента в Протвино. Это уже не ЦЕРН-овская активность, это вещи, которые очень полезны и для будущего калометрии: показать каким образом проблему большой интенсивности можно решать в современном эксперименте. И большое спасибо ему, что результаты, которые мы получили, очень обнадеживающие. Это важно, потому что, как здесь было показано, этот калометр и электроника находятся в криостате и, естественно, каждая операция открытия и закрытия криостата - это не только дорогостоящая работа, но и очень рискованная, т.к. можно повредить деликатную аппаратуру. Вот те результаты, которые при его определяющем вкладе были получены, показали, что, к счастью, изначально созданная установка (опять же с участием Евгения Александровича), достаточно надежна и необходимости в таких рискованных операциях нет. Я бы сказал, что на протяжении многих лет Евгений Александрович показывает высокий уровень научной работы, отличные знания всех аспектов электроники и современного эксперимента. Поэтому я призываю вас поддержать его и проголосовать за присуждение ему ученой степени, которую он, безусловно, заслуживает уже в течение длительного периода.

**Агапов Н.Н.**: Спасибо. Далее слово ученому секретарю для оглашения отзывов.

**Арефьев В.А.**: Отзыв организации, где была выполнена диссертационная работа - Объединенного института ядерных исследований в виде отзыва научно-технического совета Лаборатории физики высоких энергий (зачитывает отзыв, отзыв прилагается).

**Агапов Н.Н.**: Замечания?

**Арефьев В.А.**: Замечаний в этом отзыве нет. Следующий отзыв от ведущей организации. Это – Московский Государственный Университет имени Ломоносова (зачитывает отзыв, отзыв прилагается).

**Агапов Н.Н.**: Есть еще отзывы?

**Арефьев В.А.**: Других отзывов на автореферат и диссертацию не поступало.

**Агапов Н.Н.**: Тогда, Евгений Александрович, вам слово для ответов на замечания, если они у вас есть.

**Ладыгин Е.А.**: Мы беседовали на семинаре долго по поводу указанных вещей, потому что они сначала прочитали, подготовились, и эти вопросы после семинара задавали. Я вполне с ними согласен. Это действительно оговорка: не увеличение шума, а изменение соотношения сигнал-шум. И согласен насчет электромагнитной проницаемости электродов. Есть замечания по тексту - ну, извините.

**Агапов Н.Н.**: Спасибо. Теперь слово официальному оппоненту. У нас присутствует Юрий Викторович Михайлов.

**Арефьев В.А.**: Первыми зачитываются отзывы отсутствующих оппонентов.

**Агапов Н.Н.**: Извините.

**Арефьев В.А.**: Отзыв официального оппонента доктора физико-математических наук профессора кафедры №11 Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» Григорьева Владислава Анатольевича (зачитывает отзыв, отзыв прилагается).

**Агапов Н.Н.**: Спасибо. Евгений Александрович, у вас есть какие-то ответы на замечания?

**Ладыгин Е.А.**: Там - замечания, в основном, по тексту и по графикам. Согласен с ними.

**Агапов Н.Н.**: Хорошо. Тогда, Юрий Викторович, Ваше слово. Официальный оппонент – Михайлов Юрий Викторович.

**Михайлов Ю.В.**: Уважаемые члены Совета! Я, скорее всего, не буду останавливаться на пересказывании еще раз основных этапов диссертации Евгения Александровича. Я, просто, без всякого сомнения убежден в огромной работе, которая им была проделана, плодотворной работе. Свидетельством этого является успешная работа и торцевого

калориметра, и всей установки АТЛАС. Без этого огромная установка ЦЕРНа была бы просто не слишком работоспособной. Небольшие замечания у меня есть по части оформления. Не всегда Евгений Александрович очень четко формулирует и объясняет, во всяком случае, некоторые вещи. Скажем, использование трех каскадов формирователя для того, чтобы расширить линейный диапазон: не показано, каким образом эти каскады сшиваются между собой, я имею в виду данные. Либо, очень небольшое замечание – сказано: «высокая разрешающая способность калориметра». Хорошо бы указать величину этого разрешения. Но, несмотря на некоторые неточности в тексте и отмеченные недостатки, диссертационная работа Евгения Александровича Ладыгина производит очень хорошее впечатление. Автором созданы достаточно сложные электронные узлы и проведено их исследование. Грамотное построение компьютерных моделей позволило успешно реализовать идеи в соответствующих устройствах. Необходимо отметить ценность предложенных методов моделирования популярной программой PSPICE устойчивости к самовозбуждению и радиационной стойкости усилительных устройств. Это показывает, что автор глубоко понимает проблемы, возникающие при создании аналоговой электроники, и знает, как их решать. Не вызывает сомнений также практическая значимость предложенных соискателем методов и подходов к разработке подобной электроники.

И в заключение: диссертационная работа Евгения Александровича Ладыгина выполнена на высоком научном уровне. Приведенные результаты можно классифицировать как новые, обоснованные и имеющие большое практическое и научное значение. Диссертация написана грамотно, аккуратно оформлена. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Работа отвечает всем требованиям ВАК, и ее автор, Ладыгин Евгений Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по соответствующей специальности «Приборы и методы экспериментальной физики».

