

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 2

Номер Соглашения Электронного бюджета: 075-10-2019-068, Внутренний номер соглашения 05.615.21.0005

Тема: «Создание опытной партии модулей для Электромагнитного калориметра в составе экспериментальной установки Многоцелевой детектор (MPD) на коллайдерном комплексе НИКА»

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

Критическая технология:

Период выполнения: 28.12.2018 - 31.12.2020

Плановое финансирование проекта: 60.00 млн. руб.

Бюджетные средства 30.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 30.00 млн. руб.

Получатель: Объединенный институт ядерных исследований

Иностранный партнер: Университет Цинхуа

Ключевые слова:

1. Цель проекта

Одним из приоритетных направлений в современной физике высоких энергий является исследование ядерной материи в горячем и плотном состоянии, в том числе кварк-глюонной плазмы, существование которой было предсказано теорией квантовой хромодинамики. Для решения данной задачи в Объединенном Институте Ядерных Исследований (ОИЯИ) была принята приоритетная программа создания уникального криогенного ускорительного комплекса NICA с высокой светимостью в диапазоне энергий 4-11 ГэВ/нуклон и новейших установок для исследования столкновений тяжелых ионов. Одна из таких установок, Многоцелевой детектор (MPD), оптимизирован на исследование свойств ядерной материи, фазовых переходов, проявлений эффекта деконфаймента и поиск критической точки, возможность существования которой вызывает в последнее время значительный интерес. Среди фундаментальных целей, поставленных для эксперимента, следует прежде всего отметить экспериментальные измерения выходов "прямых" фотонов и странных гиперонов. Кроме того, в эксперименте предполагается получить информацию о поведении нуклонов в плотной ядерной среде путем наблюдения коррелированных "на коротких расстояниях" (short-range correlated) пар нуклонов. В решении этих задач важную роль будет играть электромагнитный калориметр (ECAL), который создается как составная часть детектора MPD. С технической точки зрения, основная задача ECAL будет состоять в точном измерении координаты и энергии фотонов и электронов в условиях высокой множественности частиц в столкновениях тяжелых ионов, что требует высокой гранулярности калориметра, значительных размеров и использования проективной геометрии калориметра, в которой модули калориметра имеют сложную форму и ориентированы на зону пересечения пучков коллайдера NICA.

Для питания магнитов ускорительного комплекса NICA целесообразно применение накопителя энергии на основе резонансного контура с полупроводниковым управлением формой тока, в силу преимущественно индуктивного характера нагрузки и цикличности режимов питания. Подобный накопитель энергии существенно улучшит качество питания магнитов, снизит негативное влияние большой импульсной индуктивной нагрузки на распределительные сети, и может позволить осуществить существенную экономию электроэнергии.

2. Основные результаты проекта

В соответствии с планами коллаборации MPD, массовое производство модулей ECAL должно начаться в ближайшее время. Калориметр будет содержать примерно 43 тысячи модулей, причем проективная геометрия предполагает 64 типа модулей различной формы. Исследования и Монте-Карло моделирование, проведенные в рамках данного проекта, показали, что относительно недорогая слоистая структура типа «пашлык», состоящая из сцинтиллятора и свинцового поглотителя, может быть оптимизирована для удовлетворения высоких требований (радиационная устойчивость, высокие энергетическое и пространственное разрешения), предъявляемых к калориметру MPD. Результатами данного проекта будут являться оптимизация

характеристик и разработка конструкции модулей ECAL, и разработки процедуры изготовления модулей и процедуры сборки модулей в составные блоки (сектора) калориметра MPD. Результаты проекта будут содержать техническую документацию (технические задания) и разработанные методы, необходимые для запуска производства опытной партии модулей ECAL и последующего тестирования (калибровки) модулей и секторов.

Также предполагается, что в результате осуществления проекта будет разработано техническое предложение на создание уникального сверхпроводящего индуктивного накопителя на рекордную энергию 1 МДж для ускорительного комплекса NICA. В рамках проекта проведен анализ конструкции кабеля из высокотемпературного сверхпроводника (ВТСП) и обмоток накопителя, разработаны варианты конструкции обмоточных ВТСП на рабочий ток 2,5-10 кА, выбраны для приобретения ВТСП материалы для исследований образцов кабелей и обмоток, заключен договор на приобретение этих материалов. Также предполагается провести макетные исследования ВТСП кабеля и обмоток и разработать требования к оборудованию для промышленного изготовления обмоточного ВТСП и обмоток накопителя комплекса NICA.

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

Результаты разработки сверхпроводящего индуктивного накопителя комплекса NICA предполагается оформить в качестве патента РФ.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Работы в рамках этого проекта необходимы для успешного осуществления ускорительной и детекторной программ комплекса NICA, на котором предполагается изучить ранее неисследованную энергетическую область во взаимодействиях тяжелых ионов. Многие теоретические работы предсказывают, что в этой области будут получены первые сигналы об образовании так называемой кварк-глюонной плазмы. Это горячее и плотное состояние материи с разрушенными нуклонными связями чрезвычайно важно для понимания ранних стадий эволюции нашей Вселенной, и на поиск этого состояния нацелены многие проекты в ведущих ядерных лабораториях в мире.

В рамках проекта NICA (вообще) и при реализации данного проекта (в частности) формируется большая международная коллаборация, что должно послужить укреплению международного научного сотрудничества и усилению роли науки России в мире. Работа на экспериментах ускорительного комплекса NICA послужит подготовке и стажировке большого количества студентов, аспирантов и молодых ученых из разных стран мира, а также популяризации роли и достижений ядерной физики в современном обществе.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Кроме фундаментальных исследований, ускорительный комплекс NICA позволит проводить прикладные работы в таких областях науки и технологии, как радиобиология и космическая медицина, терапия раковых заболеваний, развитие реакторов с подкритической сборкой и технологий трансмутации отходов ядерной энергетики, и тестирование радиационной стойкости электронных устройств. Методы и решения, непосредственно разработанные в рамках этого проекта, могут быть применены при создании аналогичных детекторов в ядерных лабораториях, астрофизических установках и аппаратуре медицинской физики.

Разрабатываемый накопитель энергии снизит негативное влияние большой импульсной индуктивной нагрузки ускорительного комплекса NICA на распределительные сети Московской области, и может позволить осуществить существенную экономию электроэнергии. Технологии, разработанные при реализации этой части проекта, могут быть применены при создании мощных сверхпроводящих обмоток для других хозяйственных областей.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Патент на результаты разработки накопителя энергии для ускорительного комплекса NICA несомненно может быть использован в дальнейшем для заключения коммерческих сделок с компаниями, работающими в области создания мощных сверхпроводящих обмоток.

7. Наличие соисполнителей

Иностранные партнеры: Университет Цинхуа (Пекин, КНР) и Институт физики плазмы Академии наук Китая (Хэфэй, КНР).

Объединенный институт ядерных исследований



директор
(должность)

(подпись)

Матвеев В.А.
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

Научный руководитель
(должность)

(подпись)

Головатюк В.М.
(фамилия, имя, отчество)

М.П.