

## Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

### «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 4

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.610.21.0005

Тема: «Создание сверхбыстродействующих радиационно-стойких компонентов супердетектора новых тяжелых частиц АТЛАС Большого адронного коллайдера ЦЕРН для экспериментальных исследований рождения и распада частиц»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика (ЭЭ)

Критическая технология: Технологии атомной энергетики, ядерного топливного цикла, безопасного обращения с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом

Период выполнения: 20.10.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 190.00 млн. руб.

Бюджетные средства 190.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 0.00 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный научный центр Российской Федерации - Институт физики высоких энергий"

Ключевые слова: ДЕТЕКТОР АТЛАС, БОЛЬШОЙ АДРОННЫЙ КОЛЛАЙДЕР, ЦЕРН, СВЕТИМОСТЬ, МЮОННЫЙ ДЕТЕКТОР, ТРЕКОВЫЙ ДЕТЕКТОР, ДРЕЙФОВАЯ КАМЕРА, ДРЕЙФОВАЯ ТРУБКА, ТОНКОЗАОРНАЯ КАМЕРА, МИКРОЯЧЕИСТАЯ ГАЗОВАЯ ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА, СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ СЧЕТЧИК, КАЛОРИМЕТР, РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ, КАЛИБРОВКА

## 1. Цель проекта

1.1 Многоцелевая экспериментальная установка АТЛАС, расположена на Большом адронном коллайдере (БАК) в Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН Женева, Швейцария). Проект направлен на модернизацию детекторов, системы сбора данных, триггеров и программ обработки данных установки АТЛАС для обеспечения их работоспособности и увеличения эффективности в условиях повышенной до  $\sim 10^{35}$  см<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup> светимости БАК.

1.2 Целью ПНИЭР является модернизация и развитие компонентов установки АТЛАС к запланированному сроку окончания работ по повышению светимости БАК. Полученные в ходе работ результаты могут быть использованы также при создании новых экспериментальных установок и модернизации существующих. Результаты исследования радиационной стойкости материалов могут найти применение при создании многих приборов, работающих в полях радиации. Разработка триггеров направлена на последующее исследование редких процессов и на поиск экзотических частиц и конечных состояний реакций. Результаты работ по созданию и развитию off-line программ сами по себе, вероятно, не будут использоваться, кроме как в эксперименте АТЛАС, однако алгоритмы и схемы построения систем могут найти применение в последующих экспериментах.

## 2. Основные результаты проекта

В ходе выполнения работ четвертого этапа соглашения выполнены следующие работы по камерам для новых малых колёс мюонного спектрометра: сборка и испытания лабораторных образцов тонкоззорных камер (ТЗК), изготовление лабораторных образцов микроячейных камер (МИК), отработка технологии сборки квадруплетов на основе МИК и интеграции квадруплетов МИК с ТЗК, а также изготовление рентгеновских сканнеров и проведение пуско-наладочных работ. Разработаны программы и методики проведения испытаний лабораторных образцов детекторов и их компонентов, проводимых на четвертом этапе проекта. Изготовлены экспериментальные образцы мюонных камер из дрейфовых трубок малого диаметра с проведением испытаний на герметичность и высоковольтную стабильность. Разработана рабочая документация на варианты прототипа миникалориметра АТЛАС. Проведено облучение образцов сцинтиллятора для горячих зон в радиационных полях. Выполнена проверка работы электронных модулей системы калибровки адронного калориметра, включённых в общую систему сбора информации адронного калориметра. Для модулей новой электроники жидкоаргонового калориметра (ЖАК) разработаны предварительные формироваватели электронных сигналов ЖАК и схема подключения цифрового управляющего

триггерного модуля к каналу считывания торцевого калориметра.

Выполнены следующие работы по модернизации специального программного обеспечения: разработка программного обеспечения для прецизионного «офф-лайн» детектирования спорадических шумовых всплесков в каналах ЖАК, тестирование рабочей версии СПО для рентгеновского сканера (РС), заключительная проверка методики управления РС, систем сбора и хранения информации, анализа и мониторинга данных, оптимизация алгоритмов идентификации электронов в условиях возросшей загрузки трекового детектора переходного излучения, анализ возможностей оптимизации алгоритмов трекинга во внутреннем детекторе с учетом данных, полученных на БАК после длительной остановки, разработка алгоритмов отбора событий распада дважды тяжелых ( $B_c$ ) мезонов и тяжелых барионов, модернизация алгоритма поиска тяжёлого бозона Хиггса по результатам моделирования.

Полученные результаты содержат элементы новизны, где это возможно по финансовым ограничениям, соответствуют мировому уровню для установок сопоставимых масштабов и удовлетворяют требованиям соглашения о субсидии.

### **3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки**

На четвёртом этапе работ зарегистрировано (коммерческая тайна) «know-how», разработанное при изготовлении камер из дрейфовых трубок малого диаметра, а именно «Цельнооблочная склейка прецизионных дрейфовых камер из дрейфовых трубок», регистрационный номер РИД АААА-Г16-616062710044-7 от 27.06.2016 г., РФ.

### **4. Назначение и область применения результатов проекта**

Полученные результаты направлены на обеспечение эффективной работы установки АТЛАС при светимости БАК, повышенной до  $\sim 10^{35} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ . Принятые технические решения на данном этапе представляются достаточными для достижения указанной цели. Все технические решения содержат элементы новизны, в рамках доступности по финансовым ограничениям. Сравнение с детекторами установок сопоставимых масштабов показывает соответствие выполненных работ мировому уровню для реально работающей в экспериментах аппаратуры.

Помимо очевидного применения для модернизации установки АТЛАС, результаты проекта могут быть применены при создании и модернизации других экспериментальных установок в области физики высоких энергий. Результаты по радиационной стойкости материалов и методике исследования их свойств в полях радиации могут применяться в ядерной физике. Системные решения, разрабатываемые для системы GRID, могут использоваться в других системах и сетях распределённых вычислений.

### **5. Эффекты от внедрения результатов проекта**

Ожидаемым результатом выполнения проекта являются: расширение области исследований в эксперименте АТЛАС, повышение скорости набора и обработки данных и статистической обеспеченности физических результатов, повышение эксплуатационной надежности детекторов установки и, как следствие, сокращение времени, требующегося для получения физических результатов.

### **6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта**

Коммерциализация проектом не предусмотрена.

### **7. Наличие соисполнителей**

В 2016 г. к работам по ПНИЭР привлекались следующие соисполнители:

- ФГБУ Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера РАН;
- ФГБУ Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН;
- Объединённый институт ядерных исследований;
- Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»;
- Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В.Скобельцына);
- ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова»;
- ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт Теоретической и Экспериментальной Физики».

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
"Государственный научный центр Российской Федерации -  
Институт физики высоких энергий"

\_\_\_\_\_  
директор  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Иванов С.В.  
(фамилия, имя, отчество)

**Руководитель работ по проекту**

\_\_\_\_\_  
зам. директора по научной работе  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
Зайцев А.М.  
(фамилия, имя, отчество)

**М.П.**