**Агапов Н.Н.**: Евгений Александрович, были замечания у оппонента...

**Ладыгин Е.А.**: Я согласен. Все правильно. Если, например, сказано: «высокое разрешение» - надо было цифры указать.

**Агапов Н.Н.**: Хорошо. Пожалуйста, присаживайтесь. Теперь у нас по расписанию дискуссии. Есть желающие выступить?

**Кухтин В.В.**: Товарищи, сегодня очень много говорили о научной ценности диссертации и о достоинствах Евгения Александровича. Я хочу вот что отметить и подчеркнуть. Постольку-поскольку, в силу обстоятельств мне пришлось быть при создании жидкоаргонового калориметра с самого его начала, я хочу довести до вашего сведения следующее. Наша группа в ОИЯИ, которая участвовала в разработке и создании адронного жидкоаргонового торцевого калориметра, вела четыре направления работы по созданию этого детектора. Это – разработка, сборка модулей адронного калориметра. Второе – это участие в разработке и калибровке системы измерения температуры жидкого аргона не только в торцевом криостате, но и по всей жидкоаргоновой калориметрии. Третье направление нашей работы было исследование и создание возможностей исследования радиационной стойкости материалов и оборудования. И, наконец, участие в разработке электроники считывания сигналов калориметров. В каждой из первых трех упомянутых мною работ у нас работал коллектив людей, а вот в части разработки электроники Евгений Александрович был в гордом одиночестве. Как мы видим сейчас, это было очень хорошее одиночество, и он продемонстрировал полное соответствие тому доверию, которое ему оказали не только со стороны Объединенного института. Мы работали в международном коллективе, и, естественно, что там были люди, которые в АТЛАС-е занимали позиции, но Евгений Александрович оказался на высоте. И то, что здесь говорили о соответствии его уровня, или, может быть, даже превышении уровня кандидата наук, я думаю, что это совершенно очевидно. Я просто хотел обратить, донести, проинформировать вас о том, как развивались события в течение последних двадцати лет. И хочу в заключение отметить, что Евгений Александрович и сейчас продолжает очень активно участвовать во всех работах, связанных с продумыванием использования системы калориметров на коллайдере с повышенной светимостью, повышенной в пять раз. Так что я, хотя и не являюсь членом вашего Совета, призываю вас отдать свои голоса в пользу присвоения Евгению Александровичу звания ученой степени кандидата наук. Спасибо за внимание.

**Агапов Н.Н.**: Спасибо. Есть еще желающие выступить? Если нет, то соискателю предоставляется заключительное слово. Пожалуйста.

**Ладыгин Е.А.**: Честно говоря, не знаю, что в заключении сказать. Единственное, что на ум приходит – это прямые благодарности всем. В первую очередь, сотрудникам, с которыми я непосредственно участвовал в создании установки АТЛАС. Спасибо нашей дирекции за постоянную поддержку, в том числе, и денежную. Далее, спасибо, я повторюсь, наверное, -

Антону Григорьевичу Володько, который сподвиг меня на написание этого труда. И спасибо моему руководителю, который довел это до конца. Спасибо всем.

**Агапов Н.Н.:** Нам нужно избрать счетную комиссию для тайного голосования. Какие есть предложения? Предлагаются кандидатуры Панебратцева Ю.А., Тяпкина И.А. и Арефьева В.А. Кто за это предложение - прошу голосовать. Кто против? Кто воздержался? Единогласно. Объявляется перерыв на голосование.

После перерыва.

**Тяпкин И.А.:** Состав комиссии: Арефьев В.А., Тяпкин И.А., Панебратцев Ю.А. Присутствовало на заседании 22 члена диссертационного совета. Роздано бюллетеней 22, остались нерозданными – 9, оказалось в избирательной урне – 22, за – 21, против – нет, недействительный – 1.

**Агапов Н.Н.:** Кто за этот протокол? Кто против? Кто воздержался? Протокол принят единогласно. Теперь, у нас заключение совета было роздано. Есть замечания?

**Арефьев В.А.:** Совет обсуждает заключение по существу.

**Смирнов В.А.:** Вот здесь написано: «компенсируется нулем». Я думаю, как-то немножко жаргонно. Просто: аппаратное решение, позволяющее исключить зависимость.

**Арефьев В.А.:** Хорошо. Это замечание мы при окончательной редакции учтем.

**Агапов Н.Н.:** Еще есть замечания? Нет. Тогда проголосовать надо за принятие этого заключения в целом. Кто за? Прошу проголосовать. Кто против? Кто воздержался? Принято заключение единогласно с этим замечанием. И последний пункт, самый приятный, - это поздравление нашему диссертанту (аплодисменты).

После этого разрешите мне закрыть заседание. Спасибо за участие.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета

« 6 » апреля 2015 г.



Агапов Н.Н.

Арефьев В.А.