

Лаборатория адронной физики

Олег Львович Федин, заведующий лабораторией

В начале 90-х годов в [ЦЕРН](#) начались работы по подготовке экспериментов для вновь строящегося коллайдера [ЛНС](#) (Large Hadron Collider). Работы проводились в рамках, так называемых, R&D коллабораций (Research&Development), которые создавались для разработки детекторов, придетекторной электроники, программного обеспечения и электроники для системы считывания данных, электроники и программного обеспечения для системы мониторинга работы детекторов. Одновременно велась работа по подготовке физической программы экспериментов. Сотрудники Отделения физики высоких энергий ([ОФВЭ](#)) приняли активное участие в этих работах. Так в рамках коллаборации R&D6 сотрудники отделения участвовали в разработке детектора переходного излучения на основе дрейфовых трубок из каптона, который одновременно должен был выполнять функцию трекера эксперимента [ATLAS](#). Детектор переходного излучения должен был обеспечить идентификацию электронов и подавление адронного, в основном π -мезонного, фона от 10 до 100 раз, который образуется в процессах рождения КХД струй. Такой детектор должен был существенно увеличить эффективность регистрации электронов, что позволило бы надежно зарегистрировать сигнал от распада на четыре электрона гипотетического, на тот момент, бозона Хиггса.

Идея использовать детектор переходного излучения в качестве трекера в большом коллайдерном эксперименте принадлежит [Б. А. Долгошеину](#) (МИФИ). Следует отметить, что первый крупный детектор переходного излучения был создан именно в нашем отделении под руководством [Алексея Алексеевича Воробьева](#) в начале 80-х годов для эксперимента E715 (FNAL) по измерению магнитного момента сигма-минус гиперона. В 1994 году проект создания детектора переходного излучения для коллайдерного эксперимента победил в жесткой конкурентной борьбе с другими предложениями и был включён в состав эксперимента ATLAS.

Для разработки конструкции будущего детектора создавались прототипы, испытания которых проводились на пучках ускорителя SPS в ЦЕРН. В разработке прототипов и проведении испытаний участвовали и сотрудники нашего отделения. Важную роль в разработке придетекторной электроники, в том момент, сыграл [Александр Васильевич Надточий](#) (отдел радиоэлектроники ОФВЭ), который разработал предусилитель и формирователь на дискретных элементах. Параметры (шумы, кросс-токи и т.д.) разработанной электроники были настолько уникальны, что данная электроника получила даже свое название - Гатчинская референсная электроника (Gatchina reference electronics). Огромная работа по проведению теоретических расчетов формы сигнала с дрейфовых трубок и компенсации отрицательной части сигнала, так называемое восстановление постоянной составляющей, была выполнена [Эдуардом Михайловичем Спириденковым](#) (отдел радиоэлектроники ОФВЭ). Велась так же работа по изучению старения дрейфовых трубок, вызванных их работой в больших радиационных полях, активное участие в которой принимал Отдел трековых детекторов ОФВЭ под руководством [Анатолия Григорьевича Крившича](#).

Следует отметить также участие сотрудников Отдела информационных технологий ПИЯФ под руководством [Юрия Федоровича Рябова](#) в работе коллаборации R&D13 по созданию программного обеспечения для системы считывания данных и триггерной системы. Координирование работ в R&D коллаборациях осуществлялось [В. А Щегельским](#).

После принятия в июле 1997 года решения о строительстве двух так называемых детекторов общего назначения ATLAS и CMS сотрудники ОФВЭ приняли [участие в подготовке](#) технических проектов (Technical Design Report) этих экспериментов.

В начале 2000-х годов коллаборации ATLAS и CMS перешли от исследований к непосредственному созданию установок. В связи с этим в ОФВЭ в 2001 году была создана новая группа, в задачу которой входило участие в физической программе эксперимента ATLAS, а также сборка и испытание модулей (тип А) для торцевой части детектора TRT (Transition Radiation Tracker). Руководителем группы был назначен [О. Л. Федин](#). В дальнейшем в 2005 году эта группа была преобразована в Лабораторию адронной физики ([ЛАФ](#)).

В течение 2001- 2005 годов в ПИЯФ были собраны и испытаны 50 модулей для торцевой части детектора TRT, каждый из которых содержит четыре слоя дрейфовых трубок из каптона диаметром 4 мм. [Торцевая часть детектора TRT](#), собранная в ПИЯФ, содержит более 150000 дрейфовых трубок. В работе по сборке и испытаниях модулей детектора TRT участвовало более 30 сотрудников отделения, среди которых большой вклад внесли [В. П. Малеев](#), [С. К. Патричев](#), [Л. Н. Баканов](#), [Е. А. Иванов](#) и др. Огромная роль в обеспечении работы по сборке модулей детектора TRT в ПИЯФ принадлежит [Дмитрию Михайловичу Селиверстову](#).



Рис. 1. [Торцевая часть детектора TRT](#), собранная из модулей произведенных в ПИЯФ.

В создании [модулей детектора TRT в ПИЯФ](#) принимали участие не только сотрудники Отделения физики высоких энергий, но так же сотрудники других подразделений института. Так, например, базы данных для контроля процесса сборки всего детектора TRT были созданы в Отделе информационных технологий ([ОИТА](#)) под руководством профессора [Ю. Ф. Рябова](#).

В работе над созданием баз данных участвовали [С. Б. Олешко](#), [Е. Г. Новодворский](#) и [Н. В. Клопов](#) (ОМРБ). Огромная работа по тестированию и ремонту гибких печатных плат (Wheel Electronic Board), которые предназначались для подачи высокого напряжения на модули детектора и для считывания информации с детектора, была выполнена под руководством [Л. Г. Кудина](#).

Следует отметить большую работу [Лилии Федоровны Жигуновой](#), которая обеспечивала доставку из-за границы материалов и оборудования для сборки детектора и отправку собранных модулей в ЦЕРН.

Все модули детектора TRT собранные в ПИЯФ были доставлены в ЦЕРН, где снова, при участии наших сотрудников (Малеева В. П., Патричева С. К. и др.), прошли испытания и были собраны в единое целое – торцевую часть детектора TRT. В результате только менее 0,1% каналов не работали после проведения всех этапов испытаний и сборки детектора.

Сотрудники отделения [Ю. К. Залите](#) и [А. Ю. Залите](#) внесли ключевой вклад в создании программного обеспечения для моделирования работы детектора TRT с использованием пакета программ GEANT4 в рамках программного обеспечения Athena эксперимента ATLAS. В разработке программного обеспечения для идентификации электронов с помощью детектора TRT также участвовал [Малеев В. П.](#)

После запуска ускорителя LHC в 2008 году сотрудники лаборатории адронной физики участвовали в работах по анализу физических данных эксперимента ATLAS. За прошедшие годы при их участии выполнены работы по поиску новых тяжелых заряженных и нейтральных калибровочных бозонов (Малеев В П, [Соловьев В.М.](#)), частиц темной материи и тяжелого нейтрального бозона Хиггса ([Нарышкин Ю. Г.](#)).

Выполнены прецизионные измерения зависимостей угловых коэффициентов в распаде Z-бозона в лептоны в полном фазовом объеме от поперечного импульса лептонной пары ([Федин О. Л.](#)).



На странице представлены сотрудники ПИЯФ, принимавшие участие в подготовке эксперимента ATLAS и участвующие в его работе:

(слева направо): (первый ряд):

Воробьев А.А., Федин О.Л., Надточий А.В., Спириденков Э.М., Щегельский В.А.

(второй ряд): Рябов Ю.Ф., Крившич А.Г., Жигунова Л.Ф., Залите Ю.К., Залите А.Ю.

(третий ряд): Олешко С.Б., Новодворский Е.Г., Клопов Н.В., Кудин Л.Г., Иванов Е.А.

(четвертый ряд): Нарышкин Ю.Г., Соловьев В.М., Малеев В.П., Патричев С.К., Селиверстов Д.М., Баканов Л.Н.



[Сотрудники института, принимавшие участие в создании детектора TRT в ПИЯФ.](#)



Рис. 2 Участок армирования дрейфовых трубок.



Рис. 3 Участок подготовки дрейфовых трубок для сборки модулей детектора TRT в ПИЯФ.



Рис. 4 Сборка модулей детектора TRT в ПИЯФ. Установка и вклейка трубок в поддерживающие



Рис. 5 Сборка модулей детектора TRT в ПИЯФ. 4-слойный модуль подготовлен к натяжению нитей.

В настоящее время в лаборатории адронной физики заканчивается работа по созданию тонкозазорных камер ([strip Thin Gap Chambers - sTGC](#)) для модернизации передней части мюонного спектрометра детектора ATLAS.

Основные этапы производственного цикла sTGC камер в ПИЯФ представлены в [Постере](#) и фотографиях, приведенных в [фотогалерее](#).



Рис. 6. Процесс сборки тонкозасорных камер (sTGC) для мюонной системы детектора ATLAS.

В ближайшее время, после остановки работы ускорителя LHC для модернизации, будет продолжен анализ данных, что, как мы с нетерпением ожидаем, должно привести к новым крупным открытиям.
