

Название проекта: Ускорительный комплекс со встречными электрон-позитронными пучками (Супер С-тау фабрика)

Инициатор: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН), г. Новосибирск

Пояснительная записка

Создание инфраструктуры (федеральные программы)

Решение о строительстве объектов инфраструктуры для нового ускорительного комплекса со встречными электрон-позитронными пучками в соответствии с рядом документов ЦК КПСС, Совмина СССР, ГКНТ, Госплана, АН СССР в конце 80-х годов прошлого века (ВЛЭПП-100).

В 1990-1992 гг. проводилась разработка ТЗ на ТЭО, октябрь 1992 – начало финансирования за счет государственных капитальных вложений.

2002 год – инициирована корректировка ТЭО, 12.01.2007 - Распоряжение Президиума СО РАН «о переутверждении ТЭО строительства комплекса ВЭПП-5 ИЯФ СО РАН в г. Новосибирске».

2015 год – завершение финансирования проекта «Комплекс ВЭПП-5» в рамках Федеральной научно-технической программы «Физика высоких энергий» по Федеральной адресной инвестиционной программе (непрограммная часть).

В июне 2011 года Правительственная комиссия отобрала шесть проектов класса мега-сайенс для реализации на территории Российской Федерации (PIK, NICA, IGNITOR, ИССИ-4, XCELS и Супер С-Тау).

В июне 2017 года проект Супер С-Тау фабрики включен в План реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

Актуальность проекта:

- Стандартная модель выдержала многочисленные экспериментальные проверки, но она не полна – не описывает всех проблем в физике элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий → существует ‘Новая физика’;
- два экспериментальных подхода: увеличение энергии (пример – Большой адронный коллайдер) и высокопроизводительные прецизионные ‘фабрики элементарных частиц’ (пример – Супер КЕК-Б в Японии, Супер С-Тау).

Основные цели проекта:

- фундаментальные исследования очарованных частиц и тау-лептонов с рекордным уровнем точности;
- поиск ‘Новой физики’ – явлений за рамками Стандартной модели.

Сопутствующие цели проекта:

- разработка и создание нового поколения технологий в области физики и техники ускорителей, детекторов и ИТ; содействие их трансферу в реальный сектор экономики и сферу услуг;
- формирование в сибирском регионе центра притяжения и закрепления высококвалифицированных трудовых ресурсов, новых идей и технологий международного уровня; создание современной комфортной среды для продуктивной творческой деятельности

Особенность, уникальность проекта и главные отличия от аналогов:

- Новый метод организации места встречи пучков – “stab waist”, позволяющий на два порядка повысить светимость (производительность) коллайдера. Метод разработан при активном участии специалистов ИЯФ СО РАН.

Производительность Супер С-Тау фабрики будет на 2 порядка выше С-Тау фабрики, работающей сегодня в Китае

- Наличие продольной поляризации пучков существенно повышает возможности для исследования ряда физических процессов.

Работающие сегодня в мире коллайдеры не обладают продольной поляризацией

- Уникальная технология идентификации частиц на основе аэрогеля (совместная разработка ИЯФ СО РАН и Института катализа им. Г.К.Борескова СО РАН) позволит обеспечить рекордные параметры качества идентификации (разделения по типам рождающихся частиц).

Научная значимость, задачи и преимущества проекта.

Подход «предельной энергии» (LHC) пока не позволил найти явления, не описываемые Стандартной Моделью.

Подход «предельной точности» становится все более актуальным: получены яркие результаты в экспериментах на фабриках тяжелых кварков, в эксперименте LHCb на LHC.

Стратегические научные задачи Супер С-Тау фабрики:

- Измерения в области непертурбативной КХД:
 - Формфакторы и распадные константы
 - Спектроскопия адронов
 - Динамика многочастичных распадов
- Изучение слабого взаимодействия кварков первого и второго поколений и лептонов
- Поиск “Новой физики”

Преимущества Супер С-Тау фабрики:

- Пороговое рождение пар τ лептонов и очарованных адронов
- Продольная поляризация электронов в месте встречи – уникальные возможности для изучения CP нарушения в распадах очарованных барионов и τ лептонов
- Когерентное рождение пар $D^0 \bar{D}^0$ мезонов – возможность для измерения фаз амплитуд распадов
- Метод двойного мечения
- Измерение абсолютных величин вероятностей редких распадов

Эффект для экономики - новые технологии.

Разработка и создание Супер С-Тау фабрики приведет к появлению новых технологий в области ускорительной техники, детекторов частиц и ИТ-технологий, которые будут использованы для прикладных разработок и в экономике:

- накопители электронов – технологии для источников синхротронного излучения;
- развитие методов регистрации частиц – медицинские применения и безопасность;
- новые методы и технологии ускорения заряженных частиц – промышленные ускорители, ускорители для терапии рака, ускорители для оборонных задач;
- сверхпроводящие магнитные системы – новые решения в области медицины (например – томография), хранения, транспортировки и использования энергии;
- обработка больших объемов информации – создание компьютерных систем и математического обеспечения для решения сложных физических задач, кибербезопасность.

Национальная кооперация:

Современная реальность: разработка и создание современной исследовательской установки класса мега-сайенс не может быть реализовано силами одной организации и даже одной страны – необходимо привлечение всех участников, обладающих необходимыми знаниями, технологиями и другими требуемыми компетенциями.

У ИЯФ СО РАН есть успешный опыт кооперации с ведущими российскими организациями по разработке и созданию современных крупных ускорительных комплексов

В разработке технологий, необходимых для Супер С-Тау фабрики, участвуют:

- ускорительные технологии: РФЯЦ ВНИИТФ (г. Снежинск) и РФЯЦ ВНИИЭФ (г. Саров), новосибирские предприятия ООО НПП Триада ТВ (радиоэлектронное оборудование) и АО «НПО НИИИП-НЗиК» (клистроны) и др.;
- детекторные технологии и ИТ: ОИЯИ (г. Дубна), НИЦ Курчатовский институт, институты СО РАН - Институт катализа им. Г.К.Борескова, Институт сильноточной электроники (г. Томск), Институт неорганической химии, Институт физики полупроводников им. А.В.Ржанова;
- производственная кооперация с ведущими предприятиями страны.

Не менее 70 % объема работ по разработке и созданию оборудования для Супер С-Тау фабрики будет выполнено организациями-партнерами

Международное сотрудничество:

Разработка проекта Супер С-Тау фабрики существенным образом базируется на богатом опыте участия ИЯФ СО РАН в большинстве значимых проектов и экспериментов в области физики высоких энергий в ведущих лабораториях мира – доступ к современным знаниям и технологиям и умение их использовать

Имеются соглашения о намерении участия в разработке и создании Супер С-Тау фабрики с крупнейшими исследовательскими организациями в области физики ускорителей и элементарных частиц:

- Европейской организацией по ядерным исследованиям (CERN, Швейцария);
- Национальной ускорительной лабораторией физики высоких энергий (KEK, Япония);
- Национальным институтом ядерных исследований (LNF/INFN, Италия);
- международным Объединенным институтом ядерных исследований (JINR, Дубна);
- Институтом Джона Адамса (JAL, Великобритания)
- рядом других иностранных исследовательских институтов и университетов ...

Супер С-Тау фабрика – элемент мировой стратегии развития экспериментальной физики высоких энергий, комплементарность с реализуемыми (LHCb@LHC, BES-III@BEPC, ...) и планируемыми (Belle-II@Super-KEKB, PANDA@FAIR, FCC-ee, ...) проектами.

Требования к коллайдеру и детектору.

Коллайдер:

Светимость: $> 10^{35} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$ или выше
Интегральная светимость 10 аб^{-1}
Энергетический разброс $\sigma_E \sim 1 \text{ МэВ}$
Максимальная энергия 5 ГэВ
Продольная поляризация электронов

Детектор:

Быстродействие: 300 кГц
Высокое энергетическое и импульсное разрешение
Рекордное качество идентификации частиц:
 π/K для изучения смешивания D мезонов
 π/μ для редких распадов τ ($\tau \rightarrow \mu\gamma$)

Чтобы быть конкурентоспособной и востребованной на мировом уровне, Супер С-Тау фабрика должна на два порядка превзойти светимость эксперимента BESIII, иметь продольно поляризованный пучок электронов, использовать наиболее современные технологии в системах детектора

Инженерная и строительная инфраструктура:

Супер С-Тау фабрика размещается на нескольких земельных участках:

- № 54:35:091495:67 – право РФ, оперативное управление – ИЯФ СО РАН
- № 54:35:091390:717, № 54:35:091390:718, № 54:35:091495:68 (часть) – право РФ, оперативное управление – СО РАН

Общая характеристика объектов инфраструктуры:

Площадь, отведенная под Супер С-Тау фабрику, кв.м.	86 500
Площадь, отведенная под здания и сооружения, кв.м.	16 050
Площадь зданий и сооружений, кв.м.	31 590
Строительный объем зданий и сооружений, куб.м.	177 770
Расход хоз-питьевой воды, тыс. куб.м./год	18,83
Расход горячей воды, тыс. куб.м./год	7,38
Канализационные стоки, куб.м./сут.	47
Расход тепла, МВт/год	14 398,7
Потребляемая электрическая мощность, КВт	19 700
Расход сжатого воздуха, тыс. куб.м./год	18

Стоимость и план-график реализации проекта:

Вид работ	Период выполнения работ	Стоимость работ, млрд. руб.	Доля работ своими силами
Разработка концептуального проекта, предварительное проектирование строительной и инженерной инфраструктуры (первый этап)	до 2016 г. (25 лет)	> 2,0 (в т.ч. - ФАИП)	65 %
Уточнение концептуального проекта, разработка ключевых элементов и систем	2017-2018	0,4 (в т.ч. – ФЦПИР, РНФ)	90 %
Разработка технического проекта, создание стендовой базы для экспериментальной проверки ключевых идей (ускорительных, детекторных, ИТ), разработка проектно-сметной документации для строительства зданий, сооружений и инженерной инфраструктуры	2019-2020	2,0	80 %
Строительство Супер С-Тау фабрики, включая здания, сооружения, инженерную и исследовательскую инфраструктуру	2021-2026	32,0	30 %
Запуск установки и получение проектных параметров	2027-2028	3,0	80 %
Проведение экспериментов (первый этап)	2029-2040	1,0 / год	80 %

Источники финансового обеспечения работ могут включать средства бюджета, целевые средства, вклады иностранных партнеров

Текущий статус реализации проекта.

Проект базируется на успешном 60-летнем опыте ИЯФ СО РАН как одной из ведущих ускорительных лабораторий мира – единственной, в которой всегда работал хотя бы один коллайдер.

Проект одобрен Европейским комитетом по будущим ускорителям (ECFA), получил высокие оценки двух независимых международных экспертиз, ряда авторитетных ученых, включая бывших руководителей крупнейших лабораторий мира – А.Сузуки и Р.Хойера, нобелевского лауреата М.Перла.

Завершается актуализация концептуального проекта Супер С-Тау фабрики (физическая программа, ускорительный комплекс, детектор, информационная инфраструктура, инженерия...).

В активной стадии разработка ключевых элементов ускорительного комплекса и детектора.

Продолжается формирование и развитие национального и международного сотрудничества по реализации проекта, подготовка к созданию международной коллаборации и других органов.

В июне 2017 года проект Супер С-Тау фабрики включен в План реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации

Кадровая обеспеченность реализации проекта:

- наличие эффективно работающих научных школ мирового уровня в области физики и техники ускорителей заряженных частиц, физики элементарных частиц;
- комплексная масштабная система подготовки научных кадров от школьной скамьи (система олимпиад, ФМШ) до аспирантуры ИЯФ и ведущих новосибирских университетов;
- шесть базовых кафедр ИЯФ СО РАН в НГУ и НГТУ, более 250 студентов и аспирантов, занимающихся исследованиями в ИЯФ СО РАН – максимально приближенная к реальной научной работе, проблемно-ориентированная система подготовки;
- более 200 сотрудников Института участвуют в образовательном процессе в ФМШ, НГУ и НГТУ (лекции, семинары, лабораторные, дипломные, курсовые работы и т.п.);
- активное взаимодействие с образовательными учреждениями по вопросам подготовки инженерно-технических, конструкторских, технологических и производственных кадров;
- реализация проекта потребует создания не менее 250 новых рабочих мест для исследователей, инженерно-технических работников и специалистов сервисных служб.

ВАЖНО: необходимо развитие (совершенствование) механизмов по привлечению специалистов (в том числе - иностранных), обладающих необходимыми компетенциями для реализации проекта, создание условий для деятельности в РФ международной коллаборации.

Контакты:

Логачев Павел Владимирович,
академик, директор ИЯФ СО РАН
Адрес эл. почты: P.V.Logatchov@inp.nsk.su
Тел. +7 (383) 3294760

Тихонов Юрий Анатольевич,
член-корреспондент РАН,
заместитель директора по научной работе
ИЯФ СО РАН
Адрес эл. почты: Yu.A.Tikhonov@inp.nsk.su
Тел. +7 (383) 3294459