

**Из резюме проекта НИР, выполненного в рамках ФЦП  
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 – 2013 годы»**

Номер государственного контракта: **14.518.11.7075**

Тема: «Изучение стимулирования ядерных реакций и излучений на границе твердого тела и плазмы высоковольтным разрядом и пучками ионов и электронов на уникальных установках ФИАН»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

Критическая технология: Технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику

Период выполнения: **«18» июня - «31» октября 2013 г.**

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН).

Ключевые слова: ядерные реакции, ионные пучки, взаимодействие излучения с веществом, ускоритель ионов, высоковольтный разряд, детекторы излучений, распознавание треков частиц.

### **1. Цель исследования, разработки**

Основной целью НИР является изучение ядерных процессов, вызываемых частицами низких энергий, присутствующих в высоковольтном разряде или создаваемых ускорителями ионов и электронов. Оценка возможности использования таких процессов для термоядерной энергетике, а также в астрофизических и иных применениях.

### **2. Основные результаты проекта**

1. Выполнен аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы по теме механизмов стимулирования ядерных реакций и излучений на границе твердого тела и плазмы высоковольтным разрядом и пучками ионов и электронов. Обоснован выбор развиваемого направления исследований на уникальных установках ФИАН. Обоснована необходимость использования УСУ в целях изучения ядерных процессов, вызываемых частицами низких энергий, присутствующих в высоковольтном разряде или создаваемых ускорителями ионов и электронов, и оценка возможности использования таких процессов для термоядерной энергетике, а также в астрофизических и иных применениях. Изложены методики стимулирования ядерных реакций и излучений на границе твердого тела и плазмы высоковольтным разрядом и пучками ионов и электронов и обосновано их использование;

2. Проведены патентные исследования в целях обеспечения высокого уровня проводимых работ и создаваемой научной продукции, а также выявления результатов интеллектуальной деятельности, способных к правовой охране;

3. Разработаны эффективные методы измерения выхода продуктов ядерных реакций и излучений из твердотельных мишеней при воздействии на них пучками ионов, электронов и высоковольтного разряда;

4. Проведены подготовительные работы для проведения экспериментов по исследованию стимулирования ядерных реакций. В результате работ: изготовлены мишени на основе гетероструктур Pd, Ti и CVD-алмаза; проведена адаптация узлов установок ЭРГ, ГЕ-ЛИС и С-25Р к работе с исследуемыми мишенями; проведена калибровка детекторов с

помощью источников и продуктов DD-реакции на установке ГЕЛИС; проведены тестовые измерения выходов ядерных реакций на установке С-25Р;

5. Создан нейтронный детектор для время-пролетных измерений, включающий в себя блок нейтронных счетчиков, свинцовую защиту, стартовую систему на основе протонного счетчика, мишенную станцию, вакуумную систему и систему электроники для сбора и обработки информации;

6. Проведены исследования с использованием уникальных установок ФИАН ГЕЛИС, ЭРГ и С-25Р, расположенных на территории Российской Федерации. Показана возможность стимулирования ядерных реакций в дейтерированных мишенях (Pd, Ti) пучком ионов инертных газов. Измерены выходы ядерных реакций в образцах CVD-алмаза и углерода при их облучении пучком ионов дейтерия. Показана возможность стимулирования ядерных реакций в дейтерированных мишенях (Pd, Ti) пучком релятивистских электронов. Измерены выходы продуктов ядерных реакций в процессе высоковольтного разряда и исследована зависимость от формы и материала электродов. Показано, что проведенные исследования обеспечивают получение новых знаний и результатов в области новых перспективных материалов, нанотехнологий с использованием методов активного физического воздействия (высоковольтного разряда, а также пучков ионов и электронов).

7. Проведены мероприятия по модернизации уникальных установок ФИАН ГЕЛИС, ЭРГ и С-25Р.

8. Обеспечено проведение исследований для сторонних организаций с использованием уникальных установок ФИАН ГЕЛИС, ЭРГ и С-25Р.

9. Проанализированы полученные результаты. Показано, что результаты, полученные в ходе выполнения проекта, будут важны для решения как фундаментальных, так и прикладных проблем в различных областях науки. В области термоядерной энергетики результаты актуальны: при создании систем накопления и хранения изотопов водорода (дейтерия, трития); при поиске путей снижения температур, необходимых для осуществления термоядерных реакций; в исследованиях радиационной стойкости материалов, которые применяются в термоядерных установках. В области астрофизики результаты НИР связаны с измерением и уточнением вкладов в сечения термоядерных процессов, ответственных за энергетику звезд. В области ядерной физики результаты НИР связаны с измерением дополнительных вкладов в сечения ядерных реакций при низких энергиях. На основании полученных результатов подготовлены 3 статьи, которые приняты в печать и будут опубликованы в журнале «Краткие сообщения по физике ФИАН» в 2013 г..

10. Проведена оценка возможности применения полученных результатов. Показано, что результаты НИР могут иметь целый ряд практически важных применений, касающихся создания источников энергии на новых принципах (ядерный синтез при низких энергиях, безнейтронный синтез), синтезе новых материалов (локальное комбинированное воздействие жесткими излучениями и током высоковольтного разряда), выработки норм радиационной безопасности в высотной атмосфере и стратосфере (процессы генерации нейтронного и гамма-излучения в атмосфере), помехоустойчивости низкоорбитальной и стратосферной техники (радио-, рентгеновское и гамма-излучение так называемых гигантских и высотных атмосферных разрядов в стратосфере и ионосфере). Сделаны рекомендации и предложения по использованию результатов НИР. Результаты проведенных исследований будут способствовать развитию приоритетных направлений науки, технологий и техники Российской Федерации, таких как, энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика. Результаты проведенных исследований можно использовать в критических технологиях Российской Федерации, таких как, водородная энергетика, технологии мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы и гидросферы.