

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

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

по этапу № 1

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.621.21.0013

Тема: «Развитие Федерального центра коллективного пользования научным оборудованием Материаловедение и диагностика в передовых технологиях для проведения комплексных исследований в целях обеспечения реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации в области создания экологически чистой, ресурсосберегающей, безопасной гибридной ядерной энергетики»

Приоритетное направление:

Критическая технология:

Период выполнения: 28.08.2017 - 30.06.2019

Плановое финансирование проекта: 176.00 млн. руб.

Бюджетные средства 140.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 36.00 млн. руб.

Получатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук

Ключевые слова:

1. Цель проекта

Комплексное развитие федерального центра коллективного пользования, обеспечивающее эффективную поддержку реализации научных и (или) научно-технических проектов, вне зависимости от областей (отраслей) знаний, направленных на получение результатов, необходимых для реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации; существенный рост загрузки оборудования ФЦКП, в первую очередь за счет оказания услуг для реализации проектов ведущим российским и (или) зарубежным научным группам и коллективам;

расширение перечня и комплексности оказываемых услуг, а также круга пользователей и развитие научной коммуникации базовой организации ЦКП – ФТИ им. А.Ф. Иоффе с ведущими российскими и зарубежными научными центрами и организациями;

качественное улучшение инфраструктуры Центра путем дооснащения его современным высокотехнологичным, производительным научным оборудованием, позволяющим ввести в эксплуатацию модернизированную уникальную научную установку (УНУ) Глобус-М2 (на базе УНУ Глобус-М), не имеющую российских аналогов, и предоставить пользователям возможность проводить разработки в рамках технологической платформы «Управляемый термоядерный синтез» и отрабатывать технологии, необходимые для решения Приоритетной научной задачи № 2 «Исследования и разработка физических принципов и технических решений эффективной и безопасной гибридной ядерной энергетики». В настоящее время ФЦКП является единственным в России ЦКП, обеспечивающим проведение исследований, направленных на решение данной приоритетной научной задачи.

создание условий для проведения исследований и разработок с использованием ресурсов ФЦКП, соответствующих современным принципам организации научной, научно-технической, инновационной деятельности и лучшим российским и мировым практикам.

2. Основные результаты проекта

Мероприятия, проведенные на этапе № 1 настоящего соглашения, были сконцентрированы на дооснащении инфраструктуры ЦКП современным дорогостоящим оборудованием.

Проведены мероприятия по обеспечению доступности и востребованности оборудования ФЦКП для проведения научно-исследовательских работ по заявкам третьих лиц, в том числе для программ и проектов, направленных на реализацию приоритетов научно-технологического развития РФ и решение ПНЗ «Исследования и разработка физических принципов и технических решений эффективной и безопасной гибридной ядерной энергетики».

Проведено дооснащение приборно-аналитической базы ФЦКП современным дорогостоящим научным и метрологическим оборудованием – закупка оборудования:

- Система охлаждения инжектора атомов;
- Распределительное устройство;
- Система ионного травления для пробоподготовки.

Разработаны новые методики исследований и/или измерений:

- Методика измерения сопротивления сильноточных контактов обмоток электромагнитной системы токамака.
- Методика определения параметров микроструктуры вольфрама методом полнопрофильного анализа формы рентгенодифракционных максимумов.

Проведены мероприятия по обеспечению уникальности предоставляемых ФЦКП услуг, за счет их комплексности и развития уникальной научной установки.

Проведены мероприятия по поддержанию сайта ФЦКП.

Проведены мероприятия по расширению перечня оказываемых услуг.

Выполнены работы и оказаны услуги для выполнения научных и научно-технических проектов, а также осуществления экспериментальных разработок ФЦКП с использованием современных методик исследований и/или измерений.

Проведен комплекс мероприятий, направленных на обеспечение максимальной загрузки оборудования ЦКП и привлечение третьих лиц.

Проведены мероприятия, направленные на достижение заданных значений индикаторов и показателей выполнения работ.

Собран токамак Глобус-М2.

Проведены монтаж и подключение технологических систем первой очереди к токамаку.

Проведено техническое обслуживание электроустановок.

Разработана проектная документация на подключение источников электропитания инжектора атомов и клистронного генератора.

Проведены мероприятия по модернизации научного оборудования ЦКП, закупке расходных материалов.

