

Отзыв научного руководителя

на диссертационную работу Ладыгина Евгения Александровича

«Разработка и создание регистрирующей электроники адронного торцевого калориметра установки ATLAS для экспериментальных исследований на LHC», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Диссертационная работа, представленная к защите Ладыгиным Евгением Александровичем, суммирует некоторую часть из тех замечательных результатов, что были получены автором в процессе работы по созданию одной из лучших в мире экспериментальных установок – ATLAS – на Большом Адронном Коллайдере (LHC) в Европейском Центре ядерных исследований в Швейцарии. Всего за два года работы коллайдера на установках ATLAS и CMS при энергиях протон-протонных взаимодействий 7-8 ТэВ удалось получить полную светимость свыше 10 фбн^{-1} . Это позволило обнаружить новую элементарную частицу – бозон Хиггса, необходимую в Стандартной модели для объяснения механизма спонтанного нарушения симметрии. Открытие бозона Хиггса положило начало новому этапу в истории физики частиц, и жидкоаргоновая калориметрическая система, составной частью которой является адронный торцевой калориметр (HEC), сыграла в этом открытии одну из ключевых ролей. Экспериментальная информация с торцевого адронного калориметра используется в продолжающемся эксперименте для определения параметров обнаруженной частицы и для поиска сигналов новой физики.

Необходимо отметить, что рекордные энергия и светимость протонных пучков на LHC обусловили ряд жестких требований к создаваемым установкам – это способность регистрировать частицы всех типов, иметь

высокую разрешающую способность и быстродействие в широком диапазоне загрузок и энергий в течение длительного времени работы. Обслуживающая детекторы электроника должна иметь высокую степень интеграции из-за большого числа каналов считывания (в калориметрах ATLAS – это около 200000 каналов), высокую надежность при работе в сильных магнитных полях и при высокой радиационной нагрузке, высокую скорость усилительных и обрабатывающих устройств.

Все эти проблемы встали перед Е.А.Ладыгиным в 1993 году, когда он приступил к созданию и испытаниям калориметра НЕС. Сферой его ответственности были разработка комплекса высоконадёжных радиационно-стойких узлов регистрирующей электроники. Для этого ему необходимо было провести совместное моделирование калориметра и усилительных устройств к нему, разработать методику моделирования устойчивости усилительных каскадов программой PSPICE, разработать и применить методы испытания созданной электроники на надежность. Для выработки эффективного триггерного сигнала от НЕС понадобились новые, не применяемые ранее решения. Со всеми задачами Е.А.Ладыгин успешно справился. Впервые в калориметрии им был применен метод компенсации полюса нулем, позволивший исключить зависимость скорости нарастания сигналов от эффективной емкости ячеек калориметра. В результате с его непосредственным участием были созданы такие важнейшие узлы регистрирующей электроники как малошумящий многоканальный радиационно-стойкий предварительный усилитель, предварительный формирователь, формирователь для тестовых испытаний, главный модуль системы считывания и оцифровки сигналов (Front End Board) для НЕС, модуль передачи триггерных сигналов и другие.

Созданная с участием Е.А.Ладыгина высоконадежная аппаратура считывания позволила успешно включить торцевой адронный калориметр НЕС в общую структуру установки ATLAS и обеспечить требуемые точности идентификации и реконструкции адронных струй. Калориметр успешно и практически безотказно отработал в первом сеансе ЛНС, позволив набрать статистику, соответствующую полной светимости около 30 фбн^{-1} . За пять лет работы калориметра не было зафиксировано ни одной поломки в каналах регистрации, и лишь 22 канала из 6000 были потеряны в период сборки установки. Долговременную стабильность работы электроники характеризует постоянство коэффициентов усиления и пьедесталов: измеренные в течение года отклонения не превышают долей процента (0.25% и 0.3%, соответственно).

Надёжная и стабильная работа установки, первые результаты, полученные на ней, говорят о том, что задачи по созданию адронного торцевого калориметра и регистрирующей электроники для него выполнены при непосредственном участии Е.А.Ладыгина на очень высоком уровне. В связи с переходом коллайдера ЛНС на повышенную светимость сейчас проводится модернизация некоторых узлов установки, и Евгений Александрович продолжает активно участвовать в этих работах. В числе его недавних разработок стоит отметить создание аппаратуры для проведения эксперимента NiLum на ускорителе У-70 ФГБУ ГНЦ ИФВЭ, который позволил изучить поведение жидкоаргоновых калориметров при высокой интенсивности пучка и оценить влияние пространственного заряда на форму считываемых сигналов.

Результаты, полученные Е.А. Ладыгиным, множество раз докладывались на международных конференциях и опубликованы в таких престижных

научных журналах, как NIM и JINST. Список основных работ включает 23 публикации.

Большой опыт, накопленный диссертантом при создании и эксплуатации такой современной установки как ATLAS, разработанные им методы моделирования калориметра и усилительных устройств, методика испытания их надежности уже применяются Е.А. Ладыгиным и руководимой им группой для реализации флагманских проектов нашей Лаборатории при разработке электроники для эксперимента VM@N на NUCLOTRON-NICA.

Во всех крупномасштабных проектах, где Е.А.Ладыгин принимал активное участие, – НЕЙТРИННЫЙ ДЕТЕКТОР (ФГБУ ГНЦ ИФВЭ), КМН (ФГБУ ГНЦ ИФВЭ), КМН-АТЛАС (ФГБУ ГНЦ ИФВЭ), ATLAS (CERN) – он демонстрировал высокий уровень понимания возникающих проблем, способность к самостоятельному и творческому их решению. Считаю, что Евгений Александрович Ладыгин уже давно заслужил присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Начальник сектора ЛФВЭ ОИЯИ
кандидат физико-математических наук

 А.П. Чеплаков

Подпись А.П. Чеплакова удостоверяю
Ученый секретарь ЛФВЭ ОИЯИ



 Д.В. Пешехонов