Сферические токамаки, полномасштабные исследования на которых начались сравнительно недавно, рассматриваются в качестве привлекательной основы для создания устройств типа термоядерного источника нейтронов (ТИН). Всего в мире насчитывается около двадцати установок типа токамак с малым аспектным отношением. Большинство из них представляют собой сравнительно небольшие устройства со слабым магнитным полем, исследования на которых направлены на решение какой-либо отдельно взятой проблемы. Исключение составляют три сферических токамака – NSTX (США), MAST (Великобритания) и Глобус-М. Эти установки располагают необходимым оборудованием для проведения комплексных исследований, направленных на создание устройств типа ТИН. На всех трех установках завершается модернизация электромагнитной системы в целях увеличения магнитного поля и тока плазмы. Также предпринимаются меры по увеличению мощности источников дополнительного нагрева плазмы и генерации безындукционного тока.

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

Охраноспособными результатами при выполнении работ являются результаты, полученные, в первую очередь, при проведении исследований и измерений для внешних пользователей и опубликованные в ведущих отечественных и зарубежных журналах. Кроме того, объектами интеллектуальной собственности являются разработанные уникальные методики измерений, позволяющие получать точные количественные данные и характеризовать параметры плазмы в сферическом токамаке Глобус-М.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Высокотемпературная плазма – основной и самый сложный объект, планируемый к использованию в системах гибридной ядерной энергетики, разработка которых началась совсем недавно. Существующая в настоящее время концепция предполагает объединить наработки традиционной ядерной энергетики, успешно развивающейся в Российской Федерации на протяжении последних десятилетий, с новыми технологическими возможностями, открывающимися в связи с активно проводимыми исследованиями в области высокотемпературной плазмы и управляемого термоядерного синтеза. Ключевым моментом в этих работах должно стать создание компактного и, в тоже время, мощного термоядерного источника нейтронов, работающего в режиме коммерческой эксплуатации, т.е. непрерывно не менее 2/3 времени в течение года. В настоящее время рассматриваются два кандидата на роль базового устройства для такого источника нейтронов: открывающая ловушка и токамак – обе системы используют магнитное поле для удержания горячей плазмы. Устройства отличаются конструктивно, а также, параметрами создаваемых в них плазменных объектов – мишеней. Как нам кажется, на настоящий момент токамак ближе подошел по характеристикам получаемой в нем плазмы к параметрам плазмы, необходимым для создания на его основе источника нейтронов, однако еще не достиг их. Исходя из этого, одним из основных направлений работы на текущем этапе создания систем гибридной ядерной энергетики является разработка технологий, материалов и конструктивных решений для термоядерного источника нейтронов с использованием стендовой базы профильных организаций.

Высокотемпературная плазма, получаемая в модернизированном токамаке Глобус-М2 по своим характеристикам будет приближена к параметрам прототипа термоядерного источника нейтронов: температура электронов – несколько килоэлектронвольт, плотность – выше 1×10^{20} частиц на кубический метр. Выход нейтронов в реакции синтеза D-D ядер в токамаке Глобус-М2 увеличится на два порядка по сравнению с токамаком Глобус-М. Также будут введены в эксплуатацию системы дополнительного нагрева и поддержания (генерации) безындукционного тока в плазме. Последнее очень важно для разработки технологий квазинепрерывного режима работы, т.е. одного из ключевых моментов в обеспечении коммерческого режима эксплуатации. Указанное выше существенное увеличение параметров, вкупе с введенным в действие новым оборудованием и с разработанными методиками измерений позволит организациям - пользователям, решающим Приоритетную научную задачу №2 "Исследования и разработка физических принципов и технических решений эффективной и безопасной

гибридной ядерной энергетики", сделать существенный шаг в направлении создания прототипа компактного термоядерного источника нейтронов для гибридной ядерной энергетики.

В исследованиях на модернизированном сферическом токамаке Глобус-М2 и на последующих прототипах компактных источников нейтронов заинтересованы крупные университеты России – МГУ им. М.В. Ломоносова, НИЯИ МИФИ, СПбГУ, СПбПУ Петра Великого, ТПУ (Томск). На них они смогут в реальных условиях термоядерного эксперимента готовить высококвалифицированные кадры преподавателей и обучать студентов.

Создаваемые в рамках проекта новые методики измерений и комплекс оборудования ФЦКП, включающий уникальную научную установку Глобус-М, оснащенную аналитической и измерительной аппаратурой, будут применяться для выполнения задач технологической платформы УТС и решения практических проблем приоритетной научной задачи «Исследования и разработка физических принципов и технических решений эффективной и безопасной гибридной ядерной энергетики». Инфраструктура ФЦКП будет предоставлена пользователям для проведения научных исследований мирового уровня и разработки технологий, позволяющих вплотную подойти к созданию прототипа компактного термоядерного источника нейтронов и, в дальнейшем, к созданию гибридных систем «синтез-деление». Такие системы, обладающие высоким коэффициентом размножения первичных нейтронов, вырабатываемых термоядерным источником, характеризуются как безопасные (в них невозможно неконтролируемое деление ядерного топлива) и экологически чистые (в них не образуются долгоживущие радиоактивные изотопы). Более того, они могут быть использованы, с одной стороны, как «дожигатели» долгоживущих минорных актинидов, производимых традиционно используемыми энергетическими ядерными реакторами деления, с другой, как «наработчики» топлива из урана-233 и тория-232 для ядерных реакторов на тепловых нейтронах. Их применение, совместно с ядерными реакторами на быстрых нейтронах, позволит «замкнуть» топливный ядерный цикл энергетических ядерных реакторов деления, реализовав тем самым принципы эффективной экологически чистой, ресурсосберегающей и безопасной гибридной ядерной энергетики.

Сферический токамак Глобус-М2 в составе Федерального центра коллективного пользования научным оборудованием "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях" включен в состав стендовой базы для разрабатываемого в настоящее время под руководством Государственной корпорации "Росатом" проекта Национальной программы "Развитие управляемого термоядерного синтеза и плазменных технологий на период 2019-2025 годов и на перспективу до 2035 года". Программа предусматривает в конце проекта сооружение демонстрационной Гибридной реакторной установки (ГРУ) на основе токамака. В случае принятия Национальной программы в текущем году, начало работ по ней запланировано на 2019 год. В рамках программы предусмотрены следующие мероприятия с использованием сферического токамака Глобус-М2: Разработка и экспериментальная апробация методов нагрева и генерации тока в высокотемпературной плазме компактной термоядерной установки Глобус-М2; Создание и испытание для действующих и перспективных отечественных установок высокоэффективных систем нагрева плазмы и генерации тока путем инжекции высокочастотных электромагнитных волн, включая геликоны; Строительство токамака ВТСП для обеспечения стационарного режима удержания плазмы с термоядерными параметрами; Кадровое обеспечение Программы (студенты, аспиранты, докторанты, технический персонал, управление, переподготовка кадров).

В целом, полученные результаты будут востребованы научным сообществом, научно-исследовательскими и научно-производственными организациями и высшими учебными заведениями, выполняющими исследования и разработки в интересах создания научно-технологического задела для обеспечения инновационного развития экономики страны.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

С социально-экономической точки зрения результаты работ ускорят создание безопасной, безотходной ядерной и термоядерной энергетики на основе гибридных реакторов «синтез-деление». Будет преодолена возникшая после ряда аварий радиофобия населения, тормозящая развитие рынка ядерной энергетики.

Экономические перспективы связаны с возможностью внедрения в промышленность созданных технологий, так и с выполнением на основе созданной инфраструктуры заказов для нужд термоядерной энергетики. Уже сегодня на действующем экспериментальном оборудовании ФТИ им. А.Ф. Иоффе в интересах термоядерной энергетики и международного проекта ИТЭР по заказам Росатома, ведутся работы с годовым объемом более 100 млн. руб.

Успешное достижение глобальной цели проекта даст мультипликативный эффект для развития национальной экономики: обеспечит экологически безопасное развитие энергетики, вызовет развитие инновационных конкурентоспособных отраслей индустрии (ядерная энергетика, машиностроение и приборостроение), создаст в них высокотехнологичные рабочие места, усилит экспортный потенциал РФ на рынке высоких технологий.

Результаты выполнения работ востребованы научным сообществом, научно-исследовательскими организациями, высшими учебными заведениями и отраслевыми исследовательскими институтами, выполняющими исследования и разработки в интересах создания научно-технического задела для обеспечения устойчивого энерго-эффективного развития экономики страны.

Мероприятия по усилению связей ЦКП с университетами и научно-образовательными центрами, направленные на вовлечение в научно-исследовательский процесс студентов, на улучшение качества подготовки специалистов, в том числе специалистов высшей квалификации, а также на поддержку ведущих научных школ будут способствовать закреплению молодых специалистов в сфере инновационных исследований и высокотехнологичных разработок.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Коммерциализация результатов не предусмотрена.

7. Наличие соисполнителей

Соисполнители проектом не предусмотрены.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской
академии наук

ВРИО директора

(должность)

(подпись)

Лебедев С.В.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

и.о. главного научного сотрудника - заведующий
лабораторией

(должность)

(подпись)

Брунков П.Н.